



LUCAS MALLADA

4

REVISTA DE CIENCIAS

LUCAS MALLADA

REVISTA DE CIENCIAS

4

HUESCA, 1992

LUCAS MALLADA

REVISTA DE CIENCIAS

INSTITUTO DE ESTUDIOS ALTOARAGONESES

(DIPUTACIÓN DE HUESCA)

Director: César PEDROCCHI RENAULT

Consejo de Redacción: Juan Blas PÉREZ LORENZ, Carlos MARTÍ, Enrique BALCELLS ROCAMORA, Juan Manuel LANTERO NAVARRO, Pedro MONTSERRAT RECODER, Francisco COMÍN, Rosario FANLO DOMÍNGUEZ, Ana CASTELLÓ PUIG, José M.^ª GARCÍA-RUIZ, Caridad SÁNCHEZ ACEDO, José Ramón LÓPEZ PARDO, Federico FILLAT ESTAQUÉ, José M.^ª PALACÍN LATORRE, Juan HERRERO ISERN, Alfonso ASCASO LIRIA, Ricardo PASCUAL, Ángel VILLACAMPA MÉNDEZ, Luis VILLAR PÉREZ, Domingo GONZÁLEZ ÁLVAREZ, Eladio LIÑÁN GUIJARRO, M.^ª Teresa LÓPEZ GIMÉNEZ

Secretaria: Pilar ALCALDE ARÁNTEGUI

Correctora: Teresa SAS BERNAD

Diseño de la portada: Vicente BADENES

Redacción y Administración:

Instituto de Estudios Altoaragoneses

Avda. del Parque, 10

22002 HUESCA

Apartado de Correos, 53

Tel. 974 - 24 01 80

I.S.S.N.: 0214-8315

Depósito Legal: HU - 96/92

Imprime: Gráfico RM Color S.L. C/ Comercio, parcela I, nave 3 HUESCA.

ÍNDICE

<i>Presentación</i> , por César PEDROCCHI RENAULT.....	7
<i>La obra científica del Dr. Enrique Balcells</i>	9
<i>Relación de las publicaciones del Dr. Enrique Balcells</i>	15
Reflexiones sobre Zoogeografía y Ecofisiología animal. Su apoyo a estudios de ordenación del territorio, por E. BALCELLS R.	37
1. Introducción.....	39
2. El estudio de las áreas de distribución de las especies	40
3. Algunos aspectos de Zoogeografía ecológica abordados.....	50
4. Observaciones fenológicas y evolución interanual del clima en una localidad.....	58
5. Interés de los datos fenológicos ante la ordenación del territorio	64
6. Publicaciones citadas.....	68

Consideraciones fenológicas de las biocenosis de altitud en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, acompañadas y apoyadas mediante estudio preliminar de los datos meteorológicos obtenidos, desde 1981 a 1989, en el observatorio de Góriz, por E. BALCELLS R. y E. GIL-PELEGRÍN	71
1. Introducción.....	73
2. Material y métodos.....	75
3. Presentación de resultados y bases para su discusión	86
4. La innivación y sus efectos fenológicos previsibles	116
5. Especial estudio del periodo vegetativo	124
6. Estudio fenológico y su interpretación, con apoyo en datos meteorológicos, en el transcurso de dos periodos vegetativos recientes (1988 y 1989).....	139
7. Resumen y conclusiones	145
8. Summary and conclusions.....	153
9. Publicaciones citadas.....	160
Gráficos	161
Tablas.....	177

PRESENTACIÓN

Lucas Mallada es una revista joven y por lo tanto dinámica. Así, cada poco tiempo nos sorprende con alguna innovación.

En este número 4 de la revista tenemos el placer de presentar un monográfico dedicado al Dr. Enrique Balcells Rocamora, investido *Doctor Honoris Causa* por la Universidad de Zaragoza, a propuesta del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, el pasado 16 de mayo de 1991.

Así fue como Aragón agradecía toda una vida de dedicación a la ciencia y al desarrollo. El Altoaragón no quiere ser menos y, a través del Instituto de Estudios Altoaragoneses, le ofrece este pequeño homenaje.

El volumen consta de tres partes: en la primera se describen los rasgos fundamentales de la obra del Dr. Balcells y su Bibliografía; en la segunda, el texto íntegro de su discurso de presentación como *Doctor Honoris Causa*, y en el tercero y último, uno de sus más recientes trabajos, que versa sobre el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y que ha elaborado junto con Eustaquio Gil-Pelegrín.

Que este monográfico sea el primero de una larga y enriquecedora serie.

César Pedrocchi Renault
Director de *Lucas Mallada*



**LA OBRA CIENTÍFICA DEL
DR. ENRIQUE BALCELLS**

Nacido en Barcelona en 1922, cursó sus estudios superiores en la Universidad de Barcelona, obteniendo el título de Licenciado en Ciencias Naturales en el año 1943 y el de Doctor en 1950, por la Universidad de Madrid.

Tras su licenciatura, su esfuerzo no se dirigió únicamente hacia la elaboración de una memoria doctoral, sino que trabajó y se formó en diversos frentes científicos. Indudablemente ello le ha servido para desarrollar una labor temáticamente amplia tanto en el terreno de la ciencia propiamente dicha, como en la más aceptada que deseada política científica que durante tantos años ha desarrollado.

Así, dentro de su formación científica inicial, cabe recordar dos aspectos: el desarrollo de su memoria doctoral, junto a su maestro y director, el profesor Francisco García del Cid –entonces regentando el Instituto de Biología aplicada del Consejo Superior de Investigaciones Científicas– y la temprana incorporación de Balcells al equipo que cuidó de la promoción del Departamento de Fisiología animal, también adscrito a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona, dirigido por el joven profesor Francisco Ponz, recientemente nombrado ya en 1944 catedrático de dicha disciplina. El Dr. Balcells se incorporó plenamente al referido departamento, tras terminar su memoria doctoral en 1950, ocupando una plaza de colaborador científico de carrera del mismo Consejo.

Sus primeras tareas investigadoras se dedicaron a problemas de morfología y ecofisiología de artrópodos, sobre todo en aquellos aspectos relacionados con la incidencia de los factores geofísicos y muy especialmente los referidos a la multiplicación y crecimiento en función de la temperatura. De ahí su todavía actual dedicación a problemas de Fenología y su aplicación al estudio posterior de los vertebrados, como asimismo sus relaciones e interés en problemas de ordenación territorial.

De ahí también sus periodos de estancia en otros centros de investigación, tanto españoles (Estación de Fitopatología agrícola del I.N. de I.A., Museo Nacional de Ciencias Naturales, Instituto Español de Entomología), como extranjeros (Departamento de Anatomía Comparada de la Sorbona, donde realizó estudios sobre Fisiología del Desarrollo junto al profesor Ch. Dévillers, como más tarde junto al profesor A. Portmann, director del Zoologische Anstalt de la Universidad de Basilea; labor que en ambos departamentos científicos alternó con frecuentación de los laboratorios de museos de Historia Natural, tanto en París como en Basilea, y con ciertos cortos periodos de permanencia en Ginebra). Aprovechó además viajes con otras finalidades para visitar otros centros, tales como la Facultad de Ciencias y la Estación de Entomología Agraria de La Habana, los laboratorios de Ecología de las universidades de Madisson (Wiss.) y Chicago, el Museo de Historia Natural de Nueva York y un largo etcétera que incluye otros lugares de EE.UU., Francia, Italia y Bélgica.

Como más arriba se ha indicado, en 1950 comienza su labor de mayor dedicación al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, siendo encargado en 1963 de la constitución del Centro pirenaico de Biología experimental, con lo que se inicia una etapa definitiva en su vida científica.

Hasta aquí, los datos muy resumidos, pero quizás fundamentales, de su formación y posterior proyección como científico. En las siguientes líneas, intentaré describir su pensamiento y resultados científicos así como su evolución hasta el presente.

No cabe ninguna duda de que si tuviéramos que utilizar unas pocas palabras clave para definir la labor científica del Dr. Balcells, entre ellas deberían aparecer las siguientes: Zoología, Zoogeografía, Ecofisiología Animal y Ecología Animal.

Él mismo resume, jocosamente, su trayectoria en tres etapas: “Primero estudié los invertebrados, luego he estado durante muchos años dedicado a los vertebrados, para en la actualidad dedicarme fundamentalmente al estudio del hombre”. Y no cabe duda de que así es. Analizando su amplia obra, pueden distinguirse claramente cuatro fases fundamentales de evolución.

La primera etapa se basó en el estudio de insectos plaga, en la inquietud de iniciar una vía de investigación aplicada en un momento en que los naturalistas en general únicamente se proyectaban hacia la enseñanza. Buena parte de sus estudios sobre el tema de plagas, incluyendo su propia tesis doctoral, tuvo relevancia en medios científicos internacionales.

A pesar de ello –corrían los años cincuenta–, consciente del gran vacío científico que suponían los vertebrados ibéricos, dedica buena parte de su tiempo a su estudio.

El estudio de los vertebrados, en aquel tiempo, entrañaba una dificultad que había que resolver: la del atrincheramiento de los naturalistas en sus laboratorios urbanos. Así, escribe el Dr. Balcells: “Existe inhibición de créditos y las instituciones que debían albergar tales inquietudes se mantenían dentro de la rígida vetustez y el bloqueo ya no fácilmente desfosilizable; todo ello se acrecentaba por las escasas posibilidades de salida al campo y del cerco asfáltico ciudadano de las universidades, museos e instituciones similares”.

Así, se planteó ese doble enfoque abarcando ambos vacíos. La fundación y dirección del Centro pirenaico de Biología experimental en Jaca tendrá gran importancia en la solución del segundo problema expuesto, pero de ello hablaremos en siguientes epígrafes.

Respecto a estudios de los vertebrados, el vacío era total y los primeros intentos de avanzar en el conocimiento de aspectos ecofisiológicos, biogeográficos, ecológicos, etc. chocaban contra el escollo de la falta de base existente: la taxonomía de los vertebrados ibéricos estaba (¿está aún?) sin resolver.

Su labor en ese terreno tuvo que ver y fue ingente, buscando el apoyo de alumnos, recolectores aficionados y científicos y creando una primera base faunística y ecológica de las cinco clases de vertebrados.

Esa segunda fase fue cambiando progresivamente: a medida que se avanzaba en el conocimiento autoecológico de las especies, más se veía la necesidad de ampliar el conocimiento sinecológico de las biocenosis (o por lo menos taxocenosis).

Así, comienza la tercera fase, profundizando con ese punto de vista en el conocimiento de tres tipos distintos de ambiente: áreas montañosas, áreas insulares y ambiente submediterráneo.

Inevitablemente, desde el Centro pirenaico de Biología experimental el estudio de las áreas montañosas fue adquiriendo progresivamente mayor importancia que el de las otras mencionadas y dentro de las biocenosis estudiadas, por su control manifiesto sobre el ecosistema, el hombre fue concretándose como especie fundamental de lo que sería la cuarta fase investigadora del Dr. Balcells.

Comienza por lo tanto la cuarta etapa, cuyo título posible es el de ecología humana. En él continúa trabajando en la actualidad, si bien puede preverse una quinta que versará sobre conservación de espacios naturales y su problemática, siempre en relación con la ecología humana, pero más especializada.

Quizás haya en el futuro alguna más, pero nuestra labor es describir lo hecho, que no lo por hacer.

Descritas sus cuatro épocas científicas, cabe advertir al lector que si ajusta el motivo de investigación al año en que fue comenzada, el Dr. Balcells debe ser considerado como un auténtico pionero de la ciencia. La mayoría de las líneas que trabaja o fomenta son nuevas en sus años, por lo menos en nuestro país, y no puede cabernos la menor duda, si consideramos que tuvo la fortuna de poder recopilar teorías en el extranjero, que su influencia fue decisiva en el desarrollo de la ciencia de España.

Pero su labor científica y por lo tanto vocacional casi palidece ante el esfuerzo menos grato realizado en su labor organizativa, como consejero de número del Superior de Investigaciones Científicas, como miembro de diversas comisiones de gobierno del mismo Consejo y otras de representatividad nacional en programas internacionales, además del desempeño de sus cargos de dirección en el Instituto de Estudios Pirenaicos y en el Centro pirenaico de Biología experimental. Centenares de horas detraídas a la más grata labor científica, que nunca quedó rezagada, ya que diez o más horas de trabajo todos los días del año, tanto en su despacho como en automóvil, tren o avión en caso de viaje obligatorio, dan de sí para ambas cosas.

La creación de infraestructura científica funcional (y por lo tanto desfosilizada) y la formación de científicos en una concepción moderna de la investigación son otros de los logros de los que debe sentirse orgulloso.

En la actualidad el Dr. Balcells, libre ya de esclavitudes burocráticas, dedicado por lo tanto al 100% a la investigación, alcanza el nivel filosófico de los sabios y llega a ser tan prolífico en sus escritos que bien podría apodarse “terror de mecanógrafas”.

La obra que ha realizado en Aragón bien le ha valido ese honor de ser nombrado *Doctor Honoris Causa* por la Universidad de Zaragoza y valga este monográfico de *Lucas Mallada* como homenaje y agradecimiento del Altoaragón hacia quien tanto bien le ha hecho.

Jaca, 14 de enero de 1992.

**RELACIÓN DE LAS PUBLICACIONES DEL
DR. ENRIQUE BALCELLS**

A. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PUBLICADOS EN REVISTAS

Estudios en el ciclo biológico y ecología de insectos

Fauna entomológica de los sotos

1. Estudio bioclimatológico de *Plagioder a versicolora* Laich. (Col. *Chrysomelidae*). *P. Inst. Biol. Apl.*, 3: 57-77, Barcelona, 1947.
2. El ciclo biológico de *Dicranura-vinula* L. y *Smerinthus populi* L., en el Vallés oriental (Barcelona). *P. Inst. Biol. Apl.*, 8: 189-207, Barcelona, 1951.
3. Datos para el estudio del ciclo biológico de *Agelastica alni* L. (Col. *Chrysomelidae*). *Homenaje póstumo al Dr. Pardillo*. Publicaciones de la Universidad de Barcelona: 271-275, Barcelona, 1955.
4. Estudio ecológico de los crisomélidos del aliso. *P. Inst. Biol. Apl.*, 20: 47-61, Barcelona, 1955.
5. Sobre algunos problemas sugeridos ante el análisis ecológico de elementos centroeuropeos habitando en países mediterráneos. *P. Inst. Biol. Apl.*, 26: 47-61, Barcelona, 1957.

Insectos, posibles vectores de virus

6. Algunos insectos vectores de virus en cultivos de patata. *Ilerda*, 12-13: 105-151, Lérida, 1949.
7. Sobre una *Trioza* (Hem. *Psyllidae*) parásito de la patata. *Ilerda*, 17: 7-24, Lérida, 1953.
8. Sobre insectos de la patata en Bon Repós durante el verano de 1951. *Ilerda*, 18: 37-52, Lérida, 1954.
9. Hemípteros del maíz en el llano de Urgel. *Ilerda*, 22: 21-29, Lérida, 1958.

Estudios en el complejo biológico de *Haltica*

10. Datos para el estudio del ciclo biológico de *Zicrona coerulea* L. *P. Inst. Biol. Apl.*, 8: 127-150, Barcelona, 1951.
11. Estudio biológico de *Haltica lythri* subespecie *ampelophaga*, Guerin-Meneville (Col. *Halticinae*). *P. Inst. Biol. Apl.*, 14: 5-54, Barcelona, 1953.
12. Estudio ecológico de *Haltica lythri* subespecie *ampelophaga*, Guerin-Meneville (Col. *Halticinae*). *P. Inst. Biol. Apl.*, 17: 5-37, Barcelona, 1954.
13. Sobre la distribución geográfica de *Haltica lythri* subespecie *ampelophaga*, Guerin-Meneville (Col. *Halticinae*). *P. Inst. Biol. Apl.*, 18: 5-41, Barcelona, 1954.

14. Revisión crítica de orientaciones actuales y métodos en Zoogeografía. *P. Inst. Biol. Apl.*, 22: 5-28, Barcelona (publicación que en parte es trabajo doctrinal), 1956.

Diversos insectos parásitos de plantas útiles y nocivas

15. Datos sobre parásitos de *Heliotropum europaeum* L., en Barcelona. *P. Inst. Biol. Apl.*, 11: 125-139, Barcelona, 1952.
16. Estudio ecológico de *Chrysolina* (= *Chrysomela*) *americana* Linné (Col. *Chrysomelinae*). *Bull. Inst. Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 31(8), Bruselas, 1955.
17. El ciclo biológico del pequeño pavón (*Eudia pavonia* L.) (Lep. *Saturniidae*=*Attacidae*) en Barcelona. *P. Inst. Biol. Apl.*, 31: 143-148, Barcelona, 1960 (en col. con D. SELGA).
18. Estudio biológico, morfológico y ecológico de *Graellsia isabellae*, Graells y una nueva cita de *Ch. (Chrysotribax) rutilans* Dej. *Miscelánea zoológica*, 1(5): 121-139, Barcelona, 1963 (en col. con A. DICENTA).
19. Notas ecológicas: *Chrysolina* (= *Chrysomela*) *banksi* F. (Col. *Chrysomelinae*). *Graellsia*, 20(1-3): 111-117, Madrid, 1963 (en col. con A. DICENTA).
20. Algunos aspectos biológicos y ecológicos de crisomélidos (insectos, coleópteros) defoliadores de plantas montaraces en territorios mediterráneos. *Ann. Inst. Bot. Cavanilles*, 32(2): 557-572, Madrid, 1975.

Estudios en otros invertebrados

21. Crustáceos interesantes de las aguas salobres de Guipúzcoa. *Munibe*, 3: 62-63, San Sebastián, 1951 (en col. con R. MARGALEF).
22. Sur des isopodes parasites des poissons. *Vie et Milieu*, 4: 547-552, París, 1953.
23. Formas malacológicas del Alto Aragón occidental obtenidas en agosto de 1970 y junio de 1971. *Pirineos*, 104: 15-81, Jaca, 1972 (en col. con C. ALTIMIRA).

Biología de vertebrados

Peces

24. Estudio biométrico comparado de los nódulos insulínicos del atún y la albocora. *Inves. Pesquera Apl.*, 12: 83-111, Barcelona, 1958 (en col. con J. PLANAS).
25. Los escombriformes españoles como fuente de insulina. *Inves. Pesquera Apl.*, 13: 49-64, Barcelona, 1958 (en col. con J. PLANAS).

26. Los nódulos insulínicos y algunos aspectos del crecimiento en atún. *Actas III Reun. Nac. de Ciencias Fisiológicas*: 143-146, Granada, 1958 (en col. con J. PLANAS).

Herpetología

27. Contribution of the study of the life cycle of spanish amphibians. *British Journal of Herpetology*, 2: 1-6, Londres, 1955.
28. Datos para el estudio del ciclo biológico de los geos del NE de España e Islas Baleares. *P. Inst. Biol. Apl.*, 20: 33-45, Barcelona, 1955.
29. Estudio morfológico y ecológico de *Rana temporaria* L. *P. Inst. Biol. Apl.*, 24: 81-121, Barcelona, 1956.
30. Datos para el estudio del ciclo biológico de *Rana temporaria* L. del Pirineo. *Pirineos*, 13(43-46): 327-346, Zaragoza, 1957.
31. Elementos nórdicos en el poblamiento de la cumbre del Montseny. *P. Inst. Biol. Apl.*, 26: 123-126, Barcelona, 1957.
32. Nuevas citas pirenaicas de saurios. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol.)*, 62: 422-423, Madrid, 1964 (en col. con J. P. MARTÍNEZ-RICA).
33. Évenements dans le cycle biologique et caractères écologiques et éthologiques de *Rana temporarie* dans le versant méridional des Pyrénées. *Bull. de la Soc. Zool. de France*, 100(4): 692, París, 1976.
34. Observaciones sobre el ciclo biológico de anfibios de alta montaña y su interés en la detección del inicio de la estación vegetativa. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 7(2): 55-154, Jaca, 1976.

Aves

Notas y estudios varios

35. Algunos datos sobre *Accipiter gentilis* L. en el Pirineo español. *Pirineos*, 10(31-32): 263-270, Zaragoza, 1954 (en col. con J. PALAUS).
36. Sobre un nido de cernícalo vulgar hallado en el Avenc Ample (La Pleta), macizo de Garraf. *Speleon*, 11: 161-162, Oviedo, 1959 (en col. con J. ESCODA).
37. Nota biológica sobre estornino negro (*Sturninus unicolor*) en Lugo (NW de España). *Ardeola*, 6: 337-339, Madrid, 1961.
38. Sobre nidificación de dos aves en la llamada Cataluña húmeda (*Sitta europaea* y *Sturnus vulgaris*). *Ardeola*, 6: 5-10, Madrid, 1961 (en col. con M. MASOLIVER).

39. Crecimiento nidícola del mirlo. *Miscelánea zoológica*, 2(1): 139-144, Barcelona, 1965.
40. Notas biológicas sobre el alimoche, *Neophron percnopterus*, en el Alto Aragón. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 2: 159-187, Jaca, 1968 (en col. con F. L. RODRÍGUEZ).
41. Nota sobre petirrojo (*Erithacus rubecula*) en San Juan de la Peña. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 2: 155-160, Jaca, 1968 (en col. con F. FERRER).
42. Posible importancia de la oligodendroglía en el desarrollo evolutivo de las aves nidícolas. *Ardeola*, vol. especial: 55-82, Madrid, 1971.
43. Estudio ecológico comparado del poblamiento ornítico de dos lagunas navarras de origen endorreico. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 6: 7-147, Jaca, 1975 (en col. con J. A. GOIZUETA).

Aves de los alrededores de Barcelona

44. Fauna ornitológica barcelonesa: I Curruca rabilarga (*Sylvia undata* Bood.) en landas del macizo del Tibidabo. *Miscelánea zoológica*, 1(3): 123-129, Barcelona, 1960.
45. Fauna ornitológica barcelonesa: II Aves nidificadoras en jardín suburbano del Prat de Llobregat. *Miscelánea zoológica*, 1(3): 134-154, Barcelona, 1960.
46. Fauna ornitológica barcelonesa: III Aves del jardín de la Universidad. *Miscelánea zoológica*, 1(3): 155-173, Barcelona, 1960.
47. Sobre épocas de migración y trashumancia de aves en el NE español. *Ardeola*, 7: 5-58, Madrid, 1961 (en col. con otros).
48. Introducción al estudio de las aves de jardines barceloneses. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 1(3): 59 pp., Jaca, 1965 (en col. con M. DOMÉNECH).
49. Fauna ornitológica barcelonesa: IV Observaciones en distintos biotopos. *Miscelánea zoológica*, 3(4): 137-141, Barcelona, 1974 (en col. con S. GALLEGO y J. NADAL).

Mamíferos

50. Datos para el estudio de la geneta. *P. Ins. Biol. Apl.*, 23: 83-122, Barcelona, 1956.
51. Ein Albino-Eichhörnchen, *Sciurus vulgaris* Linné, 1758, aus Nordost-Spanien. *Säugetierkundliche Mittl.*, 3: 174-175, Stuttgart, 1966 (en col. con X. PALAUS).
52. Sucesivos casos de albinismo en ardillas del Pirineo español. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 55: 157-158, Madrid, 1958 (en col. con X. PALAUS).

53. Sobre nuevas citas de mamíferos de la Península Ibérica. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol.)*, 62: 367-368, Madrid, 1964.
54. Fauna mastozoológica de las Pitiusas. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol.)*, 63(3): 233-264, Madrid, 1965 (en col. con J. R. VERICAD).
55. Les mammifères des Pythyuses. *Rapp. et Proc.-Verb. des Réun. de la C.I.E.S.M.M.*, 18(2): 281-282, Mónaco, 1965.

Quirópteros y sus parásitos

56. Los quirópteros de la cueva de Vallmajor (Tarragona). *Speleon*, 3: 147-150, Oviedo, 1952.
57. Quirópteros de cuevas catalanas: campaña 1952-1953. *Speleon*, 5: 105-110, Oviedo, 1954.
58. Quirópteros del territorio español: 3.^a nota. *Speleon*, 6: 73-86, Oviedo, 1955.
59. Estudio biológico y biométrico de *Myotis nattereri* (*Chir. Vespertilionidae*). *P. Inst. Biol. Apl.*, 23: 37-81, Barcelona, 1956.
60. El crecimiento de *Myotis nattereri*. *Actas 3.^a Reun. Nac. Ciencias Fisiológicas*, 207, Madrid, 1956.
61. Un *Rhinolophus ferrum-equinum* Schreber, aberrante. *Bol. Soc. Hist. Natural de Baleares*, 2: 59-61, Palma, 1956.
62. Datos para el estudio de la fauna pupípara de los quirópteros en España. *Speleon*, 6: 287-312, Oviedo, 1956.
63. Quirópteros de cuevas españolas recolectados desde 1955 a 1958. *Speleon*, 10: 75-94, Oviedo, 1959.
64. Las moscas ápteras (*Nycteribiidae*) de los murciélagos cavernícolas del Norte-Central Ibérico, con un resumen descriptivo de la biología del grupo. *Munibe*, 13: 144-154, San Sebastián, 1961.
65. Murciélagos del Norte Central Español. *Bol. "Sancho el Sabio"*, 5(1-2): 127-153, Vitoria, 1961.
66. Migration en Espagne des Miniophtères français. *Mémoires 2.^{ème} Congrès de Belfort*, 2: 93-99, París, 1962.
67. Nuevos datos faunísticos de murciélagos y nictéridos del País Vasco-Navarro: Campaña de 1961. *Munibe*, 15: 56-61, San Sebastián, 1963.
68. Datos españoles de "*Plecotus*" y "*Eptesicus*" (*Chir. Vespertilionidae*). *Miscelánea zoológica*, 1(5): 147-162, Barcelona, 1963.

69. Murciélagos cavernícolas del País Vasco-Navarro: Campaña 1958-1960. *Speleon*, 14(1-4): 33-63, Oviedo, 1963 (en col. con J. GRACIA).
70. Ergebnisse der Fledermaus-Beringung in Nord-Spanien. *Bonner Zoologische Beiträge*, 15(1-2): 36-44, Bonn, 1964.
71. Datos sobre biología y migración del murciélago de cueva (*Miniopterus schreibersi*, *Chir. Vespert.*) en el NE de España. *Dritter Internationaler Kongress für Speläologie*, Act. 3: 23-28, Viena, 1964.
72. Nictérpidos y estréblidos de la Península Ibérica. *Proc. First International Congress of Parasitology*, 2: 1.000-1.001, Tamburini, Milano, 1966.
73. Nuevos datos sobre murciélagos raros en cuevas españolas. *Miscelánea zoológica*, 2(1): 149-160, Barcelona, 1965.
74. Murciélagos y nictérpidos del Levante español. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 65: 199-224, Madrid, 1967.
75. Nuevas citas de murciélagos y nictérpidos del País Vasco-Cantábrico. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 66: 17-38, Madrid, 1967.
76. Revisión faunística de nictérpidos y estréblidos de quirópteros españoles y su especificidad. *Rev. Ibér. Parasitol.*, 28(1): 19-31, Granada, 1968.
77. Interesantes datos faunísticos y biológicos de la cueva de "Sa Guiterreta" de Lluçmajor. *Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares*, 14: 3-4, Palma de Mallorca, 1968 (1970).
78. Murciélagos y otros animales guanobios de Itxina (Vizcaya). *Kobie* (Grupo Espeleológico Vizcaíno. Excma. Diputación de Vizcaya), 3: 3 pp., Bilbao, 1971.
79. Mise à jour des résultats des campagnes de baguage de *Miniopterus schreibersi* dans le N.E. espagnol et le S.E. français. *Actes du IX Colloque Francophone de Mammologie "Les chiroptères"*, Rouen, 19-20 octobre 1985: 85-98, Rouen, 1985 (en col. con J. SERRA).
80. Contribución a la ecología y distribución de *Myotis capaccinii*. *Actas de la VIII Biental de la R. Soc. Española Hist. Nat. (Pamplona, 21-24 de septiembre de 1987)*: 187-194, Pamplona, 1987 (en col. con J. SERRA).
81. Estudio de la población de *Miniopterus schreibersi* (Kuehl, 1819) de las Minas de la Castanya en el Macizo del Montseny. *Ibidem*: 196-201, Pamplona, 1987 (en col. con J. SERRA y J. F. GUASCH).
82. "Adehesamiento" de un "coto redondo" prepirenaico para la producción de reses vacunas. *Seminario sobre dehesas y sistemas agro-silvo-pastorales similares (Madrid-Extremadura-Andalucía, 30 marzo-4 abril 1987)*. MAB-UNESCO, p. 93, Madrid, 1987 (en col. con A. VALDELVIRA).

83. Ordenación en territorios montañosos. *Actas de las Jornadas de Estudio sobre la Montaña. Riaño, 1-4 noviembre 1984*: 193-248. URZ/Colegio de Arquitectos, León, 1987.
84. Nuevos datos relativos a la distribución de los *Ixodoidea* en España. III. Garrapatas de quirópteros. *Rev. Ibér. Parasitol.*, 48(2): 203-204, 1988 (en col. con A. ESTRADA, C. SÁNCHEZ-ACEDO, M. A. PERIBÁÑEZ y J. SERRA).
85. Informe sobre la labor realizada en el Parc Nacional d'Aigües Tortes i Estany de Sant Maurici entre 1958 y 1965. *La investigación en el Parque Nacional d'Aigües Tortes y Lago de San Mauricio, Boí, 3-5 octubre 1988*: 213-228. Imprenta A. G. Daumau, Lérida, 1988.
86. El medio y la vida en la franja prepirenaica meridional. "Adehesamiento de coto redondo (Comunicación-poster)". *Ponencias y comunicaciones del Congreso Internacional de Tecnologías Alternativas de Desarrollo. Madrid, 8-11-1988*: 219-220. Asociación Vida Sana y M.A.P.A. (Servicio de Extensión Agraria). Madrid, 1988 (en col. con A. VALDELVIRA).
87. La ganadería extensiva como alternativa de fertilización biológica y mejora de recursos pastorales. *Ibidem*: 151-156, 1988 (en col. con A. VALDELVIRA).
88. Utilización territorial de las mancomunidades de Echo y Ansó y su evolución gestora a medida de las pérdidas demográficas de las doce últimas décadas. *Geographicalia*, 2.^a época, 25: 6-39, Zaragoza, 1989.
89. Distribution and faunal composition in north and northeast of Spain of some mites and ticks parasitic on Chiroptera (*Spinturnicidae*, *Macronyssidae*, *Ixodidae* and *Argasidae*). *Acarology*, 30(4): 345-353, 1989 (en col. con A. ESTRADA, M. A. PERIBÁÑEZ, C. SÁNCHEZ-ACEDO y J. SERRA).
90. Seasonal movements of *Miniopterus schreibersi* in NE. Spain and SE. France. *Macrodeima*, 5(1-12): 32, Canbeira, 1989 (en col. con J. SERRA y J. F. GUASCH).
91. Reflexiones sobre Zoogeografía y Ecofisiología animal. Su apoyo a estudios de ordenación del territorio. Discurso pronunciado por el nuevo doctor Enrique Balcells Rocamora. *Ceremonial para la investidura como doctor Honoris Causa por la Universidad de Zaragoza el 16 de mayo de 1991*: 27-35, 1991 (vid. en este mismo volumen, pp.).

Estudios de ecología general y territorial

92. Avance del estudio del Parque Nacional de Aigües Tortes. *Actas 3.º Congreso Internacional de Estudios Pirenaicos (Gerona, 1958)*, 3: 193-204, Zaragoza, 1958 (en col. con F. ESPAÑOL, P. MONTSERRAT y D. SELGA).

93. Estudios en el Parque Nacional de Aigües Tortes y San Mauricio: Memoria; distribución de los vertebrados en distintos pisos de vegetación; estudios climáticos en el Estany Llong. *Act. IV.º Congr. Intern. d'Étud. Pyrénéennes (Pau-Lourdes, 1962)*, 2: 83-93, Toulouse, 1969.
94. Evolución y biogeografía. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 60: 219-229, Madrid, 1963.
95. Excursión a la Costa Brava e Islas Medas. *Ardeola*, 7: 222-229, Madrid, 1961 (en col. con S. MALUQUER).
96. Le peuplement animal et végétal des îles Medas. *Rapport et Proc.-Verb. réun. de la C.I.E.S.M.M.*, 17(2): 647-652, Mónaco, 1963.
97. El poblamiento vegetal y animal de las Islas Medas. *An. Inst. Estud. Gerundenses*, 16: 5-31, Gerona, 1963.
98. Vertebrados de las Islas Medas. *P. Inst. Biol. Apl.*, 36: 39-70, Barcelona, 1964.
99. Estudio general de los biotopos de las Islas Medas. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 2: 91-147, Jaca, 1968.
100. Rapport des études publiées et des campagnes réalisées sur les milieux insulaires de la Méditerranée occidentale pendant les années récentes. *Rapport et Proc.-Verb. réun. de la C.I.E.S.M.M.*, 18(2): 475-479, Mónaco, 1965.
101. Rapport des études publiées et des campagnes réalisées sur les milieux insulaires de la Méditerranée occidentale pendant 1964-1966. *Rapport et Comm. int. Mer Médit.*, 19(5): 795-797, Mónaco, 1969.
102. La distribución de los vertebrados en el Alto Aragón. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 26: 205-217, Madrid (volumen homenaje a José M.ª de Albareda), 1966 (en col. con otros).
103. Resumen sobre el régimen de explotación ovina trashumante en el Alto Aragón, especialmente en el Valle de Ansó. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 1(6), 18 pp., Jaca-Barcelona, 1966 (en col. con J. PUIGDEFÁBREGAS).
104. L'étape Espagnole du Voyage d'Étude. Vie du bétail en montagne du territoire Saint-Jean-de-Port-Ochagavía-Jaca-Biescas-Portalet de Tena. Suivi du guide itinéraire du 19-20-VI-1967. *Bull. de la Fédération française d'Économie montagnarde*, N. Sr. 17: 493-523, Albi, 1968 (en col. con J. PUIGDEFÁBREGAS).
105. Relaciones entre la organización social y la explotación del territorio en el Valle de El Roncal (Navarra Oriental). *Pirineos*, 98: 53-89, Jaca, 1970 (en col. con J. PUIGDEFÁBREGAS).

106. Rapport des études publiées et des campagnes réalisées sur les milieux insulaires de la Méditerranée occidentale durant 1966-1968. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 20(4): 519-522, Mónaco, 1972.
107. Estudio de las Islas Medas. *Act. VI.^e Congrès Intern. d'Études Pyrénéennes (Pau-Lourdes, 1962)*, 2(2): 145-165, Toulouse, 1972.
108. La vida animal crepuscular y nocturna en el Alto Aragón occidental y sus relaciones con el tiempo atmosférico. *Ardeola*, 21(2): 659-668, Madrid, 1975.
109. Preámbulo al segundo fascículo. *Estudio integrado y multidisciplinario de la dehesa salmantina. I. Estudio fisiográfico descriptivo*, 2: 7-40, Salamanca-Jaca, 1978.
110. Aspectos ecológicos generales y estado actual del conocimiento de los recursos. *Estudio integrado y multidisciplinario de la dehesa salmantina. I. Estudio fisiográfico descriptivo*, 3: 7-52, Salamanca-Jaca, 1979.
111. Invertebrados de la provincia de Salamanca (revisión bibliográfica). *Estudio integrado y multidisciplinario de la dehesa salmantina. I. Estudio fisiográfico descriptivo*, 3: 183-208, Salamanca-Jaca, 1979 (en col. con A. PALANCA).
112. La montaña como reserva. *Estudios geográficos*, 153: 443-471, C.S.I.C., Madrid, 1978 (1979).
113. Tendencias actuales en la ganadería del Alto Aragón. *Ibidem*, 153: 519-538, C.S.I.C., Madrid, 1978 (1979) (en col. con J. M. GARCÍA-RUIZ).
114. Resumen fisiográfico del Alto Aragón occidental (comunicación resumen). *Actas del 1.^{er} Congreso Español de Antropología*, 1: 77-105, Barcelona, 1977 (1980).
115. El concepto ecológico de "territorio montañoso": Revisión general. *Supervivencia de la Montaña. Actas del Coloquio Hispano-Francés sobre las Áreas de Montaña*: 51-67, Ministerio de Agricultura, Madrid, 1981.
116. La Reserva de la Biosfera Ordesa-Viñamala y el interés socio-económico de su estudio. *Pirineos*, 114: 5-34, Jaca, 1981 (en col. con J. R. VERICAD).
117. En memoria del profesor Henri Gaussen, co-presidente francés de la Unión Internacional de Estudios Pirenaicos. *Pirineos*, 114: 99-108, Jaca, 1981.
118. Apuntes sobre el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. *Pirineos*, 118: 113-121, Jaca, 1983.
119. Almadías y almadieros: el interés de su estudio histórico. *Pirineos*, 119: 109-151, Jaca, 1983.

120. Apuntes sobre el macizo de San Juan de la Peña. *Pirineos*, 120: 49-62, Jaca, 1983.
121. Evolución socio-económica reciente de tres comunidades comarcales pirenaicas y destino actual de las superficies más productivas de su demarcación. *Cuadernos de investigación geográfica*, 9(1-2): 41-81, Logroño, 1983 (1984).
122. Estudio comparado de las cuencas altas del Subordán y del Veral y de las unidades étnicas que utilizan sus recursos. *Pirineos*, 123: 5-152, Jaca, 1984.
123. Exemples d'utilisation des espaces plus fertiles dans les finages des Pyrénées Centrales, face à l'évolution des différents secteurs de production. *Proc. of symposium held June 27-July 2, 1983 in Barcelona-Pyrenees*. Com. on Rur. Develop. S.-Comis. Highlands and High latitude Zones of the I.G.U.: 105-111. Editado por R. MAJORAL y F. LÓPEZ-PALOMEQUE, Depart. de Geografía, Universidad de Barcelona, 1984.
124. Allocution au nom du Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Espagne. *Annales de la Fédération Pyrénéenne d'Économie Montagnarde*, 31(84): 22-25, Toulouse (Homenaje al prof. Gaussen), 1984.
125. Valle del Aragón de Canfranc (estudio descriptivo de recursos e historia de su utilización). *Pirineos. Notas y Comunicaciones*, 125: 117-140, Jaca, 1985.
126. I Réunion de "lies et passeries" dans les Pyrénées, Luz - Saint Sauveur, 1 de junio de 1985 (Reflexiones sobre el interés ecológico de los contratos faceros en la adecuada utilización de los territorios montañosos). *Pirineos. Reseñas y noticias*, 125: 143-149, Jaca, 1985.
127. Transformaciones recientes de la cabaña ganadera. Ponencia II. *Actas del III Coloquio Nacional de Geografía Agraria: Jarandilla de la Vera (Universidad de Extremadura), 26-29 de mayo de 1985*: 163-237. Consejería de Agricultura y Comercio de Extremadura, 1986 (en col. con A. VALDELVIRA, F. FILLAT y R. GARCÍA).
128. II Winter grazind grounds in the seminarid lowlands of the Ebro-Valley and in cross-section of the Pyrenees. *The transformation of the agricultural systems in the Pyrenees; its economical causes and ecological effects. Guide to the field trip. Commission on Mountain Geoecology. International Geographical Union, Barcelona-Jaca August 1986*: 28 pp., Jaca, 1986 (en col. con C. PEDROCCHI).
129. III Itinerary of the 26-VIII-1986 Ansó-Echo Valley in Western Pyrenees. Decline and transformation of the old-land large trashumant Systems. *Ibidem*: 21 pp., Jaca, 1986.
130. VII Visit to Ordesa National Park. Itinerary for 28-VIII-1986. *Ibidem*: 32 pp., Jaca, 1986.

131. Reflexiones sobre los límites altitudinales de las residencias humanas permanentes en el Alto Pirineo Aragonés. *Pirineos. Notas y Comunicaciones*, 127: 153-174, Jaca, 1986 (en col. con J. CREUS).
132. La Pardina de Esporret como unidad empresarial de las Sierras Prepirenaicas meridionales. *Pirineos. Notas y Comunicaciones*, 128: 79-118, Jaca, 1986 (en col. con A. VALDELVIRA).
133. Texto y comentarios a la versión del Valle de Aísa (Alto Aragón occidental) de una carta de paz internacional e intramontana. *Pirineos. Notas y Comunicaciones*, 125: 145-185, Jaca, 1986 (en col. con P. MARÍN).
134. Valle del Aragón de Canfranc (Estudio descriptivo de recursos e historia de su utilización). *Pirineos. Notas y Comunicaciones*, 125: 117-140, Jaca, 1985.
135. Consideraciones fenológicas de las biocenosis de altitud en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, acompañadas y apoyadas mediante estudio preliminar de los datos meteorológicos obtenidos, desde 1981 a 1989, en el observatorio de Góriz. *Lucas Mallada*, 4: 71-204, Huesca, 1992 (en col. con E. GIL-PELEGRÍN).

B. LIBROS Y MONOGRAFÍAS

136. *Guión para trabajos prácticos. Zoología-Cordados*. Publicación especial del Cent. pir. Biol. exp., Jaca, 1968 (en col. con J. NADAL, J. R. VERICAD, A. VIDAL y J. P. MARTÍNEZ-RICA).
137. *Alto Urgel, Alto Bergadá, Cerdaña y Andorra (Ámbito del VII Congreso Internacional de Estudios Pirenaicos)*. Instituto de Estudios Pirenaicos, Jaca, 196 pp. (director de redacción y colaboración en cinco capítulos referidos a distintos aspectos de ecología descriptiva e histórica de las comarcas referidas), 1974 (varios autores, edit. por E. BALCELLS).
138. *La vida rural en la montaña española (Orientaciones para su promoción)*. Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos, n.º 107, C.S.I.C., Jaca, 1980 (en col. con S. ANGLADA, J. CREUS-NOVAU, J. M. GARCÍA-RUIZ, C. E. MARTÍ-BONO y J. PUIGDEFÁBREGAS).
139. *Revisión faunística de los murciélagos del Pirineo oriental y Catalunya*. Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos, n.º 112, C.S.I.C., Jaca, 1983 (en col. con A. CAROL y F. J. SAMARRA).
140. *Ordesa-Viñamala*. Monografía n.º 37 del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, 127 pp., Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 1985.

141. "Preámbulo". In PEDROCCHI, C. *et al.*, *Estudio multidisciplinar de La Laguna, Sariñena (Huesca)*: 7-15, "Colección de Estudios Altoaragoneses", Instituto de Estudios Altoaragoneses, Huesca, 1986.

C. ESCRITOS DE VULGARIZACIÓN ZOOLOGICA Y BIOLÓGICA

142. Insectos viajeros: *Leptinotarsa decemlineata* Say. *Ibérica*, 2.^a época, 19(278): 310-312, Barcelona, 1954.
143. El Parque Nacional de la Engadina (Suiza). *Bol. R. Sociedad Española de Historia Natural*, 55: 451-470, Madrid, 1957.
144. La "Gran Aventura". *Ibérica*, 396, 3 pp., Barcelona, 1959.
145. El jardín zoológico de Dählhözli. *Ibérica*, 407: 3-8, Barcelona, 1959.
146. El estudio biológico de las cavidades subterráneas. *Memorias de la Asamblea Regional de Espeleología. Carranza, 1958*, 63 pp., Bilbao, 1959.
147. El "Château" de Clères. *Ibérica*, 420: 3-7, Barcelona, 1960.
148. El "Baby zoo". *Ibérica*, 426: 3-8, Barcelona, 1960.
149. Vertebrados del Pirineo. *Montaña*, 66: 3-8, Barcelona, 1960 (en col. con J. GRACIA).
150. La flora del Pirineo. *Sinergia*, 14: 66-75, Barcelona, 1960 (en col. con P. MONT-SERRAT).
151. La fauna pirenaica. *Sinergia*, 15: 64-76, Barcelona, 1960.
152. El estudio de las aves en Europa. *Arbor*, 187-188: 552-554, Madrid, 1961.
153. El estudio de las aves a través de sus costumbres. *Sinergia*, 23: 16-27, Barcelona, 1962.
154. *Ácidos nucleicos y su función*. Publ. del Laboratorio de Biología, Barcelona, 1962.
155. *Posibilidades de la vida extraterrestre*. Notas sobre temas de actualidad para estudiantes de Biología, Barcelona, 1962.
156. *Instrucciones sobre captura, recolección y envío de material herpetológico*. Publicación en forma de circular del Laboratorio de Zoología de la Facultad de Ciencias. Universidad de Barcelona.
157. *Graellsia isabelae*, mariposa de montaña. *Montaña*, 82: 237-240, Barcelona, 1962 (en col. con A. DICENTA).

158. La gaviota argentea. *Zoo*, 1: 15-16, Barcelona, 1962.
159. Vegetación y fauna de las Islas Medas. *Fiesta Mayor (1963)*, Torroella de Montgrí, 1963.
160. 1.^a Reunión del "Comité des Milieux Insulaires". *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 62 (Información Científica): 485-486, Madrid, 1964.
161. Los murciélagos migran. *Zoo*, 2, Barcelona, 1964.
162. Biología y nidificación en las Medas de la gaviota argentea o "gavià argentat". *Festa Major (1964)*, Torroella de Montgrí, 1964.
163. Datos geográficos de las Islas Medas. *Festa Major (1965)*, Torroella de Montgrí, 1965.
164. El clima del Montseny. *San Jorge* (Revista trimestral de la Diputación de Barcelona), 55-56: 18-25, n.º especial dedicado al Montseny, coordinado por el autor, 1965.
165. Animales del Montseny. *San Jorge*, 55-56: 38-55, Barcelona, 1965 (en col. con F. ESPAÑOL).
166. Varias "Notas bibliográficas". *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 63: 313 y ss., Madrid, 1965.
167. Coloquio sobre la protección de la Naturaleza en el Pirineo. *Actas V Cong. Intern. Est. Pir.*, 2, *Pirineos*, 79-80: 173, Jaca, 1966.
168. Coloquio sobre elaboración de la flora pirenaica. *Actas V Cong. Intern. Est. Pir.*, 2, *Pirineos*, 79-80: 83-84, Jaca, 1966.
169. Nuevas citas de murciélagos españoles. *Speleology*, 2: 171-172, 1966...
170. Información científica. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 66: 203-205, Madrid, 1968.
171. Coloquio sobre la productividad de los ecosistemas forestales en el mundo. Palacio de Congresos, Bruselas, 27-31 de octubre de 1969. *Pirineos*, 95: 153-156, Jaca, 1970.
172. XXII Congreso Internacional de Geografía [Montreal (Canadá), 10-17 de agosto de 1972]. *Pirineos*, 101: 75-76, Jaca, 1971 (La Redacción).
173. Noticiero sobre otras reuniones científicas. *Pirineos*, 101: 79-80, Jaca, 1971 (La Redacción).
174. Reseñas bibliográficas correspondientes al primer semestre de 1971. *Pirineos*, 101: 81-110, Jaca, 1971.

175. VI Congreso Internacional de Estudios Pirenaicos (Bagnères de Bigorre, 18-22 de septiembre de 1971). *Pirineos*, 102: 111-119, Jaca, 1971 (en col. con J. M. GARCÍA-RUIZ y C. E. MARTÍ-BONO).
176. Historia del estudio científico del Pirineo. *Arbor*, 343-344: 425-436, Madrid, 1974 (en col. con J. PUIGDEFÁBREGAS).
177. Las aves y su ecología: interés de su estudio. *Ibérica*, 53(162): 420-425, Barcelona, 1975.
178. Relato general del Congreso. *Actas VII Congr. Intern. E. Pirenaicos, Seo de Urgel-Andorra, septiembre 1974*, 1: 9-20, Jaca, 1976.
179. *Instituto de Estudios Pirenaicos (1942-1982). 40 años al Servicio de la Ciencia y la Cultura pirenaica*, 38 pp., Instituto de Estudios Pirenaicos, Jaca, 1983.
180. Conferencia de las Regiones Pirenaicas, organizada por el Consejo de Europa. *Pirineos*, 120: 93-103, Jaca, 1983.
181. Antes de cerrar nuestra edición. *Pirineos. Reseñas y noticias*, 128: 151, Jaca, 1985 (La Redacción).
182. Excursión al macizo de San Juan de la Peña, 9 de mayo de 1987. *Azara*, 1: 109-112, Zaragoza, 1989.
183. El vacuno pirenaico. Un recurso productivo e interesante para Aragón. *Surcos de Aragón*, 12: 33-39, D.G.A., Zaragoza, 1990 (en col. con A. VALDELVIRA).

D. POLÍTICA CIENTÍFICA

184. Simposio sobre Biogeografía de la Península Ibérica y otras notas informativas. *Miscelánea zoológica*, 1(1): 69-73, Barcelona, 1958.
185. Contribuciones diversas en Notas Informativas. *Miscelánea zoológica*, 1(2): 106-118, Barcelona, 1959.
186. Ídem. *Miscelánea zoológica*, 1(3): 173-198, Barcelona, 1960.
187. Ídem. *Miscelánea zoológica*, 1(4): 151-179, Barcelona, 1961.
188. *Zoólogos españoles y residentes en España*. Comisión de Estudios Zoológicos del C.S.I.C., Barcelona, 1962 y 1963.
189. *Sugerencias y aspectos de la labor zoológica en España*. Comisión de Estudios Zoológicos del C.S.I.C., Barcelona, 1963.
190. Objetivos y labor del Centro pirenaico de Biología experimental. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 62: 361-365, Madrid, 1964.

191. Diversas reuniones, notas y memorias. *Suplemento informativo y bibliográfico de Miscelánea zoológica*, 1(5), Barcelona, 1965.
192. Memoria bianual 1964-1965. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 1(4), Jaca-Barcelona, 1965.
193. Ídem. *Suplemento informativo y bibliográfico de Miscelánea zoológica*, 2(1), Barcelona, 1966.
194. El Programa Biológico Internacional y proyecto de aportación española elaborado por el Comité Español del P.B.I. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 64: 107-130, Madrid, 1966 (en col. con E. ORTIZ).
195. *Programme of the Spanish contribution to the IBP*. Madrid, 1966 (International Biological Programme. Spanish Comitee).
196. Finalidad y líneas de investigación del Centro pirenaico de Biología experimental. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 1(1), Barcelona-Jaca, 1966.
197. Publicaciones de orden interior. *Serie Noticias*, n.º 1, 1 p., Barcelona-Jaca, 1966 (La Dirección).
198. Visita a instituciones científicas del sur de Francia. Publ. orden interior. *Serie Noticias*, n.º 2, 3 pp., Barcelona-Jaca, 1966 (en col. con J. PUIGDEFÁBREGAS).
199. Instituciones francesas interesadas en el estudio del Pirineo. Publ. orden interior. *Serie Noticias*, n.º 3, 6 pp., Barcelona-Jaca, 1966 (en col. con J. PUIGDEFÁBREGAS).
200. Cartografía del Centro a disposición de los colaboradores. Publ. orden interior. *Serie Noticias*, n.º 6, 2 pp., Barcelona-Jaca, 1966 (La Dirección).
201. Parques nacionales y reservas españolas de la Cadena Pirenaica. Publ. orden interior. *Serie Noticias*, n.º 8, 9 pp., Barcelona-Jaca, 1966.
202. Aspectos de interés tratados en la reunión de la Junta Técnica del Patronato "Alonso de Herrera" en 13 octubre 1966. Publ. orden interior. *Serie Noticias*, n.º 9, 2 pp., Barcelona-Jaca, 1966.
203. La vegetación del valle del Ebro y de la vertiente española de los Pirineos. Publ. orden interior. *Serie Científica*, n.º 1, 41 pp. y 1 mapa, Barcelona-Jaca, 1966 (La Dirección).
204. Precisión y utilización de algunos términos ecológicos. Publ. orden interior. *Serie Noticias*, n.º 10, 2 pp., Jaca, 1967.
205. Normas sobre la redacción y preparación de trabajos para publicar. Publ. orden interior. *Serie Noticias*, n.º 11, 20 pp., Jaca, 1967.

206. Sobre orientación de algunas líneas de trabajo. Publ. orden interior. *Serie Científica*, n.º 3, 17 pp., Barcelona, 1967.
207. Precisiones sobre la orientación científica del Centro. Publ. orden interior. *Serie Científica*, n.º 4, 30 pp., Barcelona-Jaca, 1967.
208. Vida ganadera-montana en el territorio San Juan de Pie de Puerto-Ochagavía-Jaca-Biescas-Portalet de Tena. Seguido de "itinerario-guía" para el 19-20-VI-1967. Publ. orden interior. *Serie Científica*, n.º 5, 20 pp., Jaca, 1967 (en col. con J. PUIGDEFÁBREGAS).
209. Presentación del Centro pirenaico de Biología experimental. *Actas V Congr. Intern. Est. Pir. (Jaca-Pamplona, 1966)*, 2: 97-112, Jaca, 1968.
210. Los danzantes de Yebra de Basa. *Pirineos*, 87-90: 33-38, Jaca, 1968.
211. Inauguración de la exposición etnográfica pirenaica. *Pirineos*, 87-90: 39-40, Jaca, 1968.
212. *Notas para la elaboración de un libro de "Zoología: Cordados"*, 189 pp., Jaca, 1968.
213. Excursión Jaca-Pamplona por Ansó-Roncal y Las Aezcoas. *Pirineos*, 87-90: 43-114, Jaca, 1968.
214. 94.º Congrès National des Sociétés Savantes (Pau, 8-12 de abril de 1969). *Pirineos*, 95: 143-150, Jaca, 1970 (en col. con M. ÁVILA DE TEJADA).
215. Congreso de la "Fédération française d'Économie Montagnarde". *Pirineos*, 95: 151, Jaca, 1970.
216. Reunión informativa de l'«Association française pour la production fourragère» (Isère-Bajos Alpes, 7-10 octubre 1969). *Pirineos*, 95: 157-181, Jaca, 1970 (en col. con J. POU).
217. Cartografía de la distribución de los invertebrados europeos. *Pirineos*, 95: 139, Jaca, 1970.
218. Visita a los laboratorios y estaciones para el estudio de la productividad terrestre en Bélgica. *Pirineos*, 95: 135-137, Jaca, 1970.
219. Reunión de grupos de trabajo para la preparación del programa "Hombre y Biosfera" [(MAB) "Man and Biosphere"] (París, 3-14 de noviembre de 1969). *Pirineos*, 95: 163-165, Jaca, 1970.
220. Cursos de trabajos prácticos de Naturaleza pirenaica en el Centro pirenaico de Biología experimental: Estación de Jaca. *Pirineos*, 95: 167-170, Jaca, 1970.

221. El Consejo Superior de Investigaciones Científicas en Jaca, durante 1969. *El Pirineo Aragonés. Suplemento dedicado al Instituto de Estudios Pirenaicos y al Centro pirenaico de Biología experimental*, 7 pp. sobre labor y enfoque, Jaca, 1970.
222. Los cultivos de lavanda y su interés prepirenaico. *Pirineos*, 97: 67-83, Jaca, 1970 (en col. con J. POU).
223. Internacional Symposium on the ecological bases for environmental management. *Pirineos*, 98: 125-126, Jaca, 1970.
224. IV Asamblea General del Programa Biológico Internacional. *Pirineos*, 98: 127-128, Jaca, 1970.
225. Cursos de verano en el Centro pirenaico de Biología experimental (verano de 1970). *Pirineos*, 98: 129-130, Jaca, 1970.
226. Curso de campo sobre Geografía regional (Aragüés-Jasa, 1-10 de agosto de 1970). *Pirineos*, 98: 131-132, Jaca, 1970.
227. Reflexiones sobre enfoque de estudios integrados cara a la ordenación de territorios. Publ. orden interior. *Serie Científica*, n.º 7, 23 pp., Jaca, 1970.
228. Estudio descriptivo del ganado ovino en el Pirineo. Publ. orden interior. *Serie Científica*, n.º 9, 30 pp., Jaca, 1970.
229. Labor y cometido del Centro pirenaico de Biología experimental en el estudio de animales vertebrados. *Zoo: servicio municipal de Parques y Jardines de Barcelona*, 11: 23-26, Barcelona, 1971.
230. Cursos de verano en el Centro pirenaico de Biología experimental (verano de 1971). *Pirineos*, 102: 121-124, Jaca, 1971.
231. Estudio de los tocones de pino silvestre en San Juan de la Peña. Publ. orden interior. *Serie Científica*, n.º 6, 56 pp., Jaca, 1972 (en col. con M.ª J. SANCHO-CRESPO).
232. El Alto Aragón occidental (Guía científica e itinerarios de estudio). Publ. orden interior. *Serie Científica*, n.º 14, 64 pp., Jaca, 1975 (en col. con otros).
233. General characteristics of Western High Aragón. Publ. orden interior. *Serie Científica*, n.º 16, 16 pp., Jaca, 1975.
234. Contribución a la elaboración de la "Ponencia general n.º 5: Zoología" en PATRONATO "ALONSO DE HERRERA": *Directrices generales sobre política científica del Patronato*: 193-255. División de Ciencias Matemáticas, Médicas y de la Naturaleza, Madrid, 1975 (en col. con D. SELGA).

235. Contribución a la elaboración de la “Ponencia general n.º 8: Ecología” en PATRONATO “ALONSO DE HERRERA”: *Directrices generales sobre política científica del Patronato*: 319-395. División de Ciencias Matemáticas, Médicas y de la Naturaleza, Madrid, 1975.
236. Contribución a la elaboración de la “Ponencia general n.º 9: Clima” en PATRONATO “ALONSO DE HERRERA”: *Directrices generales sobre política científica del Patronato*: 399-434. División de Ciencias Matemáticas, Médicas y de la Naturaleza, Madrid, 1975 (en col. con J. PUIGDEFÁBREGAS).
237. *Programa de participación española*. M.a.B. *Programa Hombre y Biosfera*. Comisión española. 30 pp., 1975.
238. Thème 6: Impacts des pollutions et nuisances sur les milieux naturels méditerranéens (M.a.B.). A. Cas de la pollution atmosphérique sur les biocénoses (M.a.B.2); identification des espèces indicatrices pour différents niveaux de pollution. *Mémoire sur les activités espagnoles suivant la thématique d'Étude proposée. Points de vue du Comité*: 49-50, Jaca. Publicación a xeroscopia de la Comisión española para el M.a.B. en preparación de la Conferencia científica del M.a.B.-Méditerranée en Montpellier (27-IX al 2-X 1976), 1976.
239. Thème 6: Impacts des pollutions et nuisances sur les milieux naturels méditerranéens (M.a.B.4). B. Cas de la pollution aquatique (M.a.B.5 et 14). *Ibidem*: 50-54, 1976 (en col. con S. OLIVER).
240. Impacts du tourisme sur l'écosystème et paysages côtiers méditerranéens (M.a.B.13). *Ibidem*: 55-58, 1976.
241. Conferencia M.a.B.-Mediterráneo. *Revista-Información*, 9: 93-97, Comisión Nacional Española de Cooperación con la UNESCO, Madrid, 1977 (en col. con S. OLIVER).
242. El medio ambiente y el hombre en la montaña. *Boletín Informativo del Medio Ambiente*, CIMA, 2: 15-34, Madrid, 1977.
243. Los museos de Ciencias Naturales y sus recursos culturales. *Arbor*, 381-382: 37-61, C.S.I.C., Madrid, 1977.
244. *El Pirineo: contraste de paisajes; enlace de pueblos*. Temario de la conferencia pronunciada en la sesión académica de Huesca el 22 de mayo de 1976. 77 pp. Comisión Internacional de los Pirineos. Imprenta del Ministerio de Asuntos Exteriores, Madrid (1976), 1977.
245. Preámbulo al primer fascículo. *Estudio integrado y multidisciplinario de la dehesa salmantina, 1. Estudio fisiográfico descriptivo (1)*. Contribución a proyectos UNESCO-M.a.B.: 5-8, Salamanca-Jaca, 1977.

246. Interés mundial del estudio multidisciplinario e integrado de la Biosfera. *Actas del 1.º Congreso Español de Antropología*, 1: 25-31, Barcelona, 1977 (1980).
247. Orientación actual del Instituto de Estudios Pirenaicos. *Pirineos*, 110: 55-94, Jaca, 1981.
248. Labor directiva e investigación geológica durante los cinco primeros lustros del Instituto de Estudios Pirenaicos. *Acta geològica hispànica (Homenatge a Lluís Solé Sabarís)*, 14: 32-38, Barcelona, 1981.
249. Fundación y desarrollo del Instituto de Estudios Pirenaicos. *Bol. Soc. Española de Historia de las Ciencias*, 4(6-7): 5-19, Zaragoza, 1981.
250. Crónica y aspectos de mayor interés. Coloquio Hispano-Francés de Herpetología. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 13: 117-142, Jaca, 1982.
251. Entrega del volumen homenaje al prof. Luis Solé-Sabarís. *Pirineos*, 118 (reseñas): 123-129, Jaca, 1983.
252. Homenaje al prof. Henri Gaussen, co-presidente francés de la Unión Internacional de Estudios Pirenaicos. *Pirineos*, 118 (reseñas): 124-126, Jaca, 1983.
253. Investidura del grado de doctor "honoris causa" de Francisco Español-Coll, antiguo miembro del Instituto de Estudios Pirenaicos y director del Museo de Zoología de Barcelona. *Pirineos*, 118 (reseñas): 128-129, Jaca, 1983.
254. Crónica del Instituto. *Pirineos*, 118 (noticias): 131-135, Jaca, 1983.
255. Estado actual del proyecto MAB n.º 510. *Pirineos*, 120: 65-87, Jaca, 1983.
256. Crónica del Instituto. *Pirineos. Reseñas y noticias*, 121: 91-93, Jaca, 1984.
257. Reuniones sobre Ecología, Economía y promoción de la montaña. *Pirineos. Reseñas y noticias*, 126: 237, Jaca, 1985 (1986) (La Dirección).
258. Jornadas de estudio sobre la montaña. Riaño (provincia de León). 1-4 de noviembre de 1984. *Pirineos. Reseñas y noticias*, 126: 238-242, Jaca, 1985 (1986).

**REFLEXIONES SOBRE
ZOOGEOGRAFÍA
Y ECOFISIOLOGÍA ANIMAL.
SU APOYO A ESTUDIOS DE
ORDENACIÓN
DEL TERRITORIO***

E. BALCELLS R.**

* Texto íntegro del discurso ofrecido por el Dr. E. Balcells con motivo de su investidura como *Doctor Honoris Causa* por la Universidad de Zaragoza, el 16 de mayo de 1991.

** Instituto Pirenaico de Ecología (C.S.I.C.). E-22700 JACA (HUESCA).

1. INTRODUCCIÓN

Transcurridos más de veinticinco años de preferente dedicación a crear y dirigir un centro vertido al estudio de los problemas multidisciplinares de Ecología de montaña y a la promoción de territorios montañosos, me veo obligado –tras largo pero parcial paréntesis– a una revisión sincera de mi inmediata temática investigadora y, sobre todo, la referida a problemas de Ecología animal.

La referida reflexión no sólo pretende atención al valor especulativo futuro de mis próximos resultados, sino también a su inmediata y posible utilización en aspectos de ordenación del territorio y, muy concretamente, a los que al mismo tiempo detectan la incidencia de los recursos geofísicos.

Tal oportunidad revisiva e inolvidable la proporcionó mi reciente promoción a doctor *honoris causa* por la Universidad de Zaragoza, a iniciativa de su Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, cuyo resumen ha sido ya publicado (v. BALCELLS, 1991). De ahí que, de acuerdo con el estudio paralelo elaborado con tal motivo, me viera obligado al apoyo de otra versión más doctrinal, intentando poner al día mi labor investigadora en Zoogeografía, ciencia puente y por tanto de necesaria situación en el contexto de las Ciencias geográficas.

Elimino así del contexto del presente escrito los dichos aspectos generales, concentrándome de forma más directa e inmediata en los referidos a Biología y Ecología animal. En el referido tema, interesa declarar que soy consciente de los siguientes hechos que han regido mi historia investigadora, prescindiendo aquí de su glosa.

La presencia de un animal en cualquier lugar obedece a tres causas fundamentales: históricas, ecológicas y las debidas a sus recursos genéticos. Como secuela y de forma ya clásica en los últimos cincuenta años, debe ser tenido en cuenta el apoyo prestado por la Ecología y la Zoogeografía al estudio de la Evolución de la vida animal en nuestro planeta. De hecho, las tres ramas científicas constituyen un apoyo inseparable y sugerente al debido progreso en el campo de cada una de ellas. Como indicaba ya MARGALEF en 1959, dichas tres materias vienen a ser los tres vértices de un triángulo en el que se encierra lo más interesante que puede enseñarnos el estudio de los organismos “a cielo abierto”; es decir, en sus reales condiciones de vida. Cuando así ocurre, están sometidos

los recursos bióticos a una constelación de circunstancias que, muchas veces, se deforma y simplifica en exceso, tan pronto como las estudiamos en el laboratorio.

Cabe así ser conscientes –y son numerosos los ejemplos que sucesivamente aparecen en la exposición adjunta– de que la constelación de factores ambientales, explicando la presencia y el comportamiento de las especies y en concreto los animales, no se reduce en exclusiva a los geofísicos, sino a todos los ambientales, químicos incluidos y aún más los bióticos, o sea, en este último caso, la relación entre las especies.

Sin embargo, la complejidad del problema obliga en fases iniciales a cierta simplificación de partida. En buena medida, mi actividad investigadora y primeras fases se centraron en el ámbito de la Zoogeografía aplicada. Me apoyé sobre todo en métodos corológicos, pero intentando no perder de vista el trasfondo causal o interpretativo, comprobando observaciones biológicas de campo más en contacto con la realidad y su ulterior constatación con datos experimentales y de laboratorio. Son precisamente los últimos los que me han conducido a preocuparme de problemas fenológicos, apoyando y sugiriendo la atención detallada al estudio de los recursos geofísicos, como útil telón de fondo, ante conclusiones matizando soluciones de ordenación y gestión territorial. Se intenta además no olvidar aquellos aspectos que inciden en prácticas de educación. Tal sería el modesto interés naturalista que aportaría mi labor investigadora actual, de distinto matiz que el supuesto para las Ciencias geográficas, en su versión más concreta.

2. EL ESTUDIO DE LAS ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES

Me enseñaron mis maestros en etapa escolar universitaria que cualquier reflexión introductoria a un aspecto científico era conveniente que se apoyara en la historia específica y su evolución. Me veo así moralmente obligado a apoyarme también en el previo recuerdo de mis circunstancias profesionales y científicas, al iniciar la revisión que me propongo y que a continuación inicio, con el título que la encabeza.

Cuando mediada la década de los cuarenta inicié mis tareas investigadoras, lo hice influido por las inquietudes promotoras de nuestra profesión de biólogo, entonces de desarrollo incipiente y de interés poco reconocido, sobre todo en sus vertientes de aplicación. Me interesé así en un tema que entraba de lleno en los objetivos de la Zoogeografía aplicada, cual el problema de la delimitación de las áreas de dispersión potencial de ciertas especies, capaces de manifestarse en plaga y, por lo tanto, destacando su interés en predecir los territorios de otros continentes, susceptibles de acogerlas y de su posible ulterior prosperidad, dada la plasticidad de los recursos genéticos propios de tales táxones.

La importancia económica del tema mantenía amargos precedentes, datando de fines del siglo pasado, pero habiendo confirmado todo su interés sucesivo durante las primeras décadas del presente. Cabe adjudicar las causas de dicha problemática a dos aspectos del progreso tecnológico: a) La simplificación drástica de los ecosistemas autóctonos o clí-

max, sustituidos en el espacio por la uniformidad del régimen de cultivos en grandes extensiones, representando etapas de la sucesión ecológica, sumamente inmaduras y muchas veces nuevas. b) Posibilidades de contagio y dispersión, animadas por el transporte y los intercambios mercantiles intercontinentales, creciendo a gran ritmo.

Dichos riesgos, causando mayor impacto, no sólo los acrecentaba la plasticidad de las especies plaga, procedentes de territorios de clima variable y continental, mejor capacitado para mantener la heterogeneidad genética de los táxones, sino también de los países que los recibían, muchos de ellos jóvenes, con muy escasa historia colonizadora (zona templada de América del Norte) y aquellos otros además “vacíos” (Australia), refugio de especies antiguas y escasamente competitivas, con las importadas. A las características de las referidas especies eurícoras (de amplia distribución) el hombre facilitaba, no sólo su capacidad de prosperar, sino también los medios de dispersión intercontinentales.

Se sugirió así que ciertas formas de Eurasia mantenían capacidad superior de dispersión e instalación que las de América del Norte, quizás debido a la existencia, en el Antiguo Continente, de más amplios territorios con clima oscilante y continental. Así lo permitirían confirmar ejemplos como la adaptación rápida del gorrión doméstico, el estornino, las ratas, los ratones caseros y la misma carpa, acompañados de numerosas especies de insectos procedentes de la civilizada Europa. Sin embargo, también cabe considerar espectaculares efectos en invasiones de sentido opuesto, causando agudos problemas y obligando a cambios drásticos en la utilización del territorio en el Antiguo Mundo. Importa aludir así a la expansión de la *Phylloxera* de la vid, la rata almizclera en el sector central de nuestro continente y, sobre todo, el escarabajo de la patata, *Leptinotarsa decemlineata*, especie que merece cierta atención. Originada en el centro diferenciador de especies de su género (localizado en las mesetas mejicanas de clima continental) y adaptada a la ingestión de la patata y otras solanáceas afines de huerta y gran cultivo, prosperó, invadió y progresó rápidamente, a través de las llanuras de EE.UU., con grandes y uniformes espacios dedicados al cultivo extensivo de la referida planta, a una velocidad promedio calculada de 70 Km/año¹. El transporte marítimo en una etapa crítica le permitió penetrar en Europa a través de Burdeos y Aquitania en el transcurso de la 1.^a guerra mundial, llegando a la Península Ibérica poco antes de la guerra civil, en los años treinta.

Todo ello permite ambientar la inquietud reinante en los servicios de defensa antiplagas en los años que se reseñan. Periodo feliz que tienta –parodiando a D. Quijote– califi-

¹ En realidad a la especie montaraz a que se adaptó fue a *Solanum rostratum* y se dispersó hacia el norte con ella. La invasión sobre la patata fue posterior, secundaria y espectacular. V. por ejemplo: BALCELLS, 1954. Revista *Ibérica*, 279, Barcelona. Cabe comentar que nuestra solanácea, de gran interés alimentario y quizás de procedencia americana, pero lejana a EE.UU., adquirió incremento y continuidad en la uniformidad de su cultivo, que resulta inolvidable tras haberlo visto en el estado de Indiana, p. ej., en los años cuarenta.

car así de “áureo”, puesto que la promoción de los ulteriores y eficaces pesticidas orgánicos se hallaba todavía “en mantillas”. El control de las importaciones constituía así la única logística preventiva, ante tales y posibles infestaciones explosivas. Descendiendo a lo anecdótico, cabe recordar el relato que con frecuencia contaba mi maestro, el profesor Francisco García del Cid, sobre la drástica actuación de los servicios civiles en los aeropuertos norteamericanos, condenando al fuego inmediato, durante el desembarco, a los ramos de flores de despedida con que se obsequiaba a las esposas de los visitantes ilustres que abandonaban Europa. Actuación estereotipada, pero todavía vigente.

Si, pese al referido cuidado, penetraba la plaga y se expandía, se asignaba a los biólogos una responsable misión: viajar al país de origen, a la búsqueda de todos aquellos depredadores capaces de diezmar al agente en la plaga y focalizar así una etapa de lucha biológica (*biological control*).

Dicho servicio se hallaba lleno de dificultades y solía mostrarse complejo, dado su carácter multidisciplinar, requiriendo investigación integrada. Por un lado resultaba dificultoso desarraigar a los depredadores, remitirlos en condiciones adecuadas para sobrevivir durante el viaje y lograr luego su adaptación a las condiciones simplificadas de cultivos extensivos en etapa ecológica de sucesión inmadura. En muchas ocasiones era imprescindible repetir la operación, hasta lograr que la población depredadora se “adaptara” al ciclo de la presa y lo hiciera “nadando y guardando la ropa”; es decir, que su eficacia en destruirla no fuera tal que, en una temporada propicia, eliminara casi toda la población depredada, atentando en contra de sus propios recursos de sobrevivencia. En otros casos, los depredadores, diezmando la plaga en origen, eran muchos y su sobrevivencia requería apoyo en biocenosis de mayor madurez (por ejemplo marginales a los cultivos) y, por lo tanto, no improvisables ante la simplificación alcanzada en la monotonía paisajística del país de acogida.

Tuve la ocasión de cooperar en una de tales misiones promovida por los servicios agrarios australianos. Dirigida a la búsqueda y captura de la fauna que, en nuestro ámbito mediterráneo y xerófilo, depredaba una mala hierba ruderal, como el heliotropo europeo. Especie de gran tasa reproductora y bien conformada para resistir la sequía, que había “enriquecido” inadvertidamente la flora de la faja isoclimática del vacío Novísimo Continente, creando un problema de dominancia y competitividad en los campos abandonados y esteparios (BALCELLS, 1952). Se producía así y una vez más un problema semejante al derivado de la introducción del conejo, cuya expansión explosiva, no sólo deterioró el medio en su día, sino que amenazó la misma sobrevivencia del omitorrinco.

Sea para prevenir invasiones de especies amenazantes, sea para ulteriormente frenar sus perjuicios mediante introducción de agentes depredadores, el estudio de las áreas de distribución de las especies era un problema de básico interés a mediados de la presente centuria, por las causas expuestas; si bien lo sigue siendo hoy por otras muchas razones a las que convendrá referirse oportunamente. La metodología utilizada, forzosamente apoyada en cálculos cuantitativos, es distinta para cada objetivo, extensión del territorio con-

siderado, escala empleada e información intensiva suficiente de datos de presencia/ausencia de la especie que se estudia o de la biocenosis en que se halla integrada. Se considera, no obstante, que la metodología entonces en boga dio resultados aceptables y parece así de interés recordarla hoy.

El principal problema es corológico; estribaba en una selección certera de los parámetros limitantes y su ulterior representación cartográfica a escala adecuada, según los fines y la densidad informativa existente, no sólo del área del momento en un continente, sino también diseñar la potencial, intuyendo la expansión de recursos similares en las restantes tierras. Al primer aspecto de definir el área se sumaba así otro de predicción. Todo ello se apoyaba en las tres operaciones siguientes:

- a) Delimitación de las áreas continentales reales y propias del momento.
- b) Intuición de unos adecuados parámetros que definieran con ajuste aproximado y global la totalidad del área, con ciertas garantías y apoyo en el cálculo de probabilidades.
- c) Deducción ulterior de la zona potencial, extrapolando a otros continentes los límites hallados (fajas isocondicionales) e incluyendo datos de incidencia en el hemisferio opuesto, ante la posibilidad de prosperar en fajas isocondicionales en el otro costado de la zona tórrida, alcanzando así una distribución final disyunta probable.

A. Delimitación del espacio geográfico ocupado por una especie plaga

Se apoya en información faunística previa, sobre la posible presencia de la especie en un territorio más extenso que el de presumible ocupación, al menos en latitud. Valen así igualmente los datos de presencia que los negativos de posible ausencia. En caso de que dicha información extensiva exista, lo certero de los resultados depende de la uniformidad de la prospección territorial. El logro de una información completa como la indicada entraña ciertas dificultades, sobre todo cuando se trata de grupos poco vistosos, que no han gozado de la atención de coleccionistas cooperadores. Sus menciones resultan incompletas y casi siempre coinciden con la distribución geográfica de los investigadores estudiosos del grupo. En otras ocasiones –incluso cuando se trata de grupos que gozan de la popularidad prospectiva (aves, mariposas, caracoles)–, ocurre que las especies “vulgares” son las menos informadas y mencionadas, pues los coleccionistas “entienden” que no son merecedoras de registro preciso². Claro está que, hasta cierto punto, el problema

² En mi encuesta a registros de museos europeos (v. BALCELLS, 1954), con objeto de definir el área real de varios escarabajos crisomélidos y sus depredadores de tendencia eurícola, confiaba en 1946 en la obtención de un máximo de citas concretas, procedentes del museo de París. Sin embargo no fue éste el resultado. Entonces, las colecciones de los museos no sólo carecían de informatización, sino que además los más ricos, precisamente, incorporaban de forma algébrica a sus materiales las colecciones donadas por los recolectores, sin previa intercalación de los objetos en una sola colección general. Efectivamente, no pude obtener de la dirección del Laboratorio de Entomología otro dato sobre los táxones consultados que una respuesta genérica como la siguiente: “elles sont des espèces qu'on trouve un peu par tout”.

se simplifica cuando se trata de especies de acusado interés antrópico declarado, puesto que los servicios sanitarios de toda índole, a cargo de la Administración, rellenan ese vacío con información relativamente densa. Superados los relatos antecedentes, el área vendrá definida sobre un mapa por una nube de puntos de presencia, más o menos densa según la frecuencia de citas, a la que cabe suponer tanto mayor cuanto más cerca esté del óptimo vital de la especie definido por su abundancia, disminuyendo hacia ambos bordes del área, donde las citas tenderán a rarificarse³.

Como es bien sabido, las áreas de algunas especies son vastas, clasificándose de eurícoras, pudiendo, las más frecuentes, llegar a ser *cosmopolitas*, en cuyo caso viven y prosperan en todos los países donde hallan condiciones adecuadas para su reproducción y desarrollo. Las designadas como estenócoras, en cambio, ocupan áreas más reducidas y son más bien calificadas como endémicas. Entre las eurícoras, las hay de área continua o discontinua y sus discontinuidades son atribuibles en general a complejas causas históricas y a la distribución cortada actual de los recursos que su valencia ecológica requiere⁴; éstas se llaman de área *disyunta* y, entre ellas, cabría incluir las *bipolares* o *antitropicales*, cuando su disposición es en franjas al norte y al sur de la zona tórrida.

B. Elección de parámetros limitantes

La definición y la delimitación cartográfica más o menos continua de las áreas, su sistematización e interpretación, requieren otros apoyos, otros datos, y penetrar ya en la temática de la Zoogeografía ecológica o histórica. Sin embargo, ciñéndonos al tema expuesto, cabría prescindir de dichas últimas especulaciones y concentrarnos exclusivamente en la realidad actual. Tienta así, de inmediato, aplicar a la definición de área de especies continentales (animales terrestres y de aguas dulces) únicamente parámetros de exclusivo y aséptico índice espacial, sin buscar otras explicaciones a la ubicación de las localidades donde se menciona la especie considerada. Se ha recurrido así y a veces a las mismas divisiones político-administrativas o al empleo de cuadrículas más o menos universales, tales como la U.T.M. o los valores angulares de longitud y latitud. El perfeccionamiento de tales metodologías está hoy muy avanzado, sobre todo para otros objetivos que requieren escalas más detalladas (y por lo tanto mayores). Sin embargo, resultan de difícil expresión interpretativa y se prestan quizás mal ante la consideración de las áreas de mayor espacio y menor densidad de datos, como ocurriría ante el tema aquí planteado, no admitiendo así una densidad de unidades superficiales de cuadrícula que indicaran suficientemente el contorno sinuoso de los continentes o de la misma orografía. Parece así imprescindible apoyarse en otras consideraciones más simplistas, dadas las características de las especies animales-plaga. A dicho proceso simplificador se alude a continuación.

³ Sin embargo, tal facilidad tiene otros inconvenientes: existe una gran diferencia en la frecuencia y densidad de citas entre los territorios donde se manifiesta como seria plaga y los restantes, donde se rarifica.

⁴ Por ejemplo los geofísicos.

Sin duda alguna las áreas ocupadas lo son por reunir una serie de características ecológicas imprescindibles para la vida de la especie. Las exigencias son grandes y complejas en las especies estenócoras —designadas como estabilizadas—, de acusada homogeneidad genética y más bien así propias de ecosistemas maduros, federados a unos factores muy diversos y dentro de límites de variabilidad muy precisos, sujetos a recursos, no solamente geofísicos destacados, sino químicos y hasta bióticos. Así, en cuanto a sus relaciones tróficas, forman parte de ecosistemas o nichos maduros. Por el contrario el problema se simplifica ante las especies plaga. En cuanto a su alimento dependen de una sola o única especie, previamente extendida por el cultivo, en grandes áreas uniformes. Junto a la referida circunstancia, cabe recordar que se trata de especies eurícoras, propias de ecosistemas o nichos escasamente maduros y biocenosis apartadas de la clímax y por lo tanto en etapa sucesional; son así especies más capaces de seguir las fluctuaciones ambientales, manteniendo gran heterogeneidad en sus recursos genéticos poblacionales. Son casi siempre táxones oportunistas, que siguen la estrategia de la r y por lo tanto de elevada tasa de multiplicación, utilizando para desarrollarse en número procesos de toda índole, entre los que destaca el rápido crecimiento en etapa juvenil, el no menos rápido alcance del estadio adulto y la repetición de generaciones, aprovechando periodos estacionales favorables. Son, en definitiva, calificadas de plásticas⁵.

⁵ El concepto sería casi equivalente al de amplia valencia ecológica. La plasticidad sería la propiedad de un organismo de manifestar variaciones somáticas y por lo tanto mantener, como taxon, la capacidad de responder positivamente a diferentes combinaciones de factores ecológicos. A veces, pero no siempre, acompañan cambios morfológicos a las adaptaciones fisiológicas; así ocurre con referencia a la temperatura, que incide en la talla de muchas especies. En otros casos, la temperatura influye sólo en variaciones de la capacidad fisiológica de regulación; así, una especie ecológicamente muy plástica mantendrá un consumo menos diverso de oxígeno a distintas temperaturas que otra menos plástica. Una especie capaz de dar más de una generación al año se mantiene más plástica respecto a la temperatura. Las especies plásticas se han calificado también de pioneras, oportunistas, pródigas, apocráticas o cinetófilas (v. MARGALEF, 1974). En general suelen ser eurícoras, con tasas de multiplicación elevada, única forma de ocupar rápidamente un “espacio vacío”, adaptadas a condiciones cambiantes en el tiempo y en el espacio. Se dice que practican la estrategia de la r (factor que mide su competitividad con apoyo en una ecuación matemática), lo que se traduce en que su poder de competencia se basa en su gran capacidad de multiplicación, la cual suele ir ligada a una vida breve. Las especies, por adaptarse a situaciones menos variables, pueden perder plasticidad a nivel de población y por causa de selección. En tales casos suele decirse que se *estabilizan*. Por dicha causa, reducen su capacidad de colonización actual a biotopos singulares, donde las circunstancias que han provocado su estabilización se conservan desde tiempo muy antiguo (p. ej. cavidades subterráneas), dando lugar a los llamados “fósiles vivientes”. Por el contrario, las especies que “quedan” (=se estabilizan) si se permite autoorganizarse al sistema que corresponde al lugar, en etapas maduras; son las estrategias de la K , las más adaptadas a resistir con recursos limitados y *son más eficientes* que capaces de rápida proliferación. Sustituyen a las especies oportunistas a medida que las condiciones del sistema maduran y devienen más estables.

En tales casos se puede prescindir de muchos de los requisitos afines a las especies estenócoras; entre ellos, la carencia de agentes autóctonos similares en el nuevo territorio ocupado y la heterogeneidad genética que conservan los recién llegados, que no sólo elimina problemas de competitividad, sino que les permite reaccionar de manera ágil a las amplias oscilaciones ambientales. Cabe así admitir para dichas especies una destacada dependencia del entorno geofísico en exclusiva, ante el problema de delimitar el área global (BALCELLS, 1956a).

No obstante, los pioneros en la investigación con tal finalidad predictiva (v. p. ej. QUILIS, 1934/1940) iniciaron sus estudios intentando calcular las llamadas “fajas isocondicionales” con apoyo en simples datos de latitud, correspondientes a las localidades donde la especie estaba presente, como variantes para elaborar una serie estadística de frecuencias. Sin embargo, al hacerlo consideraban de manera implícita dichas variantes como reflejo aproximado sobre todo de la temperatura local y, complementariamente, de la humedad, la flora atacada por el agente plaga, la altitud, etc. Sin embargo, unos y otros factores no dependen estrictamente de la latitud y la intervención de la longitud geográfica complicaba los cálculos y su interpretación. Parecía así más lógico—dadas las circunstancias ecológicas del tipo de taxon estudiado— tener sólo en cuenta líneas geográficas más relacionadas con el factor geofísico de probable mayor incidencia, como las isotermas. El referido método evitaba además dos puntos: a) El envaramiento que suponía el empleo para la representación cartográfica de sus límites mediante líneas rectas, fruto de la proyección de meridianos y paralelos, ventajosamente sustituidos por sinuosas isotermas. b) La equivalencia potencial de los datos del hemisferio boreal con los del austral, cuya zona templada es sin duda muy distinta, suprimiendo así toda posibilidad de extrapolación de los datos en el trazado de las franjas potenciales isoclimáticas. Así se ensayó, en estudios a pequeña escala global. Otros geógrafos, en cambio, preconizaron también el uso de las isotermas reales, pero sólo cuando estudiaban distribuciones a mayor escala, es decir el empleo de isotermas no reducidas (SOBRE, 1943; véase también en este punto el trabajo reciente de G. del BARRIO, 1990).

En aquellas fechas (década de los cuarenta), el uso de las isotermas para intentar explicar los límites areales de las especies mantenía, por otro lado, antecedentes, tanto muy lejanos como próximos; así, lo utilizó Humboldt (v. HESSE, ALLEN *et al.*) para explicar fronteras, por causa de las bajas invernales (isoquímica de enero), y más modernamente lo hemos aplicado en nuestro instituto (MARTÍNEZ-RICA, 1974) al considerar las áreas ocupadas por salamanquesas de amplia distribución geográfica. Por su parte, GUIART (1934) lo confirmaba de forma tajante en estudios de Geomedicina, concluyendo que los valores en grados de longitud y latitud permiten sólo trazar líneas arbitrarias útiles para situar un lugar geográfico, si bien no son más que mediocres indicadores del clima. Dicho razonamiento le llevó a la aplicación de las isotermas en el estudio de la

distribución geográfica de las enfermedades infecciosas, especialmente aquéllas vectadas por insectos, tema en definitiva muy similar al de depredadores de gran impacto en cultivos⁶.

Descendiendo a un ejemplo, para el cálculo de las fajas isocondicionales correspondientes al llamado pulgón de la vid [*Haltica* (= *Altica*) *lythri* ssp. *ampelophaga*, v. BALCELLS, 1954b] se procedió como sigue: por cada cita, se consideró al elaborar el estadístico un valor de la isoterma correspondiente como variante. Se procuró además que la información previa de las citas cubriera toda el área presumible, obteniéndose unas 90 variantes. Cupo luego considerar (como ya se ha indicado en 2.A.) que en la franja donde radicaban los recursos más próximos al óptimo para la especie habría mayor frecuencia de citas. El cálculo de los estadísticos permite obtener los valores de la desviación típica (=dispersión cuadrática) y, con ellos, las dos isotermas que los representan. La franja entre ambas isotermas alberga un máximo de frecuencias, que indican el referido óptimo, al que se supone coincidente con la manifestación como plaga. La máxima distribución teórica vendría limitada a ambos lados del valor medio por el trazado de isotermas correspondiente al triple de la dispersión.

La aplicación del método suponía así notables ventajas aparentes sobre el uso de los valores de la latitud como variantes. Así, la isoterma de la temperatura media anual sólo sigue groseramente los meridianos y aun sinuosamente; en muchas ocasiones rectifica —de forma acusada— dicha general dirección, por ejemplo torciendo por causas climáticas regionales en ángulo casi recto, ora hacia el norte, ora hacia el sur, sobre todo al salir de los continentes con motivo de diversos influjos oceánicos (corriente del Golfo, p. ej.). Tal comportamiento manifiesto es el que obliga a pensar en un mejor ajuste a la realidad que en el apoyado en la latitud.

Podría así objetarse que el método no tiene en cuenta valores estacionales extremos y sobre todo que, siendo la humedad un factor climático de importancia inmediata a la temperatura para organismos aéreos, se desprecia. Sin duda alguna el tema es de solución difícil, no siempre se hallan en el mercado editorial mapas auxiliares de isoyetas a nivel mundial, superponibles a los de isotermas (v. BERGHAUS). Para resolver ambas objeciones se pensó en repetir un cálculo similar con apoyo en la isoquímica de enero —sin duda exagerando las desviaciones hacia los meridianos más acusadamente que la anual— y la

⁶ Y añade: "(...) ya que la distribución geográfica de las enfermedades coincide con zonas térmicas limitadas por dichas líneas", que él aplicó, con resultados brillantes, al estudio del paludismo y de la peste bubónica. En algunas ocasiones y sobre todo en territorio continental, dos isotermas señalaban límites de infección endémica, mientras que otros dos valores expresaban la expansión pandémica, debida a oscilaciones climáticas interanuales en territorios vecinos. También los genéticos han aplicado isotermas, uniendo puntos de similar oscilación térmica anual, para definir los límites de razas geográficas de *Drosophila* (v. citas en BALCELLS, 1956a).

isótera de julio, acusando los valores estivales en el centro de los continentes y con ellos, hasta cierto punto, la escasez continental de precipitaciones estivales (que suele ser correlativa). La superposición de las tres zonas, intercalando los límites donde coinciden superficies afectadas por las tres y rechazando los territorios sólo afectados por dos o por una faja, dio una división más acabada de la realidad y un mejor ajuste para ambas fajas isocondicionales, tanto para la zona de plaga u óptima, como para la zona de máxima distribución, teóricamente ocupable (*life zone*). Algunos aspectos críticos se resumen a continuación (bajo el próximo título).

C. Deducción de la zona potencial

Si bien el método parece tan sólo aceptable para especies de amplia distribución y heterogeneidad genética o gran plasticidad, cabe exponer algunos aspectos de interés y acuerdo con los resultados, para el pulgón de la vid al menos, que confirmarían su utilidad. La exposición cartográfica de las fajas isocondicionales sobre planisferio permitió confirmar la muy probable presencia de la especie en las islas británicas, que se venía suponiendo un error de determinación, si bien lo habrían confirmado datos previos conservados en el British Museum. Por otro lado el mapa detectó a las Azores como territorio de posible plaga o zona óptima, en contra de las Canarias y Madeira; ambos extremos foráneos al Antiguo Continente se pudieron confirmar luego de concluida la representación cartográfica (v. BALCELLS, 1954b).

Sin embargo, no sólo se cría y se manufactura vino en el hemisferio boreal; también aparece el cultivo de la vid en zonas isoclimáticas australes y, efectivamente, los resultados de la extrapolación también señalarían áreas susceptibles de instalación del pulgón y su manifestación como plaga⁷.

Parece así el método apto para la predicción con aceptable ajuste. La extrapolación, en cambio, de fajas isoclimáticas resultantes del cálculo zonal con apoyo en las variantes de latitud no es admisible, pues en el hemisferio austral no es equivalente la distribución latitudinal del clima al boreal. La comparación así de la latitud en grados no sería extrapolable, como en cambio sí lo es la apoyada en las isotermas, apareciendo fajas isoclimáticas territorialmente muy diferentes a las boreales, confirmando lo indicado.

Si bien la aplicación del método parece de resultados aceptables y la interpretación que permite es relativamente simple, conviene mantener precauciones ante posibles intentos de extrapolación. Las isotermas corresponden a temperaturas reducidas a nivel del mar y, salvo en la costa o llanos bajos, no coinciden nunca con las temperaturas que la especie soporta en cotas altas. Los resultados obtenidos con el mapa de isotermas que-

⁷ Pasando entonces los valores de enero a julio y viceversa.

dan así sometidos a ulterior revisión, superponiéndose a los oportunos de escala orográfica. Las disminuciones de la temperatura con la altitud varían según los macizos. Cabe recordar que en los Alpes se ha calculado en 1°C por cada 140 m, mientras es de 1° por cada 165 m en el Cáucaso y de 1°/195 m en los Andes. También conviene tener en cuenta las variaciones de exposición.

D. Comentarios y crítica del método

Modernamente se han multiplicado los objetivos y con ellos los métodos para presentar y definir las áreas de toda suerte de especies, su dinamismo y variaciones, permitiendo focalizar problemas de vigilancia ambiental. El estudio de los recursos faunísticos a nivel de nación o país concreto mantiene un capítulo obligado referido a la definición de las areolas ocupadas por cada especie (p. ej. en las islas británicas y Países Bajos). Una vez más la focalización metodológica se halla sujeta a la improvisación de métodos logísticos, en definitiva dependiendo del grado de prospección faunística y de los problemas de escala. Recientemente Martínez-Rica ha ensayado el uso de cuadrículas, preferentemente U.T.M., en estudios regionales de fauna herpetológica (v. p. ej. 1970). También diversos autores franceses plantean problemas similares (BLONDEL *et al.* y más recientemente PRODON), eligiendo, ora cuadrículas acompañadas de toma itinerante de datos teniendo en cuenta el factor latitud y la misma vegetación, ora apoyándose en datos de latitud y longitud geográfica y así, por lo tanto, en distancias y superficies angulares. En tales casos, al tenerse en cuenta obligada multitud de factores ecológicos para explicar la presencia de las especies y describir el territorio ocupado y sus causas, el recurrir a la asepsia de los datos superficiales estaría, no sólo justificado, sino a veces obligado. Sin embargo, su manipulación se apoya en sofisticados cálculos y compleja interpretación de conclusiones.

Sin duda alguna el problema indicado es bien distinto del presentado arriba, apto para interpretar y definir áreas de especies a escala mundial; el problema ha perdido actualidad ante la capacidad de control que supone el empleo de abundantes pesticidas, no obstante me ha parecido bien recordar lo aceptable de los resultados obtenidos en la delimitación de áreas mundiales con apoyo en las *isotermas y sus relativas ventajas en planteos de esa índole*. Cabe recordar aquí y ahora una antigua observación de MARGALEF (1955) referida a las relaciones entre temperatura y tamaño de los organismos, en la que concluía que: “pese a la complejidad de los procesos biológicos independientes que concurren, dichas relaciones pueden expresarse no obstante de manera sencilla en la mayoría de ellos”, añadiendo: “sin embargo la regularidad se hallaría en los resultados, pero no en los procesos determinantes”⁸. Y también cabe copiar un comentario de J.P. MARTÍNEZ RICA a su propio ensayo de 1979, sobre la distribución de los anfibios en el Altoaragón: “El hecho de que, mediante técnicas numéricas groseras y sencillas, pueda

⁸ Se insistirá sobre esa conclusión y sus consecuencias bajo el próximo título.

obtenerse un mapa de evidente significado ecológico y fácil interpretación, no es uno de los puntos del trabajo de menor interés”. Combinar la realidad, la sencillez metodológica e interpretativa, evitando el exceso de sublimidad en beneficio de la facilidad de interpretación, es un punto importante y a la vez un reto general valioso en la presentación de los problemas ecológicos de las especies.

Los objetivos concretos del presente escrito no permiten extender dicho punto. Cabe así dedicar en cambio cierta atención a temas que enlazan con matices de Zoogeografía ecológica, en los que consumí tiempo en su día y que también justifican mi dedicación más reciente a problemas de Fenología, que pretendo y espero puedan parecer sugerentes para tareas ordenadoras del territorio.

3. ALGUNOS ASPECTOS DE ZOOGEOGRAFÍA ECOLÓGICA ABORDADOS

Los organismos sólo pueden residir en un lugar si su valencia ecológica (conjunto de recursos bióticos propios y por tanto específicos que permiten la sobrevivencia de los representantes de la referida especie) no entra en conflicto con el ambiente general de dicho lugar.

Animales y plantas resultan así indicadores vivos de las características ambientales. Su distribución y presencia manifiestan hasta cierto punto la uniformidad y similitud de tales características o bien una combinación similar y equilibrada de ellas, compatible con la presencia de los primeros.

Recapitulando aspectos anotados bajo el anterior título 2, cabe recoger los siguientes puntos:

- La valencia ecológica de una especie determinada en su ambiente constituye un problema ecológico. Su conocimiento es así condición necesaria para la interpretación causal de un área geográfica, cuyo estudio es una finalidad de la Biogeografía.
- Las especies de valencia ecológica estricta y limitada variabilidad genética se relacionan con biotopos muy concretos; cabe calificarlas de especies viejas y reciben también el calificativo de estenotópicas o estenócoras, debido a su área reducida, y suelen ser propias de comunidades muy maduras, de climas más bien constantes y que han permanecido así, con tales características, durante mucho tiempo.
- Las euritópicas o eurícoras, también designadas como “plásticas” por Margalef, en cambio, suelen estar en expansión explosiva, son heterogéneas en sus recursos genéticos y por lo tanto jóvenes, capaces de diferenciación o atomización subespecífica, e irrumpen en comunidades escasamente maduras o atravesando etapas de sucesión; por esta razón suelen proceder de territorios con amplias oscilaciones climáticas y que sufren climas revolucionarios, áreas caracterizadas por su extraordinario dinamismo.

- Es difícil calificar con seguridad a una especie de real euritópica o plástica, pues algunas (sobre todo las distribuidas en áreas disyuntas) han podido ya diferenciar subespecies (indiferenciadas morfológicamente), pero poseyendo ya distinta valencia ecológica. Las especies de amplia distribución con frecuencia diferencian poblaciones con distinta valencia ecológica en su área límite. Hasta tal punto que la de los machos puede ser distinta de la de las hembras.

Uno de los problemas más importantes de la Zoogeografía ecológica es investigar las adaptaciones y, de ellas, las compatibles entre soma y germen. Cada proceso observado o simplemente intuido merece confirmación experimental. Ni qué decir tiene, la expresión vituperante en contra de la experimentación de laboratorio que antes se ha formulado no debe considerarse al pie de la letra, ni de manera tajante. Al contrario, las comprobaciones —a veces precedidas de experimentos largos— sobre la capacidad de reacción de las especies en laboratorio, ante las variables ambientales, proporcionan siempre datos útiles, en ocasiones de aproximada pero directa aplicación a ciertas escalas de trabajo. Cuando menos sugieren el apoyo de ciertas interpretaciones del medio natural, donde se desarrolla el ciclo vital de los animales considerados. En general, la práctica enseña que es una buena medida apoyarse —constante y sucesivamente— en ambos resultados, si bien también es verdad que conviene ser cauto en el uso y abuso de las extrapolaciones.

Conviene así reiterar que las posibilidades de experimentar de forma relativamente sofisticada, objetivo de la Ecofisiología, ofrecen hoy a la interpretación de los resultados un posible grado de certeza, contrastando con las antiguas deducciones de la Biogeografía histórica, de antigua necesaria incertidumbre, a la vez que permiten tenerla en cuenta en un contexto, más razonable y coherente, sin embargo dedicando atención tradicional a las homologías de toda índole, ecológica y morfológica.

Cabe ahora dedicar atención a algunos ejemplos, quizás los más sencillos que se han visto en el transcurso de mi propia tarea investigadora, todos ellos no obstante referidos a la incidencia de los factores geofísicos y su manifestación en la actividad de las especies animales estudiadas en el medio natural.

Sin duda alguna las investigaciones tuvieron que focalizarse con medios —infraestructurales y financieros— acusadamente limitados. Convendrá advertir una vez más que buena parte de ellas se refieren a especies plásticas que permiten hasta cierto punto generalizar y extrapolar resultados obtenidos en muestras de poblaciones reducidas, tanto en número de ejemplares como en el espacio geográfico.

A. Estudio del ciclo de insectos

Se ha expuesto ya un ensayo de cálculo de área para una de las especies (el pulgón de la vid), con apoyo en límites preferentemente representativos de la evolución de la temperatura. Queda ahora dedicar atención a cómo la evolución estacional de dicho fac-

tor importante incide en el ciclo vital de la especie. Para ello será necesario establecer algunos principios de partida.

Los animales ectotermos residentes en zona templada alternan un periodo de actividad en época favorable, dedicado a la multiplicación, con otro de reposo. En especies de ámbito centroeuropeo, el de actividad suele transcurrir durante las estaciones de días largos, con temperaturas más benignas; cuando éstas cesan, hibernan o invernán (PHILLIPS *et al.*), es decir, ora entran en una simple quiescencia en abrigo, ora preparando todo un proceso llamado por extensión “diapausa”, al cual el ritmo de la luz en días cortos no sería del todo ajeno y se sumaría al descenso de la temperatura. Tal diapausa supone una serie de transformaciones internas de distinta intensidad y capacidad de respuesta al influjo del medio físico externo –sobre todo en las especies univoltinas, siguiendo estrategias de la *K* en cuanto a su tasa de multiplicación⁹–; por eso suele hablarse de *diapausa obligada* y *diapausa facultativa* (v. también PHILLIPS), muy típicas y con variados comportamientos en lepidópteros del Altoaragón, estudiados descriptivamente por Palanca.

No ocurre lo mismo con muchas especies típicamente mediterráneas y concretamente también representadas en Aragón, que reposan durante los días largos, más áridos, o sea que *estivan*. Dichas especies en la franja mediterránea sur son activas en invierno sin soluciones de continuidad. En la franja mediterránea norte, en cambio, cuando se producen heladas, entran en simple *quiescencia*, interrumpiendo la reproducción, que prosiguen cuando la benignidad se recupera, y aprovechando así ambos periodos equinociales de otoño y primavera, sin duda los más húmedos en nuestras latitudes. Se citarán oportunamente, al hablar de Fenología. Dichas especies suelen ser más tolerantes con las temperaturas bajas durante la reproducción que las centroeuropeas y sus límites máximos de actividad son también más bajos, lo cual resulta paradójico pero explicable, al comparar con los límites de sus áreas de distribución.

En cuanto al periodo de actividad, dedicaré exclusiva referencia a la temperatura. La incidencia de la humedad y la precipitación, también consideradas (BALCELLS, 1954a), prolongaría excesivamente la exposición.

En la fase de actividad, sobre todo, la temperatura es un factor incidente importante, puesto que es una medida del calor a disposición de un sistema (DEL BARRIO, 1990). Sin duda alguna, el “sumatorio integral” de toda la temperatura, es decir de “todos los grados” suministrados a dicho sistema durante un periodo, daría una idea aceptable de la cantidad de calor disponible durante el referido intervalo. El valor numérico de esta cantidad se calcula como el producto de la temperatura del aire en grados centígrados y el tiempo en días u horas. En la práctica se suele apoyar en valores de las temperaturas medias diarias y por ello la integral térmica se expresa generalmente en grados/día.

⁹ Las univoltinas darían una sola generación por año o temporada, en contra de las bi y polivoltinas, capaces de rápida multiplicación e invasión (estrategia de la *r*), entre las que estarían las que suelen manifestarse en plaga o epidemia. V. sobre este punto la nota 5.

Cabe también admitir que la temperatura ambiente es el factor que principalmente incide en la duración del desarrollo de los organismos ectotermos, sobre todo cuando las otras variables, tales como humedad y disponibilidad de alimentos, dan abasto a las necesidades imprescindibles del agente plaga. En tales circunstancias, cabe buscar ajuste a una variada serie de funciones de correlación, entre la duración de las diversas fases del ciclo biológico y los condicionantes térmicos (temperatura media diaria). Quizás la más popular –pues permite una interpretación más clara de sus constantes– sería la hipérbola de Blunk y Bodenheiner, la cual si bien presenta el inconveniente de que no tiene en cuenta los umbrales máximos, disminuyendo el crecimiento (como en cambio podría ocurrir empleando un ajuste catenario más engorroso), tiene la ventaja de que es el único ajuste que incorpora un umbral térmico asintótico, por debajo del cual, teóricamente al menos, no se produciría crecimiento, manifestando así unos cálculos de aproximación aceptables. (Sobre diversos aspectos del método, v. BALCELLS, 1954a).

Los datos obtenidos para *Haltica ampelophaga*, especie que se manifiesta en plaga, habrían permitido calcular el número de generaciones teóricas en cada lugar, elaborando previamente un mapa de isotermas, para territorios mediterráneos, referido a la temperatura media reinante, ora en seis meses benignos (183 días), ora en nueve (inicio de la primavera al fin del otoño, periodo de 275 días), estos últimos en la franja meridional de la costa mediterránea (v. BALCELLS, 1954b). Dicho mapa sería complemento del referido a áreas. Considerando en ambos casos meses benignos aquellos cuya media fuera superior a 7°C, valor aproximado (exactamente 7'6°C) del umbral térmico calculado referido a la iniciación de la actividad.

Para hacerse cargo del método, cabrá añadir que la hipérbola de Bodenheiner resulta de la ecuación:

$$D(T - c) = K;$$

o sea, que el producto de los días (D) –que dura el ciclo entero, de puestas a madurez sexual en una generación– multiplicado por el número de grados de temperatura (T) por encima del valor umbral en que no se produce desarrollo (T - c), en nuestro caso c = 7'6°C, es siempre igual a una constante K, la cual tras el ajuste equivale a 714 en el caso que nos ocupa. Lo dicho, como cabe decucir de la fórmula, equivale a concluir que a 8'6°C, es decir un grado por encima del umbral, la duración teórica del ciclo de una generación sería de 714 días.

Recíprocamente, con un periodo de 9 meses con temperaturas benignas (275 días), correspondería a la isoterma de 10'196°C para que se produjera una generación, puesto que:

$$275T - 275 \times 7'6 = 714; \text{ de donde } T = 10'2^\circ\text{C}$$

Igualmente, con un periodo de 183 días (6 meses), correspondería a la isoterma de 11'5°C una generación, puesto que:

$$183T - 183 \times 7'6 = 714; \text{ de donde } T = 11'5^\circ\text{C}$$

Con apoyo así en dichas isotermas se podrían fijar en un mapa territorios con el número teórico de generaciones de la especie indicada.

Igualmente que en situaciones anteriores, cabrían correcciones con respecto a la altitud, averiguando el incremento en metros para que se produzca una generación menos que la señalada, teniendo en cuenta una disminución de 1°C por cada 180 m.

En el primer caso, de promedios de 9 meses (275 días), se requiere un incremento de $T - c = 2'6^{\circ}\text{C}$, dando lugar a una generación más, luego $2'6 \times 180 \text{ m} = 468 \text{ m}$ más disminuyen en una generación. Con el mismo razonamiento, por 183 días (6 meses), un incremento de $11'5^{\circ}\text{C} - 7'6^{\circ}\text{C} = 3'9^{\circ}\text{C}$ dará una generación más, luego: $180 \times 3'9 = 702 \text{ m}$ de altitud supondría una generación menos que la señalada en el mapa.

Otro aspecto correctivo que implicaría el apoyo en la hipérbola se refiere a los máximos de temperatura soportables por el insecto, no deducibles con apoyo en tal correlación, requiriendo así pruebas experimentales directas en laboratorio. Varias de ellas habrían permitido deducir su resistencia a -10°C , pero sólo menos de 24 h. La máxima en cambio no rebasaría los $33'5^{\circ}\text{C}$. Sin embargo, mientras están activos en laboratorio, al término de la invernación, se alimentan y copulan a 8°C (y por lo tanto así en las proximidades del umbral crítico); cesan de poner sometidos a una oscilación diaria de 28°C a 35°C .

Sin duda alguna, no obstante, las cinco generaciones se sucedieron en el laboratorio de Barcelona, donde inician temprano la actividad primaveral en marzo y la prosiguen hasta noviembre. Indudablemente, pese a que no se disponía entonces de calefacción y refrigeradores, el abrigo bajo techo evitó muchas oscilaciones respecto a cielo abierto que luego se comentarán. De todas formas, entre mediados de marzo y mediados de noviembre, el promedio de temperatura superó –pero sin tantas oscilaciones como en el exterior– los 20°C . Sin embargo dichas temperaturas promedio de 9 meses, o la de 27°C que exigiría la de 6, de acuerdo con los cálculos que anteceden, sólo se producen en territorios foráneos al isoclima mediterráneo meridional, ya más bien de modalidad subdesértica y carácter continental, donde desde luego la vid no se cultiva y donde forzosamente aparecerían máximos estivales que imposibilitarían la continuidad en la puesta y, seguramente, someterían a los animales a una quiescencia estival obligada. Las cinco generaciones a cielo abierto sólo serían potenciales y podrían sólo aparecer en condiciones de invernadero en territorios a mayor latitud. Éste sería un importante punto corrector a tener en cuenta ante las previsiones y extrapolaciones teóricas del mapa. Cabe en cambio admitir el máximo de 4 en el litoral andaluz, donde la plaga se conoce desde la Edad Media –mencionada en “Las Partidas” de Alfonso X el Sabio– y en África del Norte, donde ocasionó daños importantes a fines del siglo XIX y probablemente los causaría en el Próximo Oriente, de alcanzarlo.

Pero además hay otro punto que corta su ciclo a final del verano a cielo abierto que importa comentar. Indican recientemente Phillips *et al.* que en muchos insectos que presentan diapausa estacional sólo facultativa es el fotoperiodo preferentemente (y no la

temperatura) la señal primaria que incitaría a la iniciación de dicho lapso estacional de reposo. Su cese, en cambio, al iniciarse la estación vegetativa, está controlado por la temperatura. Algo así podría ocurrir con *Haltica l. ampelophaga*, limitando todavía más su continuidad en la producción de generaciones, una vez rebasado el periodo de días largos; no obstante, el problema es algo más complicado y si bien el efecto es el mismo cabría que la causa estuviera más bien en la cantidad de calor recibida.

Se había observado ya desde tiempo relativamente antiguo que el cese de puestas en otoño a cielo abierto se produce con valores de temperatura media superiores a los de iniciación de la puesta en primavera. Dicha circunstancia supondría quizás más causas frenadoras en la productividad estacional teórica calculada con apoyo en datos de temperatura media, efecto del ritmo luz/oscuridad que incita al cese reproductor y a la diapausa.

La interpretación del hecho es sin duda más compleja. Por un lado, no parecen existir diferencias de causa generacional entre los animales criados al principio de la estación benigna con los evolucionados en pleno verano, puesto que la detención de puestas tiene lugar en unos y otros al mismo tiempo y se comprobó, además, que invernan animales de las dos procedencias. Se pensó a continuación en cambios en el alimento debidos a la evolución estacional de la vid; sin embargo, tal circunstancia incidente no era admisible, puesto que a mayor temperatura promedio en laboratorio los animales alimentados con igual fuente recolectada en el campo seguían produciendo con normalidad y, por otro lado, el ritmo diurno y las horas de sol eran los mismos. Si algunas diferencias había consistían en que en el laboratorio, si bien poco, no sólo se mitigaban la máximas diarias estivales sino que también se atenuaban acusadamente las mínimas, ya frescas en el exterior durante la noche del otoño.

El tiempo dedicado a la actividad a cielo abierto había permitido comprobar que el periodo había sido suficiente para tres generaciones (mediados de abril al 20 de septiembre), mientras en el laboratorio la actividad de los invernantes se había iniciado antes de marzo (temperaturas medias con valores superiores más tempranas) y luego se prolongó hasta noviembre (en pleno otoño), lo cual suponía un periodo con valores medios suficientes para el desarrollo de cinco generaciones. En ambos ámbitos —campo y laboratorio—, las puestas se iniciaron en un mes con temperaturas medias muy próximas, oscilando entre 15°C y 16°C, y en ambos también terminaron en meses cuya media osciló entre 20°C y 22°C. Si bien dichas diferencias son apreciables acortando el ciclo evaluado con las temperaturas medias, cabe también no atribuirlo al ritmo de la luz, o por lo menos adjudicárselo por entero de forma directa, puesto que tal ritmo en campo y laboratorio en cambio fue el mismo.

Más bien cabría tener en cuenta lo siguiente: la temperatura es un índice de la cantidad de calor recibida por el insecto. Sin embargo, los valores medios diarios utilizados para su medida corresponden a la media aritmética simple entre la máxima y la mínima y no tienen en cuenta que en primavera (día largo), con más horas de sol eficaz (puesto que además en Barcelona llueve menos que en otoño), el insecto, disfrutando de la misma

media calculada, recibe más calor que en otoño, momento en que las noches son más largas y los días suelen estar cubiertos en el NE español y el calor recibido por tanto es menor. Cabe así tener en cuenta las referidas posibilidades ante la conclusión inicial recogida en la publicación de Phillips y colab., interpretación que ya tiene no obstante en cuenta una cierta integración entre el calor y los ritmos lumínicos para explicar la entrada en la diapausa de otoño. Cabe aplicar, pero al contrario, lo que ocurre en aquellas especies cuya actividad y reproducción se desarrolla en el transcurso de la estación fría de días cortos, respecto al inicio de la estivación durante días largos¹⁰.

Sea como fuere, los cálculos apoyados en los datos de laboratorio, si bien permiten una interpretación quizás aceptable y básica del comportamiento, ofrecen sin duda limitaciones y la observación directa en el campo resulta una logística imprescindible, correctora del comportamiento teórico intuido, sobre todo cuando se trata de situaciones extremas.

B. Aplicaciones al estudio de anfibios de montaña

Años más tarde, la dedicación al estudio de los medios montanos despertó cierto interés por aplicar metodología semejante al estudio de los vertebrados ectotermos. Elegí la rana bermeja (*Rana temporaria*), especie en nuestro país de distribución disyunta, ausente del paisaje mediterráneo, pero bien representada desde dominios higrófilos de baja montaña a la altitud alpina y fácil de observar y seguir su ciclo de crecimiento una vez localizados los biotopos de reproducción y desarrollo. Además, como también indican Phillips y colab., los anfibios —entre los vertebrados— tienen escasamente desarrollado el “sentido” del fotoperiodo; más sujetos por lo tanto a las incidencias de la temperatura, se muestran como material de notable interés fenológico (v. BALCELLS, 1956b, 1957a, 1957b, 1976a, 1976b; ESPAÑOL y BALCELLS, 1965), siendo su actividad un buen índice del tiempo bonancible.

De acuerdo con datos obtenidos en laboratorio, la ecuación de la hipérbola sería $D(T - 7'64) = 531$. Indicaría así que la rana bermeja podría completar su periodo de crecimiento en 365 días con una temperatura media global de 9°C, o bien hacerlo en 90 días con medias de 13'5°C. Sin embargo los referidos datos, si bien estarían de acuerdo con las observaciones, en que la mayoría de los adultos suelen despertar en celo con valores máximos de 8°C, tales valores no serían extrapolables a las temperaturas medias deducidas de una cabina meteorológica. Tanto para los insectos, como para la especie que

¹⁰ Cabría así intuir cierta influencia directa de otras fuentes energéticas; sin embargo, también es verdad que la oscilación anual de horas de insolación, en zona no tropical, puede influir a través de la cantidad de calor recibido al término de una jornada. Así, una misma máxima en periodo de días largos proporciona más calor diario que en días cortos, momentos en que las mínimas prolongadas tendrán mayor incidencia. De hecho, la cantidad de calor recibida con un mismo valor promedio, entre máxima y mínima puntuales, no supone igual energía recibida en primavera que en otoño.

comentamos, suele intentarse la correlación con un máximo número de comprobaciones en estufa o laboratorio, con objeto de disponer de un máximo también de frecuencias o pares de valores para realizar el cálculo de las constantes de la hipérbola con mayor ajuste. No obstante, dichos valores están más próximos a la realidad microclimática de la especie que el ámbito global de las temperaturas obtenidas para una localidad. De ahí que el propio Bodenheimer averiguara en ocasiones las referidas constantes con sólo dos pares de valores, resultado, ora de comprobar la duración del ciclo de desarrollo en plena naturaleza en dos lugares alejados, ora en el mismo lugar, pero tomando datos de años con evolución climática estacional distinta.

Para nuestra rana bermeja sobre todo tener en cuenta esas diferencias es sumamente importante al extrapolar, pues sin duda el régimen de temperatura en los biotopos hídricos donde desova, se desarrollan embriones y crecen renacuajos es muy diferente que al aire libre y por lo tanto tales temperaturas se alejan mucho de las señaladas en periodo parejo dentro de una cabina meteorológica. Observaciones sobre la duración del desarrollo en biotopos naturales, de acuerdo con datos de cabina próxima, posibilitarían la obtención de valores sumamente distintos, como los siguientes:

$$D(T - 0'60) = 883,$$

lo que quizás nos permitiría teorizar sobre su posible expansión a territorios donde la temperatura media fuera de:

10'4°C durante 90 días,

7'95°C durante 120 días,

6'5°C durante 150 días,

3'2°C durante 365 días.

No obstante, el último valor referido se hallaría todavía bastante lejos del señalado por la isoterma anual que dibujaría su límite septentrional (=2°C) y quizás también con sus menciones en la altitud de los Alpes. Tanto en un sitio como en otro debe tenerse en cuenta la continentalidad en las oscilaciones. Así, la temperatura media anual en países de elevada latitud puede alcanzar en periodo de días largos valores suficientemente elevados y duraderos en el medio hídrico para que el ciclo se cumpla. Sin embargo y además, los renacuajos también son capaces de invernar en el fondo de las charcas, donde la temperatura permanecería por encima de 0°C, terminando así su ciclo al año siguiente. Sin embargo, el referido comportamiento no es fácil de conseguir en la mayoría de los biotopos pirenaicos de puesta, poco profundos y muchos de los cuales se secan durante veranos de frecuente déficit hídrico estival, situaciones en que sólo logran la metamorfosis aquellos efectivos que la alcanzan en tres meses¹¹. De ahí que sean raras las citas de

¹¹ En cambio, sí son capaces de superar la referida situación los renacuajos de sapo partero durante muchos años, pues, tanto en verano como en invierno, sobreviven en lodo casi seco, volviendo luego a la superficie para alimentarse, cuando las precipitaciones convectivas estivales corrigen la situación de sequía o bien cesa el frío invernal.

Rana temporaria sobre sustratos calizos, muy influidos por la acción de viejo desarrollo cárstico. En cambio, *Rana temporaria* deviene más frecuente sobre sustrato ácido, hallando en los ibones sobre todo, pero también en los tremedales y charcas de excavación por nevero, mejor defensa contra la eventual sequía estival –por mencionar sólo un ejemplo posible, pero que a la vez explicaría la ausencia de la especie en altitud pirenaica en que parecería posible–.

Gracias a estudios realizados por MIKULSKI (1938), se conoce además que la oscilación diaria de temperatura, mientras no rebase el umbral inferior de 2°C, acelera el desarrollo de embriones y renacuajos respecto a aquellos sometidos a temperaturas medias equivalentes en régimen constante; situación que, pese a la función reguladora y atenuadora de las oscilaciones de temperatura del aire en el medio hídrico, se acercaría mucho más a la realidad bajo cielo abierto, de forma que, en la realidad del medio natural y a cielo abierto, la naturaleza hostil acicata el desarrollo de los seres vivos a límites paradójicos. Quizás los resultados de Mikulski apoyarían otras conclusiones de mayor interés general: las bajas temperaturas, al mismo tiempo que reducen la actividad alimentaria durante la noche, también producirían cierto sopor o quiescencia en los seres vivos ectotermos, reduciendo –de alguna forma– las pérdidas por consumo respiratorio.

La adaptación de las metodologías empleadas en insectos al estudio de los vertebrados ectotermos presentaría así un paralelo interés, incluso cuando se trata de especies de ciclo estacional univoltino. Pese a las precauciones necesarias ante objetivos de extrapolación y las excepciones destacadas en ambos ejemplos –coleópteros de recursos genéticos plásticos y la rana de montaña–, si bien la aplicación de las constantes de la hipérbola de sumación térmica aplicada al crecimiento no debe exagerarse en cuanto a su valor preciso, sí parece un útil instrumento para examinar la incidencia de ciertos factores ecológicos, sobre todo en ambientes de montaña, donde la restricción del periodo benigno para el cumplimiento del ciclo vegetativo alcanza “altos valores de brevedad”.

Cabe destacar así, finalmente, la incidencia compleja de la temperatura en el ciclo de los seres vivos y cómo se manifiesta tanto ante situaciones experimentales de gabinete como a cielo abierto. Cabría así y ahora demostrar cómo la observación de los efectos de las fases bióticas críticas permite recíprocamente deducir la evolución de los factores ambientales en el lugar de observación.

4. OBSERVACIONES FENOLÓGICAS Y EVOLUCIÓN INTERANUAL DEL CLIMA EN UNA LOCALIDAD

Hasta aquí se ha dedicado atención al estudio de la incidencia de los factores climáticos –singularmente la temperatura– en el ciclo vital de los seres vivos, sobre todo en animales. Cabe recordar que para su estudio se ha señalado la importancia de alternar expe-

rimentos de laboratorio con observaciones sobre el terreno y a cielo abierto. La Fenología se apoya principalmente en dicha observación de campo pura y simple, pero no desdén tampoco los datos experimentales para interpretar más certeramente aquélla.

Cabe así ocuparse del problema recíproco, es decir, cómo las observaciones fenológicas, en definitiva respuesta de los seres vivos a la evolución estacional del clima, informan sobre las características de este último y las alteraciones interanuales de su promedio a nivel local. En dicho contexto cabe comentar dos aspectos a continuación.

A. *La presencia/ausencia de concretos recursos bióticos*

Antes de interpretar los datos utilizados típicamente en Fenología, conviene fijarse en el mismo hecho de la presencia/ausencia de una especie, y más si su área es amplia pero de cierta distribución disyunta, para orientarse así sobre el clima reinante en la localidad¹². Buena parte de los ejemplos elegidos se refieren a los anfibios. Así, en la Cordillera pirenaica la rana de llanura o común alcanza desde la tierra llana a cotas de montaña media, sobre todo en el dominio del pinar mesófilo (por ejemplo a 1.200 m s/M en San Juan de la Peña), acompañada de tritones y, entre ellos, el jaspeado (*Triturus marmoratus*), especie esta última de urodelo que alcanza más bien su óptimo a nivel submediterráneo de montaña baja, en paisaje de cajicar. La rana bermeja (*R. temporaria*), en cambio, se ha mostrado incapaz de responder positivamente a su instalación artificial en dominio del pinar mesófilo –junto a rana común y tritón jaspeado–, mientras aparece, pero escasa, en el dominio del robledal higrófilo (a 1.100 m s/M y hasta a cotas más bajas en los Pirineos atlánticos y territorio influido por el Cantábrico), pero ascendiendo luego, a través de niveles montanos húmedos, hasta alcanzar los tremedales e ibones alpinos. Tal circunstancia permitiría confirmar que la citada rana de montaña admite el clima del fresco robledal higrófilo y el bosque mixto axil, mientras no resiste en comprobaciones experimentales temperaturas de 25°C continuadas más allá de 24 horas, lo que podría explicar su ausencia de la montaña media mesófila, de ambiente estival cálido y seco, y todavía menos a nivel submediterráneo y más bajo del cajicar. En las charcas del robledal húmedo se ha comprobado en cambio, coincidiendo con la rana común, en los mismos biotopos de celo y desove. Tal circunstancia permitiría concluir que tales parajes con rana común gozan de cierta mayor benignidad, si bien no excesiva, puesto que la rana bermeja en cambio, para la correcta maduración en medio anaerobio de sus productos sexuales, requiere periodos invernales relativamente largos (alrededor de un mes), con temperaturas próximas a los 0°C que sortea aletargada y sin apenas consumo respiratorio.

En las charcas donde coinciden, el desove de ambas especies está separado por un largo periodo primaveral, quizás superior a los dos meses. La rana común es tardía en el

¹² A propósito de lo indicado cabe recordar una frase relativamente feliz de Mueller: “Las características de los paisajes y regiones y la evolución de los animales que residen, son factores que se influyen e iluminan mutuamente”.

celo, mientras la montana o bermeja es una de las especies más tempranas, índice así del inicio de la primavera, junto a la floración también primeriza de *Tussilago farfara* (uña de caballo), abundante pionera de los desmontes de pista¹³.

B. Las incidencias de la evolución estacional del tiempo atmosférico sobre el ciclo biológico

Sin embargo, prescindiendo del valor indicativo de la presencia de una especie, la Fenología —como es bien sabido— va más allá y se apoya en la manifestación de periodos críticos del ciclo vital. Los animales que más se prestan a la observación son también anfibios, diurnos en su actividad, alrededor de la reproducción y durante el desarrollo. También son muy utilizadas las aves migrantes, que prestan eficaz apoyo a los mapas de isofenas publicados periódicamente por el Instituto de Meteorología (=llegada de la golondrina); lo son algo menos los reptiles, en cambio de acentuada actividad diurna, y también algunos insectos, sobre todo los de hábito eurícoro (mariposas de la col), frecuentes y también productores de plagas.

Sin embargo, es también imprescindible recurrir a la observación de las plantas —sobre todo las vasculares—, seres vivos fijados al suelo y por lo tanto más dependientes de su entorno que los animales, cuya movilidad a veces dificulta su observación pues les permite elegir —si bien sólo casi siempre— adecuados refugios.

Plantas y animales tempranos son en primer lugar útiles para detectar la llegada de la estación benigna; en ambos casos, la acumulación de datos durante periodos largos —y más cuando los observatorios fenológicos coinciden con cabinas de registro meteorológico— resulta de sumo interés, tanto para la detección de las “veleidades” interanuales de la primavera, como hoy en día para controlar el posible “cambio climático”. Los dos ejemplos de rana bermeja y uña de caballo, en montaña media y las cotas bajas de la alta, resultan útiles. Las lagartijas, en cambio, también son sumamente tempranas y más frecuentes; su inicio de actividad en altitud, sobre rocas, puede ser anterior al 21 de marzo, como así también ocurre con las víboras y el azafrán vernal¹⁴. Sin embargo, tales observaciones ofrecen menos interés en nuestros Pirineos aragoneses, que sufren nevadas tardías y posteriores a la floración prevernal y alcanzan máximos de innivación en primavera, prolongándose a veces hasta junio, lo que da así al traste con el ciclo de las especies y lo compromete tangiblemente muchos años: “esfuerzo vano, el primerizo, ante un ámbito hostil e imprevisible”.

¹³ En Gredos en cambio, si bien se ha mencionado, no existe o es muy escasa. No obstante, otra rana parda, *R. iberica*, coexiste con la rana de llano hasta los 1.940 m s/M, en la vertiente norte.

¹⁴ Sin embargo, en ciertas cumbres pirenaicas puede coincidir más de una especie y resulta difícil su determinación sobre el terreno. Además, como recuerda MARTÍNEZ-RICA (1977), animales poiquilotermos como los reptiles, especialmente, poseen mecanismos ecológicos capaces de mantener su temperatura interna, si bien dentro de estrechos límites; se comportarían, así, como homeotermos incipientes.

Las aves no migrantes ofrecen muchos ejemplos de anuncio “prevernal” de la primavera. Así ocurre con las cardelinas y los verdecillos, que “fríen” incansables denunciando el prematuro celo y la posesión del territorio antes de iniciar la nidificación, mientras la de los verderones serranos tiene lugar en montaña media (y no en altitud) en primaveras frías (PEDROCCHI, 1987). También ocurre así con la melodía cansina emitida muy temprano por los carboneros. Sin embargo, las aves, como buenos homeotermos, poseen mayor independencia de la temperatura ambiental y su canto en celo –más acorde con el ritmo de la luz– puede ser indiferente al inicio de la benignidad. No ocurre así con las migrantes, la mayoría de ellas insectívoras y que dependen de dichos recursos tróficos, así que ora adelantan, ora retrasan la llegada o el paso –en altitud y latitud– según la abundancia y actividad de tales poiquilotermos de que se nutren. Alimoche, vencejo, golondrina, avión común, ruiseñor y cuco permiten una amplia gama que indica las bonanzas sucesivas y las etapas de su progreso durante la estación benigna, según la altitud y la sucesiva seriación del progreso de la primavera. Sin embargo, las aves tempranas en celo sufren a veces graves errores. Nevadas tardías, que frenan la utilización de los parajes próximos para la captura de alimento, obligan a los adultos que se hallan incubando al alejamiento de su nido, con lo que los huevos se enfrían o los polluelos mueren, convirtiendo la primera nidada en un fracaso.

Dichos retrocesos de las bonanzas también afectan, por lo general, a los anfibios semanas más tarde, una vez iniciada la verdadera estación bonancible. Se intercalan así agudos descensos de temperatura, cortando abruptamente la benignidad iniciada, que sólo se recupera días más tarde, con un siguiente periodo de buen tiempo, al que puede suceder otra “ola de frío”. Según la altitud, tales alteraciones del proceso de benignidad inciden en el desove de las poblaciones de *Rana temporaria* que residen en un mismo biotopo. Si en un periodo de corta bonanza, que suele coincidir con temporales de fina lluvia o nieve, la máxima diaria alcanza los 8°C y las mínimas nocturnas con tiempo cubierto no descienden a 0°C, es posible que cese el letargo en una pequeña parte tolerante de la población o afecte la bonanza sólo a los ejemplares menos resguardados, desencadenándose su desove. Con el retroceso de la bonanza puede cesar el desove del resto, que se reanuda bajo la próxima bonanza y así, hasta tres veces se ha observado en algunos biotopos de las laderas de El Formigal de Tena, en el transcurso de ciertas primaveras azarosas, alternando heladas (a veces con atmósfera despejada), seguidas de días cubiertos y precipitaciones nivosas ligeras (v. BALCELLS, 1976). En días sucesivos y a veces hasta muy avanzada la estación favorable, tales incidentes en olas de frío se traducen semanas más tarde, al considerar el diverso grado de desarrollo de embriones en huevos y renacuajos, en el biotopo de puesta. Las poblaciones animales acumulan así dicha memoria informativa, posteriormente diagnosticable, hasta bien entrado el verano y traducible en el distinto tamaño o avance de las fases larvianas acuáticas de ciertas especies.

En otros casos, el seguimiento del desove de *Rana temporaria* a distintas altitudes permite calcular una cierta correlación entre las fechas de puesta, a medida de la llegada sucesiva de las bonanzas a distintas cotas. Tal correlación mediante datos acumulados

durante varios años puede autorizar ciertas predicciones (mediante previo cálculo de correlaciones) en años posteriores sobre el inicio de la primavera en pastos altos, a juzgar por lo ocurrido dos a cuatro meses antes en el fondo de los valles a menores cotas, en que de costumbre el desove es más precoz.

En otros casos y sobre todo en años de invierno benigno, como lo fue excepcionalmente 1990, es posible diagnosticar efectos intercalados del topoclima. Así se comprueban retrasos en el fondo de las depresiones respecto a laderas solanas, debidos a fenómenos de inversión térmica que se recogen en el siguiente cuadro:

Fondo del valle de Tena	1.050 m s/M	1. ^a puesta el 26-II-1990
Ladera solana de El Formigal	1.450 m s/M	1. ^a puesta el 22-II-1990
Fondo del Ara, junto a Torla	1.000 m s/M	1. ^a puesta el 13-III-1990
Fuente de las Cucharetas (en Santa Elena de Torla)	1.220 m s/M	1. ^a puesta el 12-II-1990
San Nicolás de Bujaruelo	1.380 m s/M	1. ^a puesta el 10-II-1990
Camino de Ordiso (valle de Bujaruelo)	1.450 m s/M	1. ^a puesta el 10-II-1990

Como puede verse, el desove del fondo de Tena, sombreado por las moles calizas de las sierras de Telera y Tendeñera, llevó un retraso de cuatro días respecto al de ladera solana 400 m s/M más arriba. Igualmente el desove se produjo junto al Ara medio en Torla con un mes de retraso sobre biotopos 300 y 450 m s/M más elevados en la cuenca alta¹⁵.

La sombra proyectada por los acantilados calizos en sierras longitudinales al eje de la Cordillera es responsable de muchos retrasos vegetativos, produciéndose la brotación con mayor uniformidad interanual por causa de las relatadas veleidades topoclimáticas, que traducen, en buena medida y acusado contraste, tanto la vegetación como la actividad de los animales.

Sin embargo, las observaciones fenológicas no sólo son abundantes en la fase inicial del ciclo vegetativo. También traducen la sequía acumulada y el calor del verano. Cabe así recordar cómo la hierba apareció ya de color pardo y ocre desde fines de julio en los puertos de Góriz durante el verano de 1988, al que siguió un amarilleo intenso durante el otoño. En 1989, en cambio, el pasto seguía verde hasta bien entrado octubre. Paralelamente, en septiembre de 1988 era escasa la variedad de hongos fructificados en el pinar subalpino, contrastando con la explosiva diversidad del año siguiente en las cumbres meridionales de los acantilados de Ordesa.

¹⁵ DEL BARRIO (1990) comenta ya hasta qué punto el fondo de las depresiones funciona con independencia estacional respecto a las laderas y cumbres.

Sin embargo, conviene también añadir que no todos los seres vivos en Aragón se reproducen en verano; al contrario, los hay que reposan en dicha época. Animales y plantas del área mediterránea, como numerosas labiadas aromáticas y entre ellas el romero y los animales que las depredan, entran en aparente diapausa en la época calurosa y seca y en cambio se reproducen a temperaturas más bajas que otros seres vivos de origen centro-europeo; aprovechan para ello las precipitaciones invernales. El romero florece, junto al Cinca y al Ara bajo, aprovechando las lluvias de pleno invierno (fines de enero a muy avanzado marzo); en verano, en cambio, se incrementa su concentración en terpenos (es mucho más aromático) y seguramente dicho cambio influye en la floración por incidencias en la savia¹⁶. También algunos de sus depredadores siguen un ciclo paralelo (v. BALCELLS, 1955 y 1975, y también DICENTA y BALCELLS).

Ciertas especies del tipo últimamente indicado, que inician la reproducción a fines de otoño, pero más tolerantes, se prestan a múltiples y duraderas informaciones, tanto referidas al régimen climático durante la estación adversa como al influjo del topoclima, como asimismo conservando rastros informativos y recapitulativos de la evolución del clima en meses anteriores. Una de ellas es el heleboto fétido, planta ranunculácea vascular, de distribución mediterráneo-occidental (quizás más bien "atlántica"), que alcanza los Países Bajos, Italia y África del Norte y que es frecuente en España; en Aragón se la encuentra al menos desde niveles meso-mediterráneos de carrascal, hasta alcanzar los 2.150 m s/M, en las solanas de Nerín, sobre el valle de Vio, en la cumbre de los acantilados que bordean Ordesa por el sur. Pese a que es una planta que pasa muy desapercibida, llama la atención —a partir de otoño— su escapo floral, parecido a una alcachofa y de color verde tierno, contrastando con el conjunto del resto de la vegetación, donde dominan colores pajizos.

Suele brotar en septiembre a bajas cotas y algo más tarde en sus límites de altitud. En zona baja, cuando brota el escapo, suele haber perdido por dehiscencia el seco del año anterior, tras la diseminación de las semillas. En altitud lo conserva seco hasta muy avanzada la estación adversa, indicando que la bonanza primaveral, más tardía, ha incidido en el retraso de la maduración estival de los frutos. En el transcurso del otoño, el invierno y la siguiente primavera, el escapo aprovecha las bonanzas para progresar en la reproducción. Tales circunstancias suelen darse con frecuencia todos los años a nivel de montaña media (en laderas solanas) y baja, no parece que se produzcan interrupciones tangibles en el desarrollo; los frutos maduran en primavera y el escapo seca y cae durante el verano. Los ejemplares ubicados en el fondo de depresiones umbrosas acusan, ciertos años, la inversión térmica en otoño y primera mitad del invierno, deteniendo tangiblemente el desarrollo del escapo y acusando la helada en las hojas, que pudren y secan cuando han sido afectadas por la niebla y la escarcha de las depresiones, de las que se libran las laderas solanas. Dichas diferencias se observan en el escapo, que permanece sin abrirse en

¹⁶ BALCELLS (1988) menciona bibliografía sobre dicho punto, en gran parte debida a la escuela sevillana de Ecología. V. también BALCELLS y GIL-PELEGRÍN, en este mismo volumen.

los fondos, de manera similar al de los pies situados en cotas altas, donde los efectos de la altitud impiden el progreso del ciclo que, en cambio, avanza en laderas solanas bajas.

En primavera, la planta de las depresiones gana el tiempo perdido, florece y fructifica y alcanza el verano con la apariencia de los pies de ladera media solana. En altitud, si el año no es frío (p. ej. 1989-90), sus hojas enrojecen a lo sumo, pero no pudren; sin embargo, la recuperación primaveral es siempre muy lenta, la fructificación culmina avanzado el estío y el escapo viejo no suele desprenderse antes de la brotación del nuevo.

El comportamiento de la planta revela una vez más las diferencias topoclimáticas, como ocurría con el desove de rana bermeja.

Sin embargo, también las plantas de helebore conservan la información acumulada, cuando los años son fríos, a todos los niveles, manifestando enrojecimiento de hojas y eventualmente de escapo en laderas solanas; hojas con efectos de helada (secas) en fondos y cumbres altas. Si el frío ha sido general y agudo (1990-91), no sólo las hojas pudren, sino que el mismo escapo presenta manchas pardas, efecto de la helada en sus brotes tiernos; tales efectos son tangibles largo tiempo, lo que permite reconstruir posteriormente, durante la estación benigna, las veleidades de la estación adversa.

C. Conclusiones sobre el interés de la Fenología

Las observaciones fenológicas permiten así descubrir la evolución del clima local, indicando el inicio de la primavera en la localidad, lo mismo que la evolución posterior y hasta los avatares del invierno, traducidos por la actividad de los seres vivos. Por otro lado, cálculos de correlación repetidos durante años podrían predecir, comprobando el comportamiento anual en ladera baja, las probables fechas de la iniciación de la primavera en altitud, augurando mayor o menor producción de la hierba en pastos altos. También la traducción de sus diferencias según el relieve. Por último, guardando durante la estación benigna rastros de los avatares en meses anteriores.

Cabe ahora destacar el apoyo de tales observaciones en la detección del clima local, sugiriendo además la necesidad de profundizar en algunas de sus vicisitudes ante los proyectos de ordenación territorial.

5. INTERÉS DE LOS DATOS FENOLÓGICOS ANTE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Tener en cuenta los recursos climáticos es un importante tema ante programas de ordenación territorial y sin duda su interés va mucho más allá que el simple relleno de un trámite de pura exigencia administrativa. Tal recomendación es útil a toda suerte de niveles logísticos. Tanto los referidos a estructuras de apoyo, que alcanzan al empleo de materiales y forma adecuados en la construcción, trazado selectivo de vías públicas, sosten de taludes y pendientes, ordenación de parques y jardines y apoyo de servicios, como

también los aspectos más funcionales de gestión territorial extensiva. Todos ellos debiendo tener muy en cuenta la incidencia de la continentalidad climática y su alcance, modificando la evolución estacional del tiempo atmosférico y la frecuencia de sus incidentes. El clima continental de Aragón, que crea un entorno ecológicamente “revolucionario”, es el causante de mantener biocenosis (“asociaciones permanentes”) apartadas de la clímax local, resultando por lo tanto un campo abonado para el mantenimiento de recursos bióticos jóvenes, de gran heterogeneidad genética, capaces de sobrevivir ante las referidas oscilaciones interanuales del medio y adaptarse en su producción, alternando su presencia explosiva (saltamontes en alta montaña) con periodos de acusada rarefacción, por su lado, típico, de biocenosis inestables y relativamente simples en etapa sucesional.

Los estudios climáticos previos exigidos suelen condenarse con frecuencia al rango de simple formalidad, ignorando luego su interés práctico de apoyo. La falta de recuerdo conduce a situaciones anecdóticas, a veces un tanto chocantes. Se han observado así intentos de setos en los jardines del Pirineo axil, apoyados en especies tan mediterráneas como el romero, planta que tiende en su área propia a la floración invernal, como ya se ha indicado.

Sin embargo, no siempre los efectos son de índole tan trivial como los del ejemplo elegido. Se ha expuesto ya cómo el clima incide en la prosperidad de los seres vivos de forma contundente y, en cambio, el acierto en la promoción de una biocenosis adecuada para sujetar un talud puede, no sólo evitar una catástrofe ocasional, sino también elevadas, ulteriores e inoportunas inversiones y, muchas veces, ambas cosas. En tales situaciones, la ecología coincidiría con intereses económicos, justificando la creación de empresas con tales fines, si bien a veces no pertinentemente preparadas.

Las observaciones fenológicas en pleno campo, no sólo permiten evaluar el impacto climático local —sustituyendo la ausencia de observatorios suficientes—, sino que, como acaba de indicarse, advierten y sugieren la necesidad de profundizar en el estudio de los datos orientativos proporcionados por los observatorios meteorológicos. Suele ocurrir que el apoyo en simples promedios es sólo significativo para ámbitos costeros, junto a la acción reguladora del mar sobre el clima; o bien en Europa centro-occidental, donde, por razones similares de penetración en ausencia de relieves importantes, la evolución estacional suele ser repetitiva año tras año. Sin embargo, las situaciones suelen ser muy distintas tanto en el centro de los continentes —grandes o pequeños— como en territorios montañosos y donde quiera que la acción de los macizos suponga contrastes climáticos acusados, a barlovento y sotavento, de los frentes lluviosos. El simple apoyo en los datos promedio de territorios de esa índole es muchas veces una pura falacia, hasta tal punto que rara vez se produce una evolución estacional del tiempo atmosférico semejante a la indicada por los referidos valores medios.

Así lo hemos comprobado recientemente con el estudio de los ocho años de observaciones meteorológicas del refugio de Góriz (BALCELLS y GIL), que ha revelado, por un lado, el carácter sorprendentemente estepario frío del clima y donde, por otra parte, sólo

en dos de los ocho años la distribución de las precipitaciones estivales –alterando el déficit hídrico puesto de manifiesto con apoyo en otros datos registrados por el muy completo observatorio mencionado– incidía en su distribución mensual, haciéndola aun sólo similar al referido promedio.

El ligero máximo pluviométrico de otoño, aparente también en Góriz, sobre el de primavera es también falaz y fruto de raros diluvios tempestuosos de origen levantino, registrados sólo en dos de los ocho años estudiados; mientras en los seis restantes, si algo caracteriza al otoño, es la prolongación de la sequía finiestival; la que incide, a veces temprano, en el color pardo de la hierba en puertos desde fines de julio en adelante; sequía causante también a veces –cuando se prolonga– del color también pardo de los mismos bojés de la ladera baja (1988) y de la asimismo escasa presencia de hongos fructificados en los pinares subalpinos y bosques de montaña media higrófila y mesófila.

Dichas circunstancias probables justificarían las normativas gestoras aplicadas por el hombre desde tiempo inmemorial que, a veces, tienta calificar –con cierta ligereza– de inéxptas y por lo tanto inadaptadas y susceptibles de mejora. El hombre –sobre todo el autóctono–, si bien desconocía los datos meteorológicos y tampoco entendía de promedios, actuaba muchas veces *fenológicamente*, como los restantes seres vivos, gracias a la información acumulada, que permite evitar los cálculos. Resulta así importante revisar en profundidad el tema de la evolución climática interanual, antes de proponer cambios en la gestión, reflexionar con apoyo en los datos interanuales aislados sobre las causas que permitan explicarla.

Con José CREUS (1985), pusimos de manifiesto el contraste de la productividad biótica a niveles similares de altitud, en Alpes y Pirineos, explicando las causas de las diferencias, sorprendentemente favorables a los Alpes, ocupando un territorio geográfico de más de cinco grados de superior latitud. Mientras en los macizos europeos el centeno produce una cosecha en cinco meses, tarda trece en los Pirineos centro-orientales. Mientras en los puertos alpinos es posible fabricar queso ordeñando vacas bien alimentadas con apoyo en la siega de los pastos próximos a 2.000 m s/M, rara vez la referida dalla es factible en los Pirineos a cotas sensiblemente más bajas y aun sólo en aquellos parajes donde incide la precipitación atlántica de primavera.

Dicho contraste cabe atribuirlo a los recursos climáticos, diferentes y desfavorables a la altitud pirenaica. Así, mientras en los Alpes es sensiblemente mayor la duración del día en el transcurso de las estaciones de días largos (primavera y verano), el cielo suele estar cubierto durante las horas de luz protegiendo a las plantas de todo exceso; nubes que proporcionan ligeras precipitaciones nivosas al amanecer, asegurando la humedad imprescindible y fertilizante; el frío nocturno, en cambio, aminora el consumo respiratorio por probable letargo. La situación es diferente en la altitud pirenaica similar, sobre todo la expuesta al mediodía mediterráneo: el exceso de sol, “en el que somos ricos”, y por tanto de luz, la sequía y el calor rebasan el óptimo asimilatorio, incrementando el consiguiente consumo respiratorio. No deja de ser irónica contradicción que nuestra riqueza en sol sea la causa principal de nuestra mayor pobreza en producción.

En los dos ejemplos últimamente expuestos cabe deducir dos cosas: la necesaria atención al estudio profundo de los recursos climáticos y, por otro lado, la fenología y la observación de los seres vivos, que a veces resulta un índice del clima y lo detecta, sugiriendo la búsqueda de interpretaciones adecuadas y, cuando no, el oportuno aviso directo sobre la distribución de los mencionados recursos geofísicos, sobre todo en localidades exentas de observatorios próximos.

Cabe así resumir –con apoyo en los ejemplos anteriormente expuestos– los diversos aspectos informativos que puede cubrir la observación fenológica a nivel de localidad:

- Permite apreciar la variabilidad interanual y, muy concretamente, aquella referida al inicio de la primavera, manifestada en la floración y la actividad de animales tempranos en la reproducción. A este punto tangible cabe añadir las ulteriores matizaciones diferentes de la evolución del clima en el resto del año.
- Se obtienen así índices de frecuencia en la evolución anual, informando de forma realista sobre el ajuste de los promedios.
- Permite apreciar contrastes y alteraciones de índole topoclimática.
- En algunas especies se conserva memoria informativa durante largos periodos de la evolución estacional del clima, de forma que pueden reconstruirse retrospectivamente las incidencias ya pasadas.
- El adelantamiento de la actividad en ladera baja permite –tras años de experiencia– hallar correlaciones predictivas sobre sus secuelas en la evolución de los recursos en zona elevada, incidiendo en su aprovechamiento estival.
- El conjunto de datos permite explicar las limitaciones a la producción del territorio y evaluar logísticas de sus aprovechamientos.

Este último aspecto, más que los anteriores, nos lleva a una primera reflexión práctica de índole regional. No es fácil utilizar y ordenar un territorio como el aragonés, pertrechado de recursos geofísicos que tanto varían en el espacio y en el tiempo y que se manifiestan de carácter evolutivo totalmente impredecible. A Aragón, mejor que a otros territorios de nuestro “pequeño continente” ibérico, le cabe adjudicarse el calificativo de territorio ecológicamente “revolucionario” (en el sentido empleado por el canadiense Danserau) y sin duda los aragoneses lo saben bien. No es posible que caigan inadvertidamente en el sueño especulativo de la lechera de la conocida fábula, la cual, feliz, echaba sus cuentas optimistas antes de derramar la “herrada” de leche que transportaba sobre su cabeza.

La consideración de los recursos climáticos ante la ordenación del territorio merece muy profundas reflexiones, antes de su adecuada distribución de usos y después de un esfuerzo considerable de estudio, apoyado en un intenso realismo y en el conocimiento de la variabilidad interanual. Llamar la atención sobre el referido punto parece justificar las líneas que anteceden. Así, la referida información imprescindible para la ordenación de un medio difícil y adverso cabría concretarla en una frase como la siguiente: “para ser ricos algún día, es necesario que sepamos que somos pobres y exactamente por qué lo somos”.

No quisiera terminar sin una segunda reflexión dirigida a los educadores en general. Sin duda alguna, los territorios con tal carácter ecológico "revolucionario" suelen conservar recursos bióticos genéticamente jóvenes, saludables y capaces de sobrevivir y manio-
brar, en definitiva de crecerse ante las dificultades y reaccionar ágilmente ante ellas. No parece equivocado hacer extensible tal carácter a los recursos humanos de Aragón. Su situación merece apoyo directo. Invitado amablemente por la Asociación Aragonesa de Médicos Pediatras a su reunión en Torla en octubre de 1989, tuve ocasión de insistir sobre los valores educativos y complementarios para la salud del niño urbano. Precisamente los que podían suponer la frecuencia y conocimiento del medio natural y sobre todo del montano. Destaqué un primer tema: la adquisición de vivencias sobre fenómenos de la vida silvestre, aspecto en el que los observatorios y observadores fenológicos pueden jugar una función guía de importante matiz educativo; en segundo puesto, adquirir experiencia sobre las manifestaciones fenomenológicas de un mundo hostil y, en último pero principal lugar, reconocer el esfuerzo grande que suponía para el hombre autóctono residir en la montaña y vivir de sus recursos.

Jaca, julio de 1991.

6. PUBLICACIONES CITADAS

- BALCELLS, E., 1952. Datos sobre parásitos de *Heliotropum europaeum* L., en Barcelona. *P. Inst. Biol. Apl.*, 11: 125-139, Barcelona.
- BALCELLS, E., 1953. Estudio biológico de *Haltica lythri* subespecie *ampelophaga*, Guerin-Meneville (*Col. Halticinae*). *P. Inst. Biol. Apl.*, 14: 5-14, Barcelona.
- BALCELLS, E., 1954a. Estudio ecológico de *Haltica lythri* subespecie *ampelophaga*, Guerin-Meneville (*Col. Halticinae*). *P. Inst. Biol. Apl.*, 17: 5-37, Barcelona.
- BALCELLS, E., 1954b. Sobre la distribución geográfica de *Haltica lythri* subespecie *ampelophaga*, Guerin-Meneville (*Col. Halticinae*). *P. Inst. Biol. Apl.*, 18: 5-41, Barcelona.
- BALCELLS, E., 1955. Estudio ecológico de *Chrysolina* (= *Chrysomela americana*), Linné (*Col. Chrysomelinae*). *Bull. Inst. Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 31(8), Bruselas.
- BALCELLS, E., 1956a. Revisión crítica de orientaciones actuales y métodos en Zoogeografía. *P. Inst. Biol. Apl.*, 22: 5-28, Barcelona.
- BALCELLS, E., 1956b. Estudio morfológico, biológico y ecológico de *Rana temporaria*. *P. Inst. Biol. Apl.*, 24: 81-121, Barcelona.
- BALCELLS, E., 1957a. Datos para el estudio del ciclo biológico de *Rana temporaria* L. del Pirineo. *Pirineos*, 13(43-46): 327-346, Zaragoza.
- BALCELLS, E., 1957b. Elementos nórdicos en el poblamiento de la cumbre del Montseny. *P. Inst. Biol. Apl.*, 26: 123-126, Barcelona.
- BALCELLS, E., 1975. Algunos aspectos biológicos y ecológicos de crisomélidos (insectos, coleópteros) defoliadores de plantas montaraces en territorios mediterráneos. *Ann. Inst. Bot. Cavanilles*, 32(2): 557-572, Madrid.
- BALCELLS, E., 1976a. Événements dans le cycle biologique et caractères écologiques et éthologiques de *Rana temporaria* dans le versant méridional des Pyrénées. *Bull. de la Soc. Zool. de France*, 100(4): 692, Paris.

- BALCELLS, E., 1976b. Observaciones sobre el ciclo biológico de anfibios de alta montaña y su interés en la detección del inicio de la estación vegetativa. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 7(2): 55-154, Jaca.
- BALCELLS, E., 1988. La transformación de tierras ligadas al bosque en montaña y regiones en pendiente. Comunicación presentada al *Atelier sur l'Agriculture et la transformation des terres dans le Bassin Méditerranéen, Montpellier, 13-17 juin 1988*. Comité Français du SCOPE.
- BALCELLS, E., 1991. Discurso pronunciado por el nuevo doctor. *Ceremonial para la investidura como doctores "Honoris Causa" por la Universidad de Zaragoza de cuatro profesores, 16 de mayo de 1991*: 27-35. Caesar Augustanae. Studium Generale Civitas.
- BALCELLS, E. y GIL-PELEGRÍN, E., 1992. Consideraciones fenológicas de las biocenosis de altitud en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, acompañadas y apoyadas mediante estudio preliminar de los datos meteorológicos obtenidos desde 1981 a 1989 en el observatorio de Góriz (véanse en este mismo volumen, las pp. 71-204).
- BARRIO, G. DEL, 1990. El régimen térmico estacional en alta montaña. In: J.M. GARCÍA-RUIZ: *Geología de las Áreas de montaña*: 115-143. Geoforma Ediciones, Logroño.
- BERGHAUS, H., 1892. *Berghaus' Phisikalischer Atlas*. Dritte Aufgabe Gotha; Justus Perthes. 75 Karten.
- BLONDEL, J. y HUC, R., 1978. Atlas des oiseaux nicheurs de France et Biogéographie écologique. *Alauda*, 46(2): 107-129, Paris.
- BLONDEL, J., 1986. *Biogeografía y Ecología*. 190 pp. Edit. Academia, S.L., León.
- BLONDEL, J., 1987. From biogeography to life history theory: a multimathematic approach illustrated by the biogeography of vertebrates. *Journal of Biogeography*, 14: 405-422.
- CREUS, J. y BALCELLS, E., 1986. Reflexiones sobre los límites altitudinales de las residencias humanas permanentes en el Alto Pirineo Aragonés. *Pirineos*. Notas y Comunicaciones, 127: 153-174, Jaca.
- DICENTA, A. y BALCELLS, E., 1963. Notas ecológicas: *Chrysolina (=Chrysomela) banksi* F. (*Col. Chrysomelinae*). *Graellsia*, 20(1-3): 111-117, Madrid.
- ESPAÑOL, P. y BALCELLS, E., 1965. Animales del Montseny. *San Jorge*, 55-56: 38-55, Barcelona.
- GUIART, J., 1934. Climatographie des maladies. In: PIERY, M., *Traité de Climatologie Biologique et Médicale*: 1.045-1.070, Paris.
- HESSE, R.; ALLEE, W.C. & SCHMIDT, K.P., 1937. *Ecological animal Geography. An authorized, rewritten edition based on Tiergeographie auf oekologischer Grundlage*. 597 pp. John Wiley and Sons, Inc. New-York. Chapman and Hall, Limited, London.
- MARGALEF, R., 1955. Temperatura, dimensiones y evolución. *P. Inst. Biol. Apl.*, 19: 13-94, Barcelona.
- MARGALEF, R., 1959. Ecología, Biogeografía y Evolución. *Revista de la Universidad de Madrid*, 8(29-31): 220-273, Madrid.
- MARGALEF, R., 1974. *Ecología*. 951 pp. Ed. Omega, S.A., Barcelona.
- MARTÍNEZ-RICA, J.P., 1974. Contribución al estudio de la Biología de los gecónidos ibéricos (*Rept. Sauria*). *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 5: 7-304, Jaca.
- MARTÍNEZ-RICA, J.P., 1977. Observaciones ecológicas en *Lacerta monticola bonnali*, Lantz en el Pirineo español. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 8: 103-122, Jaca.

- MARTÍNEZ-RICA, J.P., 1979. Los anfibios del Alto Aragón: Un ensayo de Corología. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 10: 7-47, Jaca.
- MIKULSKI, J.S., 1938. Experimental studies in thermal ecology of developing eggs of some amphibians (*Rana*, *Bufo*, *Pelobates*). *Ac. Polonaise des Sciences et des Lettres. Sér. B.* 2: 23-45, Cracovie.
- MUELLER, P., 1979. *Introducción a la Zoogeografía*, 232 pp. Ed. Blume, Barcelona.
- PALANCA, A., 1987. *Aspectos faunísticos y ecológicos de lepidópteros altoaragoneses*. 317 pp. Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología, 2, Jaca.
- PEDROCCHI, C., 1987. *Fauna ornítica del Alto Aragón occidental*. 225 pp. Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología, 1, Jaca.
- PHILLIPS, J.G. *et al.*, 1976. *Fisiología ecológica*, 248 pp. Ed. Blume, Madrid.
- QUILIS, M., 1934 (1940). Cálculo de las fajas isocondicionales y de las líneas de máximo desarrollo para los insectos. *VI Congreso Internacional de Entomología*, 2: 447-454, Madrid.
- SORRE, M., 1943. *Les fondements biologiques de la Géographie humaine (Essai d'une Écologie de l'homme)*. 442 pp. Librairie Armand Colin, Paris.

**CONSIDERACIONES FENOLÓGICAS DE LAS
BIOCENOSIS DE ALTITUD EN EL PARQUE
NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO,
ACOMPAÑADAS Y APOYADAS MEDIANTE ESTUDIO
PRELIMINAR DE LOS DATOS METEOROLÓGICOS
OBTENIDOS DESDE 1981 A 1989 EN EL
OBSERVATORIO DE GÓRIZ**

E. BALCELLS R.*
E. GIL-PELEGRÍN*

* Instituto Pirenaico de Ecología (C.S.I.C.), E-22700 JACA (HUESCA).

“Mais les montagnes de l’Espagne centrale et orientale reçoivent peu d’eau et les hautes altitudes qui se couvrent de neige *surtout au printemps*, subissent une très longue sécheresse estivale. On trouve les mêmes conditions sur l’Atlas” (GAUSSEN, H., 1955. *Montagnes*, Ed. Horizons de France, Paris, p. 17).

I. INTRODUCCIÓN

Al mismo tiempo que observaciones faunísticas y florísticas de primera mano, repetir un mismo recorrido similar periódicamente, en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, ha permitido observar variaciones acusadas en el comportamiento fenológico de los seres vivos. Dichas variaciones se han apercibido de forma ordenada en el transcurso de periodos vegetativos de dos años, con apoyo en visitas continuadas de cadencia casi quincenal. Concretamente en 1988 y 1989. La evolución del ciclo vegetativo y la actividad de las especies han puesto de manifiesto acusadas diferencias fenológicas en las dos temporadas. A intuir las posibles causas de tales diferencias de uno a otro año, con apoyo en el estudio de la evolución del tiempo atmosférico estacional, se dedican las líneas que siguen.

El itinerario parte de parajes que cabe considerar de montaña baja; en concreto el fondo de la cuenca del Ara, a unos 1.000 m de altitud, junto al poblado de Torla. Ascien- de por ladera, dominando exposición a poniente. La mayor parte de las observaciones se han efectuado a nivel subalpino en sectores con dicha orientación, a partir de unos 1.700 m s/M. Luego, buena parte del recorrido transcurre por cresta, entre 1.950 y 2.150 m s/M, permitiendo además una adecuada observación panorámica de laderas, tanto a nivel de montaña media en solana y en umbría, como en superficies próximas a mayor altitud, dominando pastos, ora de alta montaña mediterránea y por tanto más xerófilos, ora de paisaje más bien subalpino, más o menos típico, con elementos boreo-alpinos más higró- filos. Como el lector habrá adivinado, las observaciones se han realizado en las laderas de Diazas, en término de Torla, siguen por la cumbre de la sierra de las Cutas, hasta el paraje de Cuello Arenas. Una vez alcanzada la muga entre Torla y Fanlo, en Cuello Dia- zas, el itinerario continúa por la mencionada cresta que cierra por el sur el cañón de Ordesa, dominando así buena parte de su fondo la ladera solana del valle de Vío y al fondo, hacia oriente, las laderas del Monte Perdido y el conjunto de los pastos de Góriz.

La finalidad del estudio emprendido, de los más de ocho años de funcionamiento de la estación de Góriz, es por un lado comprobar las oscilaciones anuales de los factores climáticos en dicho paraje, los juzgados de mayor incidencia en los seres vivos y su devenir estacional, para mejor intuir las diferencias fenológicas observadas de uno a otro año.

Para ello se analizan en primer lugar valores promedio de distintos factores y su variación interanual. Tales variaciones aparecen ciertamente brutales de uno a otro año, sobre todo al analizar las precipitaciones. Tal análisis permite elaborar gráficos superpuestos, referidos a valores medios y extremos alcanzados en el periodo, permitiendo así ulteriores comparaciones anuales y presentar una especie de síntesis interactiva.

A continuación se estudian por lo tanto y con mayor detalle los dos últimos periodos del ciclo vegetativo de 1988 y 1989, en que se han comprobado manifestaciones fenológicas acusadamente diferentes, a pesar de no ser quizás dos años en que se hayan acentuado las situaciones más extremas respecto a temperatura y precipitación. Para tal estudio se elaboran gráficos anuales paralelos al anterior conjunto del periodo que permiten superposiciones y así intuir las causas del comportamiento fenológico y ciertos detalles de abundancia de concretas especies más aparentes.

Dicho estudio sirve, además, de telón de fondo al relato de un itinerario de cresta, permitiendo la visita al sector oeste y alto del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Dos versiones se han dado del referido itinerario, sobre todo dirigidas ambas al apoyo de guías educativas, conduciendo a los visitantes por la mencionada pista de Torla-Diazas-Punta Acuta-Mirador de Mondicieto-Cuello Arenas. Una de dichas guías es escrita. La otra se concreta en una cuarentena de paneles iconográficos, lo mismo dedicados a los principales recursos y su distribución según la altitud, su utilización y sus más llamativas variaciones estacionales.

Sin embargo, también es otra la finalidad más científica del presente estudio. El observatorio de Góriz, situado en las laderas del Monte Perdido, a unos 2.215 m s/M y con exposición SW, ha funcionado de forma ejemplar, sin un solo fallo esencial, desde su inauguración el 1 de julio de 1981. Es fruto de la eficaz cooperación del Instituto Nacional de Meteorología y de la Federación Española de Montañismo, que cuida de la acogida y disponibilidad del refugio todo el año. Se aprovecha aquí la ocasión para agradecer al Instituto las facilidades prestadas para el estudio de los datos obtenidos, ordenada y ejemplarmente archivados.

El estudio de los referidos datos, pese a lo corto del periodo para obtener promedios estadísticamente significativos, ha permitido un apoyo de gran valía para la interpretación fenológica que nos ha ocupado los dos últimos años.

El estudio climático que esbozamos en este artículo, a pesar de su carácter primerizo –por causa de lo corto de la serie, como se ha indicado– rebasa no obstante las necesidades fenológico-interpretativas que adjuntamos. Sin embargo, divulgar los datos elaborados supone apoyo para estudios de diversa índole, no sólo iniciados por investigadores alrededor de nuestra institución sobre el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, sino otros más amplios y referidos al medio y la vida en la alta montaña pirenaica.

Tras la presente introducción y unas breves líneas (cap. 2) en que se relata la metodología empleada, se exponen los resultados referidos a precipitaciones, evolución de la temperatura y el periodo de innivación. Se parte del principio de la mayor incidencia de los tres factores considerados en la distribución y actividad estacional de plantas y animales. No obstante, como se indica en momento oportuno, son otros bastantes los aspectos estudiados en el observatorio, de indudable interés (viento, insolación y humedad relativa, por ejemplo), que permiten cálculos sobre la incidencia de los recursos hídricos en la producción y mantenimiento de los biotas. Agradecemos así, desde buen principio, al Dr. J. Creus y a D. G. del Barrio las sugerencias que nos permiten proporcionar resultados sobre periodos de déficit hídrico, sin duda regulando la existencia de las especies, su prosperidad y el funcionamiento de las biocenosis. No obstante, los datos que los apoyan, por diversas causas, no pudieron ser adecuadamente aprehendidos en algunos periodos estivales; tal situación impide una presentación comparada completa, obligando a deducir los periodos deficitarios, con apoyo en supuestos relativos menos seguros. Las oscilaciones anuales, por otro lado intensas, reflejan causas muy diversas y lejanas de difícil interpretación correcta hoy, pese al extraordinario interés que supondría intuir las. Quedan así indicados dos vacíos importantes. Cabe brindar el último a su consideración por parte de meteorólogos, pues seguramente permitirían multitud de sugerencias para el estudio de la vida en la altitud mediterránea. Otra sugerencia sería intentar un plan de dataciones fenológicas diarias en las proximidades del observatorio. Esperemos que la continuidad del estudio biológico del Parque Nacional durante los años futuros permita establecerlo.

Jaca, 11 de junio de 1990

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Como acaba de indicarse, el estudio se apoya en los datos climáticos obtenidos puntual y continuadamente en el observatorio meteorológico adjunto al refugio de Góriz, archivados por el Instituto Español de Meteorología en su sede centralizada de la cuenca del Ebro (Zaragoza). La totalidad de los datos estudiados se refieren a los ocho últimos años y se escalonan entre el 1.º de julio de 1981 y el 31 de agosto de 1989.

El observatorio se halla situado junto al refugio del mismo nombre, en la cabecera del río Arazas, pero por encima de los acantilados que limitan el cañón de Ordesa y por tanto en territorio de los llamados puertos de Góriz, utilizados en verano por la mancomunidad del valle de Vio y así, en término municipal de Fanlo, localidad cabeza de valle, ubicada más al sur, a 1.343 m s/M, en el interfluvio del curso del Chate (vertiendo al Ara junto a Sarvisé) y la cabecera del Aso (vertiendo al Cinca, junto a Escalona, a través del río Bellós, formado tras la confluencia con el Añisclo).

El refugio de Góriz se halla instalado en antiguo circo glaciar, en pleno dominio desarbolado de pastos subalpinos o prácticamente alpinos, a 2.215 m s/M, con orientación meridional y solana, pero respaldado por las elevadas laderas del macizo del Monte Perdido, que culmina a 3.353 m s/M, lo que le confiere una exposición general a SW, prácticamente opuesta (barlovento) a los frentes lluviosos de cierzo, cuyos máximos de precipitación nivosa en el Sobrarbe suelen producirse casi todos los años iniciada la primavera. Prácticamente sobre el meridiano de Greenwich, que pasa por la cresta del Cilindro de Marboré, su latitud corresponde a 42°39' y 49"N.

El observatorio está atendido por el miembro de la Federación Española de Montañismo que cuida del refugio y, como se ha consignado arriba, a partir de las fechas indicadas sus datos esenciales se obtienen puntualmente a diario, sin soluciones de continuidad. Únicamente cabe destacar un dato incompleto: la tormenta –o mejor diluvio– del 7 de noviembre de 1982 rebasó toda la capacidad del pluviómetro (300 litros) en corto lapso, no permitiendo obtener el valor real de precipitación de ese desgraciado día de desastre regional, bien conocido.

Observaciones fenológicas obtenidas mediante visitas repetidas a la cresta de las Cutas, entre el paraje de Diazas (vertiendo al Ara) y Cuello Arenas, algo más al sur del observatorio, cabecera de barranco tributario del Aso, en las proximidades de Nerín, permiten comparaciones puntuales con los datos meteorológicos obtenidos en el referido observatorio próximo de Góriz. Dichas visitas, obteniendo documentación iconográfica en archivo, se iniciaron en enero de 1981. Sin embargo, no fueron muy regulares antes del verano de 1988. En el presente escrito se dedica así especial atención al devenir estacional en el transcurso de 1988 y 1989. Sin embargo, se intenta también y como fase previa una síntesis global del referido devenir conjunto de los ocho años, previo a estudios detallados, en que se pone de manifiesto la acusada irregularidad evolutiva anual de los factores atmosféricos en Góriz.

Los datos meteorológicos obtenidos (a diario) son numerosos y desde tal punto de vista el observatorio puede considerarse completo. Se refieren a:

- precipitación en milímetros,
- meteoros observados,
- altura de la capa de nieve,
- temperatura máxima y su hora,
- temperatura mínima y su hora,
- valores de termómetro seco,
- valores de termómetro húmedo,
- humedad relativa (con algunos fallos en periodos cortos),
- valores de evaporímetro (diferenciando: lectura, llenado y evaporación),
- anemómetro, también con ciertos vacíos mensuales,
- dirección del viento,
- cantidad de nubes y
- horas de sol (también con algún vacío temporal).

Sin duda alguna, un complemento de datos junto al suelo y observaciones fenológicas regulares en los alrededores resultarían de gran valor y algún día convendrá planificar el referido tipo de estudio.

De los datos indicados en el presente artículo, sólo se aborda el estudio atento de los de precipitación y evolución de la temperatura del aire en cabina. En ciertos años en que ha sido posible se ensayan cálculos de balance hídrico estival (1 de junio a fines de octubre), datos todos ellos básicos para explicar aspectos varios del comportamiento estacional de los seres vivos y su impronta en el paisaje, cara a evaluar el contenido educativo del itinerario de cresta, orientado por la Dirección del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido.

Por otro lado se estudian, con apoyo fundamental en gráficos, los datos de innivación y sus variaciones y tanto los referidos a las intermitencias en la capa de nieve como respecto a su espesor, comparando con diferencias cualitativas apreciadas mediante observaciones en los sectores próximos, visitados con mayor asiduidad en los últimos meses.

El análisis estadístico de los referidos datos desemboca en sendos capítulos de especial atención:

- Por un lado, con apoyo en estudios de innivación, destacan las diferencias interanuales durante la estación fría, periodo que se expande durante 7'5 a 4'5 meses y que afecta casi siempre mucho más al primer periodo anual de días largos (primavera) que al primer trimestre de días cortos (otoño). De ahí la mención de la frase de Gausson que encabeza este artículo.
- Por otro lado, se estudia el periodo vegetativo o de normal actividad y reproducción de los seres vivos: el centrado alrededor del verano y que viene reducido, ora por la prolongación de la estación fría durante buena parte de la primavera (oscilando el fin definitivo de la innivación entre el 10 de mayo y el 10 de junio), ora por alteraciones interanuales de la continuidad de las precipitaciones convectivas estivales, las cuales, al cesar, producen periódicos incidentes en el déficit hídrico y en otras ocasiones, por el contrario, excesos de humedad tardíos en el suelo, afectando al final de la producción vegetativa y sobre todo a la fructificación.

A. Tratamiento estadístico convencional de los datos de temperatura y precipitación

El proceso de tratamiento ha sido similar para los dos factores indicados. Los archivos consultados permiten la presentación de los valores medios por décadas de días. Dicha primera presentación permite destacar las discontinuidades en el régimen de precipitaciones y compararlo con la evolución de la temperatura (véase el capítulo de resultados 3.B. y 5.).

Sin embargo, se ha concedido cierta atención al estudio de gráficos mensuales, comparando determinados años con los gráficos globales promedio para todo el periodo. Dicho método permite interpretar distintos comportamientos fenológicos durante los años de observación, dependiendo de la evolución climática anual. Los gráficos empleados son los bien conocidos ombrotermogramas y los climogramas de Taylor. En los primeros constan, no sólo los valores promedios, sino también los valores extremos: para la precipitación, valores máximos y mínimos de ciertos meses del periodo de ocho años. En cuanto a la temperatura se exponen, no sólo los valores promedio de los máximos y mínimos mensuales, sino también igualmente valores mensuales extremos en alguna fecha de los ocho años transcurridos. Al superponer ambos gráficos, cabe apreciar así que, en ocasiones, no sólo aparecen meses sumamente secos en invierno –periodo en el que la influencia es mínima sobre los seres vivos en diapausa–, sino también durante la estación propicia. Tales periodos secos, si bien son más frecuentes en la segunda mitad del verano y el otoño, en ocasiones afectan al pleno periodo vegetativo primaveral. Los parajes estudiados se comportarían así como oroxeróteros en más ocasiones que las aparentes por causas de la falacia de los promedios, aspecto que detectaría mejor el cálculo del déficit hídrico diario, o el mismo del índice xerotérmico de Gausson.

Sin embargo, un aspecto importante se refiere a evaluar la representatividad global de la muestra estudiada de ocho años, con apoyo en pruebas de significación estadística. Para ello se calculan por una parte las diferencias en valores interanuales extremos y se presentan en los cuadros fuera de texto (1.C. y 2.C.), hallando luego dicho valor de oscilación en tantos por ciento respecto al valor medio. Por otro lado se recurre también a las pruebas de significación. Dichas pruebas se han apoyado en el cálculo de la variabilidad interanual, no sólo para los valores mensuales, sino también para los datos de precipitación total y temperatura media anual. Los cálculos permiten rechazar tal significación en muchos casos o aceptarla sólo provisionalmente. Siempre ha ocurrido así con respecto a los valores de la precipitación, requiriendo seguramente alcanzar los treinta años de observaciones para la obtención de promedios más significativos. Pero también para algunos valores de la temperatura media, requiriendo seguramente observaciones de un decenio como mínimo. Unos y otros se apoyan en el cálculo, no sólo de la dispersión cuadrática y el coeficiente de variabilidad, sino también del coeficiente de precisión, siempre por encima del 3% cuando se refiere a precipitaciones y con menos frecuencia en los cálculos con valores de temperatura¹. Para obviar el inconveniente del manejo de valores negativos de la temperatura, o sea por debajo de 0°C, se optó por añadir 10° a todos los valores necesarios para el cálculo de los parámetros estadísticos representados en los cuadros fuera de texto sector 1.B.

¹ La dispersión cuadrática o desviación típica (σ) se refiere a la raíz cuadrada de las diferencias de las variantes respecto al valor medio, elevadas al cuadrado, divididas por el número de variantes (casi siempre 8, 9 para el mes de julio y 7 para años y estación estival). El coeficiente de variabilidad (V) equivale al tanto por ciento de la desviación respecto al valor medio, mientras que el coeficiente de precisión, P , representa el tanto por ciento del error respecto al valor medio, aceptable siempre sólo por debajo del 3%.

No obstante, pese a los valores elevados de variabilidad obtenidos, el cálculo de los referidos parámetros para todas las series permite ciertas comparaciones que apoyan la descripción evaluativa de la evolución anual e interanual de los factores. Existen así meses en que la variabilidad es muy acusada, mientras que en otros el valor de P desciende.

La escasez relativa de años de observación, empezando el 1 de julio de 1981 y terminando prácticamente en junio de 1989, aconseja el aprovechamiento de todos los periodos en el cálculo global de las anualidades. De ahí que, al estudiar los valores promedio por año, se han realizado los cálculos con dos criterios. El primero (ver cuadros fuera de texto) se refiere a los valores representativos de años naturales (1 de enero a 31 de diciembre), en cuyo caso la serie se acorta a solamente siete años. Se desprecia así el primer semestre de observaciones (I-VII a 31-XII de 1981), igual que el último (I-I a 30-VI de 1989). El segundo criterio permite ocho años a base de organizar anualidades, calculando los promedios mediante la suma de los datos del segundo semestre de un año a los del primero del siguiente. Tal proceder permitió utilizar todos los datos disponibles para el estudio en 1989 (ocho variantes). Los resultados en uno y otro caso son distintos, sobre todo para el factor precipitación, poniendo de manifiesto una mayor variabilidad alrededor del invierno $-2.^{\circ}$ semestre + $1.^{\circ}$ semestre = anualidad— y una cierta compensación cuando la suma es alrededor del verano (año natural entero), lo que parecería disminuir la variabilidad interanual.

Además, la oferta de datos en archivo por décadas mensuales facilita el cálculo de valores medios por treintenas de mayor significación estacional. Cupo observar, con sorpresa, que no sólo el método permitía una presentación mejor y real de las cuatro estaciones, sino que además, globalmente, la variabilidad entre treintenas disminuía sensiblemente².

Junto a los referidos cálculos estadísticos, se presentan también los valores de oscilación entre máximos y mínimos observados, calculando además el tanto por ciento de dicha diferencia respecto al valor medio de las, ora siete, ora ocho, variantes manejadas.

Sobre los referidos aspectos se insistirá oportunamente al exponer el capítulo de resultados.

² Los meses normales del calendario juliano cabalgan sobre el conjunto de las estaciones, lo que complica siempre adjudicar los datos promedio de uno u otro mes a una u otra estación. Así, es siempre difícil decidir si la estación invernal está representada por diciembre, enero y febrero, o bien por los tres primeros meses del año juliano. La distribución de los datos meteorológicos por décadas obvia este inconveniente, pues permite agrupar en treintenas por promedios de la última década de un mes con las dos primeras del mes siguiente, obteniéndose así el conjunto de valores agrupados que afectan a una estación anual, de acuerdo con el ritmo nictihemérico. También para los valores de la temperatura media, pero sobre todo para la precipitación, disminuyen sensiblemente los valores de los coeficientes de variabilidad interanual, al considerar las treintenas; para comprobarlo basta comparar por parejas los valores anotados en los cuadros fuera de texto 1.C.a., 1.C.b., 2.C.a. y 2.C.b.

B. *Métodos utilizados para el cálculo de probables periodos de déficit hídrico en el transcurso de la estación propicia*

Son dos las limitaciones del periodo vegetativo que afectan a la producción de los organismos en la altitud. Por un lado las limitaciones del periodo en ambos extremos (inicial y final) por causa del déficit de temperatura. Pero, aun cuando el calor sea suficiente, quedando por encima de los mínimos de actividad vital, los recursos hídricos adecuados y el eventual exceso de luz actúan de factores limitantes³. Todo ello nos lleva a tener en cuenta el déficit hídrico posible estival, los periodos en que deviene patente y su detección, intentando así explicar mejor algunos comportamientos fenológicos tangibles.

Dicha detección se ha llevado a cabo mediante tres procedimientos: el estudio de las relaciones entre temperatura media y la precipitación en cortos periodos, el cálculo del coeficiente xerotérmico de Gausson y el método clásico, atendiendo a la capacidad de campo edáfica y otros factores atmosféricos, manipulados con apoyo en el índice de Penman.

a. *Estudio de la precipitación y la temperatura promedio por decenas*. El ombrotermograma global elaborado con promedios no pone de manifiesto la aparición de meses pragmática y biológicamente muy secos, secos o subsecos en el sentido de Bagnouls y Gausson (v. 3.C.a.). Sin embargo, al considerar valores extremos por lo escaso de las precipitaciones en algunos años, la curva de valores de pluviometría (v. ombrotermograma global) sí transcurre por debajo de la de valores de temperatura media en grados a doble escala, lo que podría indicar la aparición de "meses biológicamente secos" ciertos años. Además, las mismas observaciones fenológicas permiten deducir manifestaciones de sequía tangibles, en periodos críticos más cortos, que pasan desapercibidos al considerar la totalidad mensual. Cabe así, aprovechando los datos archivados por decenas o tercios mensuales, iniciar un primer análisis menos fino que el planteado bajo próximos subepígrafes, estudiando las relaciones por decenas entre la total precipitación y la temperatura media de dichos tercios mensuales.

Dos evaluaciones se han tenido en cuenta: por un lado las decenas exentas de toda suerte de precipitación (en total unas dos docenas en todo el periodo estudiado de ocho años); por otro lado, en las no exentas de precipitación, la relación de dichos datos de precipitación con los de temperatura media en dichos periodos reducidos.

La relación oportuna habría sido recomendada por CARTER y MATHER ya en 1966 y el método aquí utilizado se ensayó ya de forma paralela por OLIVER y DE LUIS (1979) para el estudio de los recursos climáticos de la dehesa salmantina. La relación $P \leq 3T$, utilizada para la construcción de los ombrotermogramas, cuando las precipitaciones son escasas en el verano guardan una misma proporcionalidad aproximada cuando se consi-

³ Diferencias en Alpes y Pirineos un tanto aparentemente paradójicas han sido discutidas recientemente por uno de nosotros (CREUS y BALCELLS, 1986).

deran las temperaturas medias por tercios mensuales a la misma escala. Se consideraría así que una década es pragmáticamente seca cuando la pluviometría en milímetros del periodo es igual o inferior al valor de la temperatura en grados. También se comentan aquellas décadas en que la relación de pluviometría está por debajo del doble o del triple de la temperatura en grados centígrados (v. cap. 5).

Efectivamente, por este procedimiento se habrían explicado ya “las causas de sed” aparente, observables en los pastos de fines de julio de 1988, tras dos decenas con valores de precipitación en mm muy inferiores a los correspondientes de temperatura media en grados centígrados. Dicha sequía extemporánea y claramente anormal en tales fechas –aparente por el cambio de color de verde a pajizo ya a fines de julio de 1988– no se habría observado al año siguiente, verano en que los pastos se mantenían verdes avanzado el otoño. En cambio, si bien los valores de precipitación en decena similar de 1989 no superaban tampoco en mm el doble de la temperatura en °C, la cantidad de agua de lluvia fue *mayor* y mejor repartida, superando además en mm por decena el valor equivalente de la temperatura media en grados.

La tabla I expresaría lo indicado:

Tabla I.

Meses	Julio			Agosto			Septiembre			Año
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	1. ^a	2. ^a	3. ^a	1. ^a	2. ^a	3. ^a	
T. m°C	8,2	14,3	14,4	14,0	14,6	11,2	13,65	5,76	9,69	1988
P. en mm	60,0	2,0	8,0	44,0	33,0	77,0	16,4	13,0	26,0	
T. m°C	11,52	14,1	14,7	13,35	13,975	12,75	8,35	9,15	17,1	1989
P. en mm	48,0	18,0	28,0	54,0	40,0	9,0	41,0	31,0	33,0	

Ocurriría así que frente a dicha capacidad matizante, que habría pasado desapercibida al considerar tres decenas reunidas en 1988, dando valores de precipitación de treinta superiores al doble e incluso al triple de la temperatura mensual en grados, las intermitencias de precipitación habrían sido suficientes para que apareciera sequía en periodos más cortos (2/3 de julio de 1988 y 3.^a de agosto de 1989). No obstante, si bien el método detecta dichos periodos de sequía que escapan al análisis simple de las precipitaciones mensuales, todavía resulta de insuficiente fineza por dos razones:

- Por un lado escapan a la detección posible de déficit hídrico periodos decenales o tal vez incluso algo más largos y secos, transcurridos “a caballo” de dos tercios mensuales.

- Por otro lado escapan circunstancias muy capaces, ora de agudizar, ora de atenuar el déficit hídrico, aspectos meteorológicos que, si bien no son anotados en todos los observatorios, sí se registran de costumbre en Góriz.

Sin prescindir así y del todo del método simple preconizado dentro del presente epígrafe y cuyos resultados de conjunto se expondrán bajo el título 5, cabe plantear antes dos metodologías más sofisticadas bajo el próximo subtítulo, apoyadas, ora en el cálculo, debido a GAUSSEN y BAGNOULS (1963), referido al índice xerotérmico, ora en el método que consideraría las reservas hídricas del suelo (capacidad de campo), preconizado con investigaciones de Penman (v. ELÍAS-CASTILLO y JIMÉNEZ-ORTIZ, 1965).

b. *El índice xerotérmico de Gausсен y Bagnouls*. Prescindiendo de la relación directa temperatura media de un periodo y precipitación total, cabe tener en cuenta que, en el transcurso de cualquier lapso, la intensidad de la “sequía biológica” no presenta igual grado. Se requiere así buscar ciertas matizaciones. Como indican los autores mencionados, las precipitaciones globales consideradas en el primer cálculo no siempre presentan igual régimen incidiendo en el mantenimiento de una humedad ambiental óptima para todas las especies. Existen así muchas “formas” de llover y algunas de ellas y las circunstancias anteriores y posteriores a la precipitación matizan su eficacia biótica. Un índice sobre las referidas situaciones puede proporcionarlo la humedad relativa. Además, en ausencia de precipitación tangible, es necesario tener en cuenta otros fenómenos. Se pueden así producir precipitaciones ocultas, cuya frecuencia explica muchas veces la instalación de ciertas biocenosis y el dominio de ciertos táxones en ellas, sólo explicables por causas topoclimáticas y la simple exposición al sol y a frentes lluviosos. No cabe así considerar seco un periodo en que la frecuente niebla ha mantenido el territorio a cubierto de la insolación o bien cuando los observatorios anotan dichas precipitaciones, ocultas o inapreciables, incluido el rocío.

De ahí que los autores indicados consideraran la conveniencia de incorporar un nuevo concepto como el “índice xerotérmico”, definido en el mismo contexto de la relación humedad/calor, pero en este caso jugando con el concepto de número de días “biológicamente secos”. Para el cálculo de dicho índice, X_p , referido a un periodo concreto, cuya duración global en días vendría indicada por la letra D en la fórmula, se habrían tenido en cuenta ciertos factores meteorológicos complementarios que no todos los observatorios anotan, pero sí se han contabilizado ordinariamente en Góriz. Son los siguientes:

- Con objeto de prescindir de la “forma de llover” –ora torrencial, ora mansa y menuda propia, no de tormenta, pero sí de general situación de “temporal”–, se descuentan del cómputo final como días húmedos todos aquellos en que se ha registrado precipitación en pluviómetro ($=dP$).
- Los días en que se registra sólo niebla o rocío, este último no computado en Góriz, pero sí los días de precipitación “imperceptible”, se han descontado como medio día húmedo (dN).

- En cuanto al estado higrométrico del aire ($=\%H$), se admite:
 - El aire es seco para los seres vivos cuando la humedad relativa registrada es igual o está por debajo del 40%. Se contabiliza así como día seco.
 - Registros entre 40 y 60% indican 9/10 de día seco.
 - Registros entre 60 y 80% indican 8/10 de día seco.
 - Registros entre 80 y 90% indican 7/10 de día seco.
 - Registros entre 90 y 100% indican 6/10 de día seco.
 - En estado de saturación, como 0 día seco.

La fórmula aplicada para el cálculo dentro del periodo considerado (cuyo resultado corresponde a la totalidad de días secos X_p) sería la siguiente:

$$X_p = (D - dP + \frac{dN}{2}) \cdot \% H$$

(% sería el valor promedio para el periodo de acuerdo con el pragma aceptado por Gausson y Bagnouls, deducido con apoyo en ábaco y más arriba indicado).

Así, para la primera década de octubre de 1989 en Góriz, $D=10$ días; con un día de precipitación registrado, de donde $dP=1$; tres días con niebla y por lo tanto $dN=3$, y un promedio de humedad relativa en la década del 52'4%, el cálculo sería el siguiente:

$$X_p = (10 - 1 + \frac{3}{2}) \cdot 0'9 = 6'75 \text{ días secos}$$

Los cálculos se han efectuado igualmente por meses –o para todo el periodo estival de tres treintenas (= 92 días)– y entre el 1 de junio y el 31 de octubre. Los resultados se exponen en oportunas tablas, en el capítulo 5 (v. tabla 11, acompañada de sendos gráficos), donde constan valores promedio y valores extremos (v. gráficos 8 a 10).

c. *El cálculo del déficit hídrico diario, atendiendo a la capacidad de campo edáfica probable, apoyado en el índice de Penman.* El índice xerotérmico de Gausson y Bagnouls es de cálculo rápido y aceptablemente intuitivo, pero quizás conduce a resultados algo exagerados sobre la sequía, incluso a nivel cualitativo. Además sirve como promedio de periodos más o menos cortos, pero no permite conocer la distribución y variaciones diarias. Prescinde además del empleo directo de otros factores, como la radiación solar y el viento; no plantea la intervención directa de la temperatura, matizando las operaciones, y desde luego tampoco considera los recursos hídricos, posiblemente almacenados y acumulados en el suelo, a tener en cuenta en la evolución –digamos anecdótica por no decir histórica– del proceso ulterior durante el corto periodo estudiado.

Intentamos así comparar los referidos datos obtenidos con la fórmula de Gausson y Bagnouls por décadas, con la detección del posible déficit hídrico diario, obtenido mediante el cálculo previo de los valores de la evapotranspiración en mm/m^2 , con apoyo en distintas variables meteorológicas.

Los datos sucesivos y ordinariamente registrados en Góriz lo permitirían. La ecuación de Penman, acompañada de las debidas correcciones, queda abierta al cálculo de la evapotranspiración diaria en función de la radiación solar incidente, deducida de las horas de insolación; el recorrido del viento; la temperatura media; la precipitación, y, finalmente, la humedad relativa. No obstante, fallos de los aparatos de medición en ciertos periodos (p. ej., la ausencia de los referidos a humedad relativa tampoco han permitido conocer los valores del índice xerotérmico para julio de 1988) nos privan de los resultados sobre déficit hídrico en muchas de las temporadas propicias en que ha funcionado el observatorio de Góriz.

Los aspectos generales del método, ensayado ya para ciertos periodos por quienes lo han ideado⁴, consisten en la elaboración de un programa para ordenador capaz de detectar, con previo cálculo de la evapotranspiración diaria, la posible aparición de déficit hídrico probable por día, en función de la capacidad de campo de tres tipos de suelo: 10, 25 y 50 mm/m^2 , durante el periodo favorable (1 de junio a 31 de octubre). El especial mérito del programa consiste en dos cosas: partiendo de una muy probable saturación hídrica en suelo del 1 de junio, tener en cuenta la ulterior historia evolutiva de los recursos meteorológicos anterior al día en que se efectúa la lectura, gracias a la acumulación de datos. Detectar de inmediato, además, las reservas hídricas supuestas permaneciendo en cada tipo de suelo. Los valores de cero indicarían así las situaciones deficitarias y por lo tanto señalan aquellos periodos en que la normal continuidad del ciclo vegetativo quedará afectada. El conocimiento de los referidos periodos permite así especular sobre su posible incidencia y, por tanto, interpretar numerosos aspectos fenológicos y fisiológicos de los táxones bajo el título 6.

El programa proporciona automáticamente los datos de evapotranspiración, destacando con 0 las jornadas afectadas por déficit hídrico, sin duda más numerosas y menos interrumpidas para suelos de baja capacidad de campo (10 mm/m^2) que para 25 y 50 mm/m^2 . La primera y la última de las tres indicadas se han representado con trazos gruesos en algunos de los diagramas distribuidos por décadas del periodo indicado, superpuestos a los datos de temperatura media y precipitación por décadas, conteniendo también valores del índice xerotérmico (v. gráficos 10).

⁴ Agradecemos el asesoramiento de G. del Barrio y J. Creus, que han ideado el programa de cálculo. Su apoyo teórico en el índice de Penman se hallaría en la publicación de ELÍAS-CASTILLO y JIMÉNEZ-ORTIZ, oportunamente mencionada en la lista de referencias.

C. Estudio de los datos de innivación

La evolución, año por año, del espesor de la capa de nieve, con apoyo en la observación diaria archivada, se presenta en un conjunto de sendos y oportunos gráficos por periodos invernales (v. gráfico n.º 1). En abscisas se anota el tiempo transcurrido todos los años, entre el 1 de octubre y el 30 de junio; en ordenadas y a muy pequeña escala, los datos diarios de espesor en centímetros.

Sin embargo, el gráfico no permite una evaluación estadística de la evolución estacional de la innivación y de sus variaciones interanuales. Se recurre para ello a tal presentación, con apoyo en dos valores:

1. *Evaluación del espesor de la capa de nieve promedio por meses*, treintenas, estaciones, años (7) y anualidades (8). Tal espesor se halla sumando los valores diarios en el periodo considerado y dividiendo el resultado por el número de días transcurridos. Para años y anualidades, el divisor y denominador se valora en 303 días, o sea el periodo del año transcurrido con posible innivación, descontando los dos únicos meses estivales (julio y agosto o sus equivalentes en treintenas) exentos de toda suerte aceptable de innivación.
2. *Tanto por ciento de días innivados en el periodo*. Como indica el gráfico 1, en verano avanzado y durante todo el otoño aparecen muchos periodos intercalados exentos de nieve, además de innivaciones efímeras. Pero también durante las dos restantes estaciones, sobre todo al fin del invierno y en ocasiones durante abril. *Dichas soluciones de continuidad* para cada periodo se evalúan en tantos por ciento de los días nivosos por cada periodo considerado (meses, treintenas y estaciones). Para años y anualidades, el tanto por ciento es sobre 303 días (304 en los bisiestos), por razones obvias y paralelas al caso anterior referido al espesor de la capa.

Los datos indicados en ambos casos se someten a tratamiento similar y paralelo al empleado con el estudio estadístico de la evolución de la temperatura y la precipitación. Finalmente, en tabla cualitativa general y adjunta al gráfico, se indican:

- a. Fecha de comienzo y fin de la innivación.
- b. Número de días que tal periodo comprende, en siete años y durante ocho anualidades.
- c. Fechas del máximo absoluto de espesor de capa durante la estación de nieves de cada anualidad.
- d. Fechas de cada máximo anual secundario más importante.
- e. Fechas de los periodos de discontinuidad, indicando cuándo la falta de nieve es absoluta ("s/n"), de aquellos periodos en que se producen intermitencias muy claras, alternando con aislados días de innivación ("i") (v. 3.D.).

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y BASES PARA SU DISCUSIÓN

El objetivo específico del presente capítulo se reduce en exclusiva a una descripción pura y simple del clima reinante en los puertos de Góriz y cumbres próximas, atendiendo a la evolución estacional y la variabilidad interanual de los principales factores elegidos, tales como temperatura, precipitación e innivación. Los rasgos descriptivos más singulares se resumen oportunamente bajo el título final de conclusiones.

Los resultados sobre evolución de la temperatura, bajo el subtítulo A; el régimen de precipitaciones se describe bajo el subtítulo B, y la evolución de la innivación, bajo el subtítulo D. Se atiende para ello principalmente a los valores promedio mensuales o de treintenas; pero también, en cuanto a temperatura y precipitación, se comentan aspectos de distribución por décadas y oncenios que permiten oportunos comentarios sobre la posible variabilidad interanual de las estaciones.

La metodología estadística aplicada a su estudio es la convencional descrita bajo el anterior capítulo 2.

Se intenta bajo el subtítulo C presentar los resultados sobre gráficos, capaces de poner de manifiesto los contrastes entre temperatura y precipitación. Esto último permite calificar al clima reinante en cuanto a distribución estacional de las precipitaciones; no obstante, también detectar ciertas variaciones intensas interanuales que matizan las conclusiones generales, aconsejando el cálculo de otros parámetros a tener en cuenta bajo los dos capítulos siguientes.

Las conclusiones del presente capítulo proporcionan el marco adecuado para considerar la incidencia del clima sobre los seres vivos y comprender así mejor su fenología.

A. Estudio de la evolución de la temperatura

Los datos de temperatura media anual obtenidos para el periodo son algo diferentes, según los básicos manipulados:

4'68°C cuando se trata de siete años naturales (1982 a 1988).

4'72°C cuando son ocho anualidades naturales o julianas (VII-1981 a VI-1989).

4'75°C cuando son ocho anualidades, calculadas con apoyo en treintenas.

Los valores del coeficiente de precisión, P , son de valor próximo o inferior al 3% en los tres casos (respectivamente 3'868%, 1'053% y 1'303% en cada caso). Cabe así admitir como más significativo el dato de 4'72°C de media anual para Góriz.

Parece interesante también comentar a continuación los máximos y mínimos anuales absolutos en el periodo de 8 años (v. junto a cuadros fuera de texto 1.A.d., 1 y 2), oscilando entre 25'5°C el 15 de agosto de 1987 y -21°C el 8 de enero de 1985.

El cálculo en treintenas permite averiguar los promedios estacionales de temperatura (v. cuadro 1.B.e.). Se resumen los resultados a continuación:

- invierno: $-0^{\circ}94^{\circ}\text{C}$, con un valor de $P=5^{\circ}64\%$, elevado y no significativo, o de gran variabilidad interanual⁵.
- primavera: $3^{\circ}72^{\circ}\text{C}$, con un valor de $P=1^{\circ}24\%$, aceptable.
- verano: $12^{\circ}22^{\circ}\text{C}$, con un valor de $P=0^{\circ}849$, muy bajo y significativo.
- otoño: $4^{\circ}13^{\circ}\text{C}$, con un valor de $P=2^{\circ}651\%$, en el límite de la aceptabilidad.

Cabría así comentar la escasa variabilidad estival, frente a la invernal más acusada.

Los valores medios se han obtenido a base de calcular el promedio de las máximas y mínimas diarias y tanto en el caso de los meses naturales como de las treintenas. Debido a su necesidad de hacerlos constar en los ombrotermogramas, se han expuesto en los cuadros fuera de texto 1.A.b. y 1.A.c. para meses naturales o julianos y 1.B.b. y c. para las treintenas.

Cabe llamar la atención, aquí y ahora, sobre lo escaso de la oscilación mensual media apreciada; es decir, la referida a la diferencia entre la media mensual de las máximas y la equivalente de las mínimas. En promedio es sólo de $7^{\circ}09^{\circ}\text{C}$ para el valor promedio de las 12 treintenas, presentando un valor promedio máximo en julio/agosto en exclusiva de $8^{\circ}86^{\circ}\text{C}$ y otro mínimo para septiembre/octubre de $5^{\circ}20^{\circ}\text{C}$. Los valores son en conjunto más elevados para las seis treintenas de días largos ($7^{\circ}69^{\circ}\text{C}$ en promedio), mientras descienden apreciablemente en los periodos invernales y, sobre todo, en otoño (promedio en el medio año con días cortos de $6^{\circ}49^{\circ}\text{C}$).

Los valores extremos puntuales son en cambio acusados, tanto con referencia a meses naturales (v. 1.A.d.), como cuando se ordenan respecto a treintenas (v. 1.B.d.). La variabilidad extrema más elevada, la mayor diferencia entre mínimo absoluto (-21°C) y máximo absoluto para fechas también de enero ($16^{\circ}5^{\circ}\text{C}$) —equivalente a una diferencia de $37^{\circ}5^{\circ}\text{C}$ — se da en dicho mes, pero se atenúa en dos grados al considerar la primera treintena invernal y algo menos en la segunda. Sea como fuere la variabilidad interanual de temperaturas es muy elevada durante la primera mitad del invierno. En cambio el mes con variabilidad interanual absoluta más baja en el periodo es julio, no rebasando los $22^{\circ}5^{\circ}\text{C}$. Los inviernos aparecerían así como mucho más variables —entre rigurosos y benignos—, mientras los veranos serían más parecidos de uno a otro año.

Los valores de coeficientes de precisión, P (v. cuadros fuera de texto 1.C.a. y 1.C.b.), son similares al calcular el promedio de los 12 meses en cada caso —ora meses naturales julianos, ora treintenas—; sin embargo, son algo más bajos y por tanto algo más compensados los de treintenas, como también lo son los tantos por ciento de oscilación entre valores extremos:

Valor promedio 12 meses naturales: $46^{\circ}118\%$ de oscilación y $P=4^{\circ}9875\%$.

Valor promedio 12 treintenas: $41^{\circ}86\%$ de oscilación y $P=4^{\circ}6134\%$.

⁵ Ver cuadro 1.C.b. fuera de texto.

En el primer grupo, los valores de P más elevados se dan en enero (11'16%) y el mínimo en agosto ($P=1'53\%$).

Paralelamente, según treintenas estacionales⁶ el máximo valor de P (11'16%) se da en el primer tercio invernal, lo que confirma la variabilidad interanual del tiempo a principios del invierno. En cambio, dos de los meses estivales presentan mínimos de variabilidad junio/julio $P=1'56$ y julio/agosto con $P=1'25\%$. Cabe añadir finalmente que los valores de P resultan más bajos del 3% desde mediados de la primavera a iniciado el otoño, mientras entre octubre y mayo la evolución de la temperatura sería mucho más imprevisible, lo que confirmaría el dato paralelo, referido a la variabilidad invernal que se anota más arriba, en el estudio de los promedios estacionales (v. cuadro I.C.c. fuera de texto).

Con auxilio de los ombrotermogramas cabe anotar las siguientes consideraciones descriptivas del sector evolutivo de la temperatura:

- Existen tres meses con promedio de temperatura mensual media por debajo de 0°C. Tales serían: enero, febrero y marzo. Los restantes están por encima de 0°C (v. cuadro fuera de texto I.A.a.). Cabría así concluir que la estación fría –algo retrasada por otra parte– cabalga sobre el referido trimestre.
- Paralelamente, las tres treintenas invernales, del 21 de diciembre al 21 de marzo, ofrecen comportamiento similar (v. XII/I a II/III en I.B.a.).
- En ambos casos, el mes o treintena central (ora febrero, ora la treintena I/II) es el más frío en promedio.
- Pese a ello, la mínima absoluta del periodo se dio en enero. Como contrapartida no obstante, también es del 31 de enero de 1982 la máxima absoluta (interanual) correspondiente al invierno. Como destaca el ombrotermograma referido a meses julianos, ninguno de los restantes meses invernales (diciembre, febrero o marzo) registra una máxima puntual tan acusada. En enero, además de su gran variabilidad interanual respecto a temperaturas, se habrían registrado también los valores puntuales más bajos. Enero, así, sería el mes más variable respecto a la temperatura.
- De forma paralela, los valores medios de julio, agosto y septiembre están por encima de 10°C. Cabe así considerarlos meses estivales (v. cuadro I.A.a.).
- Lo mismo cabe decir con referencia a las treintenas entre el 21 de junio y el 21 de septiembre.

⁶ Cabe recordar que la treintena resulta de sumar la última década u “oncenio” del mes a las dos décadas inmediatas del mes siguiente. De esta forma cada treintena constituye un tercio de real estación, evitando el cabalgamiento estacional que aparece al considerar meses julianos.

- El calor, no obstante, se adelanta algo en verano. El mes juliano con más elevado valor medio no es agosto, sino julio. Sin embargo, al calcular los valores medios por treintenas, sí resulta más cálido el periodo veraniego más central (VII/VIII). Las referidas circunstancias permitirían situar a fines de julio el periodo promedio más caluroso, produciéndose así algo adelantado, es decir no a los seis meses del casi siempre más riguroso (febrero), sino a cinco y medio⁷.
- Sin embargo, y también paralelamente, el día más caluroso del periodo estudiado no corresponde a fines de julio, sino que se registró el 15 de agosto de 1987 y fue 2°C más elevado que el máximo absoluto de julio. Paralelamente también pero en distinto sentido a enero, el agosto juliano registra temperaturas relativamente bajas, tales como -2°C el 6 del año 1985. Julio en cambio es el único mes que no registra mínimas absolutas por debajo de 0°C, lo mismo que el primer tercio de la estación veraniega, o sea el periodo del 21 de junio al 20 de julio.
- Frente a los meses solsticiales, los promedios equinociales registran valores mensuales intermedios menores de 10°C, pero superiores a 0°C.
- La forma de la curva de temperatura media mensual a ambos lados de la convexidad estival es la clásica en las estaciones subpirenaicas del Altoaragón occidental. El ascenso primaveral es muy lento y hasta “perezoso” después de marzo, dando una curva cóncava hacia arriba, hasta la más rápida subida que supera los 10°C, entre junio y julio. La media de las mínimas de los meses primaverales se mantiene por debajo de 0°C, hasta avanzado mayo. El descenso de la convexidad estival de la media, en cambio, se mantiene también perezoso al principio y dicha convexidad prosigue con un otoño tibio, hasta un rápido talud finioñoal. La media de las mínimas por debajo de 0°C no sobreviene hasta el último tercio de noviembre y los valores medios de diciembre se mantienen, desde luego, por encima de 0°C. Contrasta así, una vez más, la relativamente fría primavera con el benigno otoño, como indica la misma tabla estacional (v. I.B.e.): a una temperatura media primaveral de días largos, pero con 3'72°C de promedio, se opone un promedio otoñoal de días cortos, es verdad, pero alcanzando valores más elevados de casi medio grado: 4'13°C. Frente a la treintena central de primavera, con promedio de 3'15°C (IV/V), cabe oponer la treintena otoñoal “simétrica” de 4'22°C (X/XI) y, frente a V/VI de 6'94°C, la de IX/X con 7'22°C (v. I.B.a.).

Los promedios de la temperatura por decenas. Con otras finalidades —entre ellas el cálculo y la situación de los periodos secos, orientando la interpretación de las deficiencias hídricas en el transcurso del periodo vegetativo de los seres vivos—, resulta útil por su valor matizante el estudio más detallado de la evolución de la temperatura media entre julio de 1981 y septiembre de 1989 (v. tabla II).

⁷ Lo que ocurriría en realidad no es que el calor se adelante, sino que el frío se prolonga a caballo de la primavera, como más abajo se comenta. Se reduce y se atrasa así el periodo vegetativo en su iniciación, si bien se prolonga al otoño benigno, pero durante días más cortos.

Tabla II. Góriz: Datos de temperatura media por decenas.

Años	enero			febrero			marzo			abril		
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1982	3,375	-0,585	-0,977	1,6	-0,12	-2,594	-2,08	-0,645	-1,8	3,925	2,12	2,525
1983	4,955	2,185=	4,809	4,91	-7,115	1,594	3,80=	3,025	-1,514	0,535	1,015	-1,095
1984	-2,025	-0,610	-3,523	-1,325	-4,28	-6,489	-4,8	-4,4	-1,809	1,11	0,085	7,35
1985	-9,4	-9,275	-0,223	3,925	-1,035	1,363	-2,15	-5,325	-0,773	2,10	2,165	3,24
1986	-3,610	0,835	-4,645	-7,35	-2,625	-0,563	1,965	0,52	-0,195	-0,825	-3,2	-1,425
1987	1,00	-6,85	-1,477	0,985	-7,290	-0,206	1,75=	-3,2	-3,727	-1,335	4,37-	5,565-
1988	0,16	-1,31	-1,509	-1,915	1,89	-6,26	-4,785	3,96-	1,991	0,34	4,26	2,57
1989	3,37	1,39-	-2,14	-1,83	2,48=	-3,55	3,6-	3,65	2,86	-1,54	-0,36	-0,68
Totales	-2,175	-16,220	-9,685	-10,820	-18,175	-16,705	-2,7	-2,415	-4,967	4,310	10,455	18,040
Promedio	-0,272	-2,028	-1,211	-1,353	-2,272	-2,088	-0,338	-0,302	-0,621	0,539	1,307	2,255
Años	mayo			junio			julio			agosto		
1981	-	-	-	-	-	-	9,95-	11,8=	14,8=	12,4	13,4=	13,7=
1982	1,52	6,13	7,03	8,16	10,0	10,4=	16,9	13,5=	10,9	10,0	14,6=	10,2
1983	4,05=	0,55	3,8	12,6=	9,35=	7,9	11,46	15,7=	16,0=	11,9	10,2	9,5=
1984	2,2	-1,3	2,12	3,2	11,18	13,22	14,15=	13,92=	15,2=	9,7-	18,85=	9,6
1985	1,4	1,24	5,9	6,8	9,8	10,5-	13,25-	13,3	13,5	10,8=	14,4=	13,3=
1986	4,1	8,52	8,5	6,68=	9,4	13,49=	14,01=	10,5	13,5=	13,2=	13,2=	9,9=
1987	2,6	3,0	6,1	7,3=	5,7	12,7=	13,25	10,3	10,3	12,8=	18,4=	10,3
1988	4,0	5,5	5,4	6,3	6,2	8,5	8,2	14,3=	14,4=	14,0=	14,6-	11,2
1989	7,9=	6,6	5,8	3,8	11,4	12,85=	11,52	14,10=	14,7=	13,35	13,975-	12,73 =
Totales	27,77	30,24	41,65	52,40	73,03	89,56	112,69	117,42	123,3	107,95	131,625	100,43
Promedio	3,47	3,78	5,21	6,55	9,13	11,20	12,52	13,05/	13,7/	11,99/	14,63x	11,16
Años	septiembre			octubre			noviembre			diciembre		
1981	12,0=	11,8	5,8	7,16	8,72=	3,15	8,96=	5,95=	3,26=	-0,855	-1,3	-3,55
1982	10,0=	10,4	6,3	3,5	4,23	4,3	3,85	2,0	-0,3	0,535	-2,21	-1,21
1983	12,9=	9,1=	12,85=	10,135=	7,1=	4,8=	3,5	2,7	4,3=	2,465	-4,85	6,29=
1984	10,4=	8,6=	5,3	2,30	7,6	5,8	1,6	-0,4	3,9	4,055	0,43	-3,014
1985	14,8=	12,3=	12,0=	8,9=	10,3=	3,7	4,9	-2,12	0,97	2,525	5,85	-1,655
1986	10,0	10,5	8,0	9,3	5,8	4,7=	4,2=	1,3	3,9	3,95	2,00	-1,559
1987	11,8=	16,0=	5,1	4,6	3,0	4,4	3,8-	2,9	-4,4	-2,515	3,51	7,625=
1988	13,65=	5,76-	9,69-	8,14	4,14	8,75=	3,8	6,53=	-0,075	-1,065	1,04	5,95=
1989	8,35	9,15	8,55	7,905=	5,885	9,38						
Totales	103,90	93,61	73,59	54,035	50,89	37,60	34,61	18,86	11,555	9,095	4,47	7,877
Promedio	11,54x	10,40	8,18	6,75	6,36	4,70	4,33	2,358	1,44	1,137	0,559	0,985

El interés de la revisión de la tabla se refiere, sobre todo, a la aparición del promedio de 7°C, con que se anunciarían las bonanzas adecuadas para la iniciación del periodo vegetativo vernal, lo mismo que su desaparición en otoño avanzado o tardío. Para ello puede resultar útil dedicar atención a la última línea informativa de los promedios para todo el periodo. Temperaturas promedio muy próximas a los 7°C en Góriz no se producirían antes de la primera decena de junio y se esfumarían entre la primera y la segunda de octubre, lo que permitiría un periodo vegetativo de unos cuatro meses y medio, si bien con posibles interrupciones más escasas al principio y a veces frecuentes al final, momento en que también se registran precipitaciones nivosas en ocasiones. Conviene no obstante –cara al estudio fenológico que nos ocupa– realizar dos advertencias:

- a) Los referidos valores del observatorio de Góriz corresponden a sectores de altitud menos benignos (2.215 m s/M) que los más asiduamente estudiados por nosotros en el límite del arbolado, entre el Cuello de Diazas y Cuello Arenas (1.950 m a 2.200 m s/M). Es decir, cabría ampliar el periodo vegetativo frecuente en el referido territorio a más de cinco meses. Es decir, la benignidad vernal se produciría ya a fines de mayo y duraría todo octubre.
- b) Además, el resto de los datos en columnas permiten apreciar también dos hechos. Algunos años (1984), la benignidad vernal se avanza a fines de abril, si bien más tarde se producen retrocesos muy acusados. En 1986, en cambio, se mantuvo sin retrocesos desde el primer tercio de mayo. Si bien de forma más anárquica, recuperaciones de débil benignidad en otoño se producen hasta después del solsticio invernal (1983 y 1987, si bien este último con innivación). La frecuente sequía de otoño, acompañada de ausencia de innivación y tiempo ventoso pero soleado, beneficia la dehiscencia de numerosos frutos voladores de compuestas de tipo oromediterráneo y ciclo relativamente largo (1988/89).

Prescindiendo de la floración vernal, que podría quedar eventualmente sujeta al “sésamo ábrete” de los 7°C de temperatura teórica, son muchos más de lo esperable los seres vivos prevernales en la iniciación de sus ciclos, que se manifiestan activos con bonanzas menos exigentes, bastándoles aprovechar frecuentes circunstancias de ausencia de la capa de nieve. Como ejemplo bastaría mencionar la floración plena de los azafranes en Cuello Arenas a 2.000 m s/M, acompañada de la actividad de víboras y lacértidos, durante el oncenio de marzo de 1983, momentos en que las temperaturas promedio prevernales de marzo en Góriz (200 m por encima) no alcanzaron los 4°C.

Sin duda alguna, la revisión de los promedios decenales constituye un apoyo descriptivo a los recursos del medio, que aclara numerosos aspectos poco satisfactorios al apoyarlos en el simple y frío análisis de los promedios globales de meses y treintenas.

B. Resultados del tratamiento de los datos de precipitación

Se exponen con orden paralelo al de evolución de la temperatura. No obstante, conviene ya destacar una vez más que su variabilidad es muy grande, como indica el coeficiente de precisión, siempre muy por encima del 3%; de forma que la serie estudiada resulta todavía sumamente corta para afrontar una revisión estadística aceptable en algún caso, incluidos los valores anuales. Se presentan provisionalmente los referidos cálculos por su valor comparativo, permitiendo así estudiar la distribución estacional relativa de las precipitaciones al comparar sus valores.

Los resultados referidos a la precipitación anual revelan valores diferentes (v. cuadros fuera de texto 2.A.a. y 2.B.a.) según el periodo elegido para su cálculo. Se anotan a continuación los más relevantes junto a sus parámetros resultado de su manipulación estadística:

Tabla III. *Estudio estadístico de precipitaciones anuales.*

Valor máximo y fecha	Valor mínimo y fecha	Oscilación	% de oscilación respecto al valor medio	Valor medio	Dispersión	V=coeficiente de variabilidad	P=coeficiente de precisión
Con meses julianos y 7 variantes de años naturales:							
2.016,8 1987	1.083,5 1983	933,3	57,70%	1.617,4 ±136,38	361,00 ±96,52	22,32 ±5,97	8,32% -
Con treintenas y 7 variantes de años naturales:							
2.190,8 1981-1982	1.077,6 1984-1985	1.113,2	66,61%	1.671,2 ±156,97	415,49 ±111,09	24,86 ±6,64	9,392%
Con meses julianos y 8 variantes de anualidades aprovechando todos los semestres:							
2.905,6 1987-1988	1.268,0 1985-1986	1.637,6	101,506%	1613,31 ±180,41	510,194 ±127,55	31,624 ±7,906	11,18%
Con treintenas y 8 variantes de anualidades aprovechando los semestres:							
2.723,8 1987-1988	1.245,8 1985-1986	1.478,0	90,730%	1.629,0 ±158,27	447,6 ±111,9	27,48 ±6,87	9,72%

Cabe así suponer un valor medio de precipitaciones anuales oscilante entre 1.613 mm y 1.671 mm. Las variaciones interanuales del total por año, por lo tanto, son muy acusadas y más cuando se consideran anualidades comprendiendo todo el invierno como cifra central, es decir al contabilizar la precipitación entre el 1 de julio de un año y el 30 de junio del siguiente.

Cabe destacar algunos hechos en este mismo contexto:

- Durante tres años naturales (1 de enero a 31 de diciembre), el agua precipitada alcanza cifras alrededor (o quizás a veces superando) de los dos mil litros (v. así 1982, 1987 y 1988, que serían los de máxima precipitación) frente a otros que sólo superan algo los 1.000 litros. Sin embargo nos aparece una anualidad próxima a los tres mil litros, cuando se considera el periodo 1-VII-1987 a 30-VI-1988 (v. cuadro 2.A.a. en columnas de la derecha), mientras que tiente considerar como uno de los “más secos del siglo” el periodo paralelo siguiente, con 1.313 litros.
- Al comparar las cifras globales de una y otra columna del mismo cuadro (v. A.a.), cabe considerar una distribución por años julianos más equitativa. Algunos años aparecen como particularmente secos, con poco más de 1.000 litros (sobre todo los impares 1983 y 1985), mientras 1984 y 1986 serían intermedios.

Sin embargo las referidas cifras globales, que demostrarían cierta compensación estacional dentro del año normal, no guardan aparente relación con las características distributivas de la lluvia en el transcurso del periodo vegetativo y, por lo tanto, con el comportamiento de la variabilidad estacional, cuestión a la que convendrá dedicar algo de atención en las líneas que siguen:

- Los valores de P (o coeficiente de precisión) correspondientes a las precipitaciones de otoño e invierno son los más elevados. No es extraño, así, que aparezca la variabilidad interanual de la innivación, que se comentará en capítulo oportuno (v. 3.D.).
- Son más bajos y parecidos los valores de coeficiente de precisión de primavera y verano (v. cuadro fuera de texto 2.C.c.).
- Pese a que el mínimo principal de estación corresponde a la más fría (v. 2.B.c. y 2.C.c.) y la estación más lluviosa es el otoño, es la última la que presenta mayor variabilidad estacional, si bien la invernal es poco más baja que aquélla.

Dada su utilidad aplicada a estudios biológicos, convendrá dedicar también algunas líneas a la distribución de la precipitación por décadas, para lo que nos apoyaremos en la tabla IV, que contiene los datos oportunos.

Cabe destacar los siguientes tres puntos:

- Un gran registro de decenas secas (*ocho en total*) corresponde, por de pronto, a treintenas invernales. Destaca sobre todo el mes de enero de 1983, ¡con sólo un litro en su segundo tercio!; pero también se dan en diciembre y hasta en febrero y el primer tercio de marzo.

Tabla IV. Góriz: estudio de precipitación por decenas.

Años	enero			febrero			marzo			abril		
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1982	13.3	22.7	54,3	1.7=	45,2	43,0	17,0	27,0	35,0	23,0	29,5	52,5
1983	-	1,0=	-	25,0	-	28,0	2,0=	14,0	29,0	-	84,0	89,5
1984	6,5	44,6	37,6	14,5	1,0	-	-	65,9	161,1	-	1,0	63,0
1985	16,1	56,0	96,2	24,3	41,9	6,2	15,2	28,0	3,0	140,4	7,0	56,2
1986	77,5	10,1	67,1	27,0	57,0	8,2	5,7=	15,7	10,7	108,8	54,0	188,0
1987	7,0	32,0	34,0	24,0	15,7	21,7	3,0=	4,0	28,0	21,7	10,7=	13,8=
1988	23,5	134,0	141,4	62,1	17,4	12,0	34,5	9,7=	32,2	79,1	152,2	66,2
1989	12,6	2,9=	-	27,3	2,3=	72,2	11,0=	17,4	27,0	136,1	49,3	69,9
Totales	156,5	303,3	430,6	205,9	180,5	191,3	88,4	181,7	326,0	509,1	387,7	599,1
Promedio	19,56	37,91	53,82	25,74	22,56	23,875	11,05	22,7	40,75	36,64	48,46	74,89
Años	mayo			junio			julio			agosto		
1981	-	-	-	-	-	-	18,2=	2,0=	8,5=	55,4	13,5=	9,0=
1982	12,0	53,0	86,2	66,5	45,0	8,2=	78,2	23,7=	82,0	35,0	20,0=	108,0
1983	8,0=	104,0	18,3	14,2=	12,7=	41,2	88,0	3,0=	-	63,4	34,0	8,1=
1984	43,8	92,0	52,3	57,1	73,0	18,8	-	7,8	24,0=	28,5=	14,0=	74,9
1985	17,0	75,0	20,0	54,2	40,4	30,6=	36,6=	54,1	60,6	3,0=	2,0=	8,0=
1986	54,1	51,0	26,1	10,0=	49,0	19,0=	9,0=	53,0	25,0=	8,0=	5,0=	14,0=
1987	27,0	11,0	33,0	15,0=	36,8	20,9=	105,08	146,0	105,0	1,0=	0,8=	113,0
1988	69,2	52,2	59,4	128,0	132,0	236,0	60,0	2,0=	8,0=	44,0	33,0=	77,0
1989	-	31,1	84,5	41,3	44,0	9,0=	48,0	18,0=	28,0=	34,0	40,0=	9,0=
Totales	231,1	469,3	299,8	386,3	432,9	430,7	395,1	291,6	313,1	238,3	122,3	502,0
Promedio	28,89	58,66	37,48	48,29	54,11	53,84	49,39	36,45	39,14	29,79	15,29	62,75
Años	septiembre			octubre			noviembre			diciembre		
1981	14,4	41,5	152,3	53,7	11,9=	25,3	-	-	5,5=	19,4	190,0	205,0
1982	5,0=	57,6	49,5	28,0	82,0	59,0	510,0	49,0	33,0	25,0	52,0	41,0
1983	-	4,0=	6,0=	4,0=	4,0=	1,0=	167,0	110,0	7,0=	-	54,0	8,0=
1984	8,0=	5,2=	31,0	99,5	38,6	32,2	160,1	101,1	60,0	-	49,4	9,2
1985	-	6,0=	8,0=	0,5=	-	56,3	59,1	22,3	6,7	13,0	-	94,8
1986	42,0	175,0	28,5	114,6	58,6	4,0=	-	168,0	15,0	17,0	16,0	57,0
1987	16,0=	4,9=	62,0	374,7	154,6	128,3	10,6=	14,2	14,9	167,6	45,9	-
1988	16,4=	13,0=	26,0=	26,7	180,6	-	90,3	15,4=	8,6	33,2	5,6	-
1989	41,0	31,0	33,0	10,7	20,5	65,9	-	-	-	-	-	-
Totales	101,8	307,2	363,3	543,7	530,3	446,1	1.497,1	480,0	150,7	275,2	412,9	415,0
Promedio	12,73	38,4	45,41	67,96	66,29	55,76	187,14	60,0	18,84	34,4	51,61	51,88

- Otra estación con decenas secas es el otoño, no obstante ser la estación más lluviosa en promedio global. Las ocho decenas secas registradas, frente a máximos superiores a 510 litros en noviembre de 1982, pueden dar idea de la variabilidad interanual de otoño. Con ello cabe concluir que su frecuencia se concentra en las estaciones de días cortos, las más favorecidas por el amplio régimen de irregularidades interanuales, incluidas las de temperatura, como más arriba consta ya.
- En cambio, el resto registrado de no más de cinco (frente a las 16 de otoño e invierno) corresponde a las dos estaciones de días largos. La constancia de precipitaciones distribuidas en primavera queda asegurada (mínimos de variabilidad); solamente abril aparece como mes algo “loco” (dos decenas secas). Las tres restantes, dos son de julio y una sola del primer tercio de septiembre.

Con respecto a los valores medios de la precipitación mensual y su variabilidad interanual, cabe destacar los siguientes hechos:

En todos los casos así, el tanto por ciento de la oscilación respecto al valor medio, como también el referido a la variabilidad estadística calculada (coeficiente de precisión), resultan más elevados que lo referido al promedio anual de las precipitaciones. Así y todo –como ocurre con los valores medios de temperatura–, los similares de precipitación, tanto para el valor relativo de la oscilación, como P , son sensiblemente más bajos al agrupar las décadas por treintenas que al considerar meses naturales o julianos. Así se comprueba al calcular valores medios de los 12 meses y otras tantas treintenas a continuación.

En el primer caso, los valores medios de los 12 meses, como cabe deducir del cuadro fuera de texto 2.C.a., son: 208'132% para la oscilación respecto al valor medio y $P=25'03\%$.

En el segundo, referido a treintenas (v. 2.C.b.): 181'43% para la oscilación respecto al valor medio y $P=19'41\%$.

Los valores de P no ofrecen ninguna tendencia estacional diáfana al considerar valores mensuales julianos (v. 2.C.b.). No ocurre así cuando se trata de treintenas. Por ejemplo: los promedios de coeficiente de precisión para treintenas de otoño e invierno son más elevados ($P=23'541\%$), mientras dicho valor es más bajo cuando se calcula el valor medio correspondiente a las treintenas de primavera y verano ($P=15'290\%$). Una vez más, dichos datos confirman los anteriores, referidos a la mayor frecuencia de décadas secas acompañada de mayor variabilidad, en el transcurso de las dos estaciones de días cortos, y al contrario; se mantiene así cierto paralelismo en ambos aspectos.

Algo similar y paralelo cabría deducir al estudiar los datos de precipitación extrema (v. cuadros fuera de texto 2.A.b. y 2.B.b.), si bien dichas conclusiones serían algo más confusas. Sólo cabe destacar aquí que, frente a máximos muy elevados, sobre todo de octubre y noviembre, y algo menos elevados de junio, aparecen años con meses estivales y de otoño con valores muy bajos, incluso por debajo (en milímetros) del doble de la

temperatura mensual promedio en grados. No obstante, si bien tal matiz es real por lo frecuente, cabe reiterar una vez más que en el mes más seco del periodo de ocho años en el transcurso de los cuales el observatorio ha sido atendido es enero de 1983, ¡con un solo litro por m² en todo el mes!

También, paralelamente al estudio de la evolución estacional de las temperaturas, cabe describir, con auxilio de los dos ombrotermogramas –sector pluviométrico–, el comportamiento anual promedio del periodo de ocho años, estudiando la distribución mensual de las precipitaciones:

- En ambos ombrotermogramas aparecen dos máximos claros equinociales de precipitación, siendo el de otoño (a caballo entre octubre y noviembre), en promedios, el más importante, pero también cabe advertir que *menos* constante y repetitivo que el primaveral. Así, ciertos años, sobre todo en los dos primeros tercios del otoño, la sequía es manifiesta. No ocurre así en primavera, periodo en el que *no* aparecen datos pluviométricos tan extremadamente bajos ciertos años, como en verano y otoño. Así, sobre todo mayo aparece como un mes de precipitaciones continuadas y similares de uno a otro año. No gozan de esta misma virtud abril (a veces aparecen secos periodos de diez días, alternando con otras decenas de intensas lluvias) y sobre todo junio, mes en el que, aunque también suele llover con relativa puntualidad y adecuada distribución, ciertos años lo hace de forma muy intensa, si bien no alcanzando máximos comparables a los extremos de octubre y noviembre. El máximo mensual de todo el periodo se registró en octubre de 1987, con 657'6 litros; sin embargo no se superaron niveles puntuales de más de 300 litros en corto intervalo, como el del 7 de noviembre de 1982, sin duda alguna el máximo absoluto del periodo en 24 horas (en esa primera década de noviembre precipitaron, ¡al menos!, 510 mm de lluvia).
- Frente a los referidos máximos, se producen claramente sendos mínimos. El ombrotermograma por meses muestra “valles” anchos en los dos meses finisolsticiales (v. gráfico 2), tanto de invierno (febrero y marzo) como de verano (agosto y septiembre). El ombrotermograma construido con apoyo en treintenas (v. gráfico 3) acentúa los picos, en perjuicio de la amplitud de las fosas. No obstante, confirma lo indicado: entre fines de febrero y principios de marzo se da el pico promedio anual de sequía y por tanto aparece el mínimo principal. El mínimo secundario, no tan conspicuo, suele producirse entre julio y agosto, o sea cinco meses después del invernol; sin embargo, algunos años, como ya se comentará en su momento, se adelanta un mes dicho pico estival de sequía (1984).
- Entre “cúspides” y “valles”, aparecen ciertas anomalías –efecto del cálculo y el gráfico– que complican la “sinusoide” estacional pluviométrica. Mayo se manifiesta bastante regular en el régimen de precipitaciones; no obstante, el ombrotermograma global de meses julianos pone de manifiesto un pequeño valle muy secundario, entre abril y junio, el cual desaparece en el gráfico de treintenas. Por

otro lado, el mismo primer ombrotermograma de meses naturales manifiesta un descenso de las precipitaciones de noviembre a la “fosa” de febrero más o menos sucesivo; no obstante, el de treintenas estacionales permitiría apreciar la aparición de un ligero máximo o meseta secundaria a principios de invierno, al que sucede la fosa finiiinvernal de II/III. Este punto es importante, si bien en gran medida es otra falacia del cálculo de promedios que el mensual no traduce; se debe a las variaciones interanuales del régimen de nevadas (a veces escasas durante el invierno y otras veces muy aparentes) y se traduce de manera conspicua —como es lógico por otro lado— en las oscilaciones interanuales de la capa de nieve en invierno y en la posibilidad del adelantamiento de la actividad vernal o casi prevernal de los táxones precoces. Se comentará oportunamente bajo próximos subtítulos de este capítulo.

Cabe adelantar aquí no obstante, y una vez más, que en los años de cierzo dominante el anticiclón del Ebro opone resistencia al paso de las borrascas atlánticas durante el otoño y la primera mitad del invierno, desviándolas hacia la vertiente norte. En tales circunstancias es lógico presumir que los máximos de innivación se retrasen hacia la primavera, momento en que la energía de las borrascas es suficiente para anular los efectos del anticiclón relativo del Ebro. Cuando, en cambio, nieva abundantemente desde fines de otoño, perdurando la innivación sin soluciones de continuidad hasta adelantada la primavera, las circunstancias meteorológicas son diferentes y a tales causas corresponden otros efectos, incidiendo en el gráfico que se comenta.

C. *La síntesis ombrotérmica y su representación gráfica*

A primera vista, el carácter oromediterráneo aparente de las biocenosis que dominan en el sector alto de cumbres que nos ocupa sugiere que nos hallamos ante un régimen climático *ovoxerótero*. Es decir, una *avanzadilla hacia el norte del clima de alta montaña mediterránea*. Sin embargo, *no* es ésta la conclusión diáfana que cabe extraer de la síntesis resultante de comparar los promedios de recursos térmicos y los de precipitación, obtenidos mediante los ocho años de funcionamiento del observatorio de Góriz. Por lo tanto, si bien se dedica especial atención inmediata a la presentación descriptiva de los datos globales, se insistirá después sobre el carácter más o menos falaz de los mismos.

Se han empleado dos métodos gráficos bien conocidos como apoyo a los comentarios. Ambos superponen los resultados sobre valores medios de temperatura y precipitación, sobre todo mensuales, como principales factores indicativos, regulando el ciclo vegetativo de los biotas.

El primero se apoya en la construcción de los ombrotermogramas (v. gráficos 2 y 3) y consiste en superponer datos de temperatura y precipitación en ordenadas, a escala relativa concreta, con el tiempo en abscisas, diferenciando unas franjas verticales por mes o estación. Dicho gráfico admite además la anotación de valores extremos de ambos

factores y tanto absolutos como la incorporación de los valores medios de las temperaturas máximas y mínimas. Se obtiene así una apreciación, no sólo global, sino también una advertencia sobre las posibles variaciones interanuales de los referidos factores.

El segundo aplica los gráficos de Taylor (v. gráficos 4 y 5), obteniendo un complejo polígono de 12 lados, distinto para cada observatorio y año, limitado por 12 puntos o vértices. Cada uno de los vértices sobre espacio cartesiano viene definido por el valor medio de la temperatura mensual y el valor medio indicando la humedad mensual. Dicho último factor puede venir igualmente representado por el promedio mensual de las precipitaciones que por valores de la humedad relativa. No obstante, el empleo de dicho último valor, si bien constituiría una buena representación del posible déficit hídrico incidente en la vida de las especies, ofrece serias dificultades para la selección significativa de sus valores, dada la oscilación diaria del mismo en montaña. Otro inconveniente de los climogramas de Taylor es la dificultad de señalar de alguna forma clara las oscilaciones interanuales de cada uno de los factores mensuales alrededor del punto promedio cuando dicha oscilación es muy amplia, como ocurre en Góriz.

Cabe destacar así que los gráficos de Taylor resultan más útiles para el estudio de los recursos de adaptación de una especie concreta a su entorno. En tales casos se deben superponer al gráfico líneas coincidentes con valores limitantes de temperatura y humedad de la especie, tanto por exceso como por defecto e incluso a veces los inscribibles referidos a su óptimo. Los distintos vértices del dodecaedro local indican los periodos anuales medios en que puede hallarse la especie estudiada en actividad en el lugar considerado y cuáles resultan adversos. Sin embargo, pese a los referidos inconvenientes, en el marco más global de nuestros objetivos dichas consideraciones apoyan otras conclusiones fenológicas de interés, como más abajo se indicará.

Los gráficos para el estudio global de los ocho años de observaciones se han doblado para ambos métodos. Una primera versión señala los valores promedio de meses julianos (gráficos 2 y 4); una segunda, los datos referidos a treintenas estacionales (gráficos 3 y 5). La comparación de ambos apoya ciertos comentarios adicionales sobre los momentos estacionales en que suelen producirse las variaciones dentro de cada mes. Por otro lado, gráficos referidos a un solo año permiten señalar características, apartándose acusadamente del modelo global, y diferenciar tipos de evolución anual –más o menos aislados– incidentes en la vida de las especies residentes en los parajes aquí estudiados.

a. *Apoyo de los ombrotermogramas.* GAUSSEN y BAGNOULS diferencian dos modelos principales de ombrotermogramas de alta montaña, atendiendo muy especialmente al régimen hídrico en la etapa vegetativa, o sea durante la estación propicia⁸. Los territorios de matiz higrótero⁹, sin déficit hídrico durante la estación propicia, corresponderían a la

⁸ La sequía durante la estación adversa no incidiría en la vida de los biotas de montaña en que están inactivos o aletargados por causa del frío. No obstante, como ya veremos en su momento oportuno, sí podría incidir –a la larga– la innivación en su ciclo, dado el carácter continental de los parajes estudiados.

⁹ En tal caso “theros”, indicando días largos, se opondría a “chimenos” (días cortos).

mayoría de nuestras montañas centro-europeas. Cuando aparecen, en cambio, señales de déficit hídrico estival, se trataría de parajes xeróteros (designados como oroxeróteros los de altitud). Dicho carácter aparece en las montañas de la cuenca mediterránea, sobre todo hacia el sur, y se manifiesta en la composición de las biocenosis. Sería secuela del régimen regional de precipitaciones, donde aparece una estación estival seca, frente a una concentración invernal de precipitaciones. De una manera un tanto pragmática y sobre todo útil en Botánica, se considera que aparece un mes seco y por tanto con probable déficit temporal cuando el valor de la precipitación mensual en mm no duplica el de la temperatura media en grados. De ahí la escala clásica empleada en los ombrotermogramas. La existencia de uno o más meses de los así llamados secos durante la etapa estival permite una clasificación de distintos grados de "xerotismo", los cuales se traducen también acusadamente en la composición de las biocenosis. La conclusión es útil, pragmáticamente, para evaluar el tipo xérico de clima, atendiendo sólo a la etapa de actividad, es decir, la que goza de régimen térmico promedio por encima de cero. Sin embargo, como comentaremos en su momento, si bien tal metodología avisa de la posibilidad de cierto xerotismo, resulta insuficiente, al menos en fenología, pues no pone de manifiesto ciertos matices.

Indudablemente, la aparición de una estación seca y calurosa incide en el comportamiento de los seres vivos y en la selección de las especies que constituyen las biocenosis de tierra baja. Ciertas plantas y animales cesan de ser activos y entran en diapausa durante el verano, aprovechando en cambio la humedad y el periodo invernal o ambos equinocciales propicios para la reproducción¹⁰. Sin embargo, también es bien conocido que, en el sector septentrional de la cuenca mediterránea, todavía no es el invierno la estación

¹⁰ Uno de nosotros (BALCELLS, 1955 y 1975) se ha ocupado repetidamente del tema. Son pocas las plantas mediterráneas de nuestra cuenca que pierden la hoja en verano (MERINO y GARCÍA-NOVO), en cambio son más frecuentes en climas paralelos neárticos. Sin embargo, en las mismas estribaciones de baja montaña del macizo del Monte Perdido (cuenca baja del Bellós junto a Escalona y alrededores de Boltaña), no sólo devienen frecuentes en solanas las sabinas negras, sino que se sorprende con frecuencia al abundante romero en flor durante el mes de enero. Dicha planta, capaz de florecer durante el periodo invernal con más bajas temperaturas pero todavía benignas, lo hace aprovechando la mayor humedad invernal y equinoccial. En esa época cabe comprobar que la concentración de terpenos baja (menos oloroso que en verano). Diversas especies depredadoras del romero, como *Chrysolina americana*, aprovechan también el otoño, el invierno y la primavera para reproducirse, sólo cesan de poner en momentos de helada. Durante el verano en cambio permanecen en diapausa, prolongando la pupación. Tales especies, si bien ofrecen temperaturas críticas de cero absoluto de desarrollo más bajas que otras similares centroeuropeas, no se expanden hacia el norte, gracias a su adaptación, reproduciéndose en el transcurso del periodo de días cortos. Otras plantas arbustivas y submediterráneas en cambio, como el boj p. ej., acusan la sequía finiestival y de otoño propia de algunos años, no sólo evitando la floración tardía, sino manifestando signos de sed en otoño, especialmente en los montes del Sobrarbe y de Ribagorza continentales. Problemas parecidos, pero de distinto matiz, aparecen en especies más bien "subatlánticas" que submediterráneas, tal como *Helleborus foetidus*, presente en nuestro macizo hasta 2.150 m s/M y que inicia la brotación de su escapo floral a fines de septiembre, soportando ulteriores heladas.

de más precipitaciones. En dicha franja de transición a la zona templada propiamente dicha, la humedad es mayor en una o en ambas estaciones equinocciales. Sucesivamente hacia el sur, se concentran las precipitaciones hacia el invierno. El sector de la Iberia húmeda que nos ocupa mantendría unas características, muy aparentes, en el clima de matiz subcantábrico de los Pirineos occidentales en su transición al submediterráneo (MONTSERRAT, 1971). Cabe señalar así, en alta montaña, una tendencia a un mínimo invernal principal de precipitaciones, mientras el estival sería secundario. Sin embargo, hay otras facetas que probablemente han de tenerse en cuenta en la faja de “transición” que nos ocupa. Así, alternan años de marcado carácter oroxerótero frente a otros de tendencia al higróterismo, dependiendo unos y otros de la persistencia o no de situaciones atmosféricas repetidas de orden más amplio y causa lejana. Tales circunstancias las acusan los efectivos de ciertas especies que, a duras penas, soportan condiciones límite¹¹. Dicha evolución del tiempo estacional (aparte de otras implicaciones a nivel de región, más restringido, que se mencionarán oportunamente), queda, una vez más, falazmente disimulada ante la simple interpretación de los “fríos” promedios mensuales para todo el periodo.

Analizando así los promedios en exclusiva de ambos ombrotermogramas, no se acusa el comportamiento oroxerótero en ninguno de ambos gráficos referidos a Góriz. Sí, en cambio, aparecen los dos máximos equinocciales, limitados por sendas “fosas” solsticiales que indican senda tendencia a la sequía, más profunda la invernal que la de verano. Hasta aquí, el ombrotermograma –con las concesiones de rigor referidas al incremento de precipitaciones con la altitud– no se aparta esencialmente del modelo subcantábrico de transición hacia el submediterráneo, pero con matices oromediterráneos.

Sin embargo, ya al estudiar las precipitaciones equinocciales destacan dos hechos importantes: las oscilaciones interanuales de primavera y otoño son acusadas, sobre todo en esta última estación, hasta tal punto que, a veces, llueve muy poco en el transcurso del último periodo anual de días cortos, de forma que los máximos acusados por el gráfico de promedios se deben más a las cantidades de lluvia puntual de ciertos años que a la frecuencia repetitiva de tales situaciones. La primavera, en cambio, es de régimen húmedo más constante de uno a otro año. Sus menores valores de variabilidad interanual los confirman los gráficos: máximos registrados menores que los de otoño, mínimos altos, sin duda los más altos de todo el año y siempre por encima de la curva de temperatura. No así los de otoño. Además –punto importante de detalle que revelan los partes meteorológicos–, buena parte de las precipitaciones de la primera mitad de días largos son nivosas y, con frecuencia, más intensas que las de invierno, dando lugar a innivaciones prolonga-

¹¹ La azalea de montaña subalpina echa en falta la capa de nieve protectora en inviernos crudos desinnivados, secando buena parte de sus ramas (p.ej., en laderas de Diazas en el transcurso del seco invierno de 1988-89). Los veranos lluviosos pudren, en cambio, buena parte de los “cardos mágicos”. Los mismos veranos ricos en fructificación de hongos y más escasa y mucho menos variada en los secos.

das y de alcance relativamente tardío, alternando algunos años con momentos finiiinvernales y de principio de primavera exentos de innivación. La causa meteorológica de tal ausencia de capa de nieve de fin de invierno sería doble: por un lado se debería a la escasez de las precipitaciones nivosas de fin de otoño –algunos años–, incapaces de enfriar suficientemente el suelo; en segundo lugar, la delgada capa de nieve resulta también incapaz de soportar sin licuarse su barrido, producido por situaciones “favonio”, secuela de las repetidas borrascas empujadas por el “cierzo” durante buena parte del invierno, descargando en la vertiente norte y provocando viento seco a sotavento en la ladera solana¹². Tal circunstancia de nevadas tardías recuerda una vez más la frase que encabeza este artículo, pero además incide en el ciclo vegetativo en diversos aspectos: prolonga el frío hasta muy avanzado el semestre de días largos; ora corta la actividad, incluso la vernal a veces, en altitud en momentos críticos, ora la retrasa fenológicamente, reduciendo el período vegetativo primaveral en la mitad de la Cordillera (p. ej. retrasos en la puesta de anfibios, v. BALCELLS, 1976) respecto al sector oriental y más influido por el Mediterráneo¹³.

Sin embargo, no terminan aquí las causas de las oscilaciones de la innivación y tampoco sus efectos; se dedicará a ello especial atención bajo título adecuado.

Otros aspectos que no obstante surgen al estudiar atentamente los gráficos que nos ocupan se refieren al solsticio estival, consecuencia una vez más del carácter continental de nuestro territorio. La “fosa” estival de sequía es más moderada (en valores globales) que la invernal. Las causas de dicha moderación se explican una vez más por la continentalidad de nuestro territorio pirenaico central. Dicha continentalidad mitiga en verano la sequía estival propia de su repetido carácter submediterráneo, gracias a la precipita-

¹² Cabe reiterar que tales situaciones son fruto regional de la ubicación continental del sector central y solano de las laderas de nuestra Cordillera. En años de “cierzo” dominante –viento húmedo que se cuela en el valle del Ebro por el NW y en dirección SE–, un pequeño anticiclón relativo fijado sobre el centro de la cubeta íbera es lo suficientemente potente para desviar las borrascas de otoño y buena parte del invierno hacia la vertiente norte de la Cordillera (donde precipitan). Su descarga de humedad a barlovento desencadena un efecto “favonio” a sotavento sur, por cuyas laderas desciende el viento cálido y desecante. Dichas situaciones acentúan el contraste biocenótico de ambas vertientes, incidiendo además en la utilización del territorio por las poblaciones humanas residentes. Debilitado el anticiclón del Ebro a principios de la primavera e incrementada la potencia de las borrascas oceánicas, éstas alcanzan las laderas meridionales del Sobrarbe y precipitan nevadas tardías sobre las biocenosis, recién iniciada su actividad vernal o incluso prevernal.

¹³ Seguramente que el cierzo no alcanza, o sólo escasas veces, la mitad pirenaica centro-oriental. Dicho sector, con residencias permanentes humanas mucho más elevadas, se caracteriza por primaveras más bien secas y otoños lluviosos; estos últimos por muy probable influencia de los levantes mediterráneos. La influencia de tales vientos húmedos con tal procedencia y además cálidos muy rara vez alcanza el sector occidental de los Pirineos centrales, pero cuando lo hace (7 de noviembre de 1982) precipitan torrencial y aparatosamente (lluvias y no nieve), contribuyendo a la falacia de los máximos de otoño en el sector centro-occidental (ora de octubre, ora de noviembre).

ción convectiva, unos años más frecuente y poco intensa por vez –fenómeno repetido que sin duda favoreció el mantenimiento de las reservas hídricas finiestivales en 1989–, mientras, no sólo es irregular e infrecuente en tales fechas (1988), sino que en otras puede ser acusadamente torrencial y aparatosa avanzado el otoño, aspecto que difícilmente incide en las reservas hídricas utilizables, ante su rápida pérdida por circulación torrencial, ora cárstica, ora de superficie¹⁴.

El mismo gráfico, que presenta valores de temperatura media mensual junto a los de precipitación inferiores al doble del promedio mensual de temperaturas, “proporciona una pista” sobre la tendencia a la sequía estival acusada algunos años; sequía que sin duda debe incidir forzando la resistencia de las especies de carácter higrótero, no obstante presentes por causa de años húmedos que les permiten en cambio prosperar. Su presencia así –reducida no obstante a los enclaves más favorables– disimula y atenúa el carácter acentuadamente oroxerótero de la alta montaña en el conjunto de los puertos de Góriz. El estudio detallado de los referidos periodos –húmedos y menos húmedos–, sus irregularidades, las causas y posible aparición frecuente, se deja para otro capítulo más dedicado a la discusión (v. cap. 5.^o). Únicamente cabe aquí destacar que, pese a la ausen-

¹⁴ Cabe aludir en la discusión a dos aspectos muy relacionados con las circunstancias indicadas. Sin duda alguna el macizo de Monte Perdido sufre los vaivenes estacionales de un clima mediterráneo y, entre ellos, el de una marcada tendencia a la sequía estival. En tal sentido es ya certero calificar de enclave o avanzadilla de alta montaña mediterránea hacia el norte a los territorios que nos ocupan. Sin embargo, hay otros factores importantes que agudizan dicho comportamiento, seleccionando a los táxones residentes en el macizo. Tales factores se refieren a la litología y a la relativa antigüedad del mismo. El carácter litológico de pasta caliza soluble, aglomerando otros materiales más bien silíceos (arenas de origen marino), ha incidido en dos aspectos: a) creación de suelos más bien ácidos, junto a materiales que conservan aspectos basófilos, lo que da lugar a veces a situaciones abigarradas de elementos florísticos con pocos precedentes; b) acusada circulación subterránea por causa de desarrollado lapiaz. Dicho último aspecto merece cierta detención explicativa: la relativa antigüedad del macizo ha permitido la creación de un “colador” permeable y preglaciar, digno de “un queso de Gruyère”, lo que lo deja completamente impreparado para el almacenamiento de los recursos hídricos precipitados en la altitud estival y, mucho menos, ante frecuentes formas torrenciales de lluvia. Las subidas de nivel en los cañones-cauce, que desaguan sucesivamente los recursos nivosos durante la época estival de deshielo, pero que súbitamente alcanzan niveles imprevisibles durante e inmediatamente después de las tormentas convectivas, ilustran sobre la incapacidad retenedora de los sedimentos, si bien espesos en ciertos puntos, de las antiguas superficies de erosión en altitud; en definitiva, simples bóvedas espeleológicas con orificios. Las sobre-excavaciones glaciares, ora tendiendo a ibones, ora conservando aguas tuertas más o menos fosilizadas, rara vez conservan recipientes hídricos, como no mantengan contacto directo con emisarios de los actuales glaciares más encumbrados. Casi todas poseen sumideros en el fondo de depresiones, causa de su rápida desecación estival. Los recursos así para el albergue de una fauna anfibia exclusivamente epigea son sumamente escasos. Los aspectos relatados son de sumo interés a tener en cuenta ante el estudio del poblamiento biótico del macizo y pueden contribuir a interpretar el carácter oroxerótero real de sus biotopos de altitud. De ahí el interés de introducir otros factores abióticos en el cálculo de los periodos secos (fórmula de Penman), teniendo en cuenta el almacenamiento de recursos hídricos en el suelo.

cia de mes claramente seco en el transcurso del verano (v. el gráfico de promedios globales), existen indicios muy probables para que tal situación se produzca acentuada ciertos años, seguramente suficientes para que dicha evolución incida selectivamente en las especies, reiterando una vez más el carácter oro-mediterráneo acusado de las biocenosis que caracterizan los biotopos altimontanos de nuestro macizo en sus laderas solanas (v. así MONTSERRAT, 1971); especies las oromediterráneas, además, mejor adaptadas a resistir las oscilaciones intensas de los recursos hídricos que las centro-europeas.

b. *Breve presentación de los climogramas de Taylor.* El climograma de Taylor, aparte las ventajas que supone para estudiar problemas referidos al ciclo evolutivo de especies aisladas, ofrece dos aspectos de interés, lo que aconseja su uso en la presente exposición. Por un lado clarifica cualquier intento descriptivo de síntesis climática. En segundo lugar, la superposición de los climogramas anuales al global permite, acentuando los contrastes, destacar las diferencias anuales respecto al modelo dicho, facilitando la señalización de las “anomalías” del año considerado. Se dedica de inmediato especial atención al primero de los dos últimos aspectos señalados.

También como en los ombrotermogramas se adjuntan dos versiones, una presentando el polígono obtenido con meses julianos y una segunda referida a las treintenas estacionales (v. gráficos 4 y 5). En ambas versiones cabe diferenciar:

- Los vértices referidos a las treintenas invernales, los que a su vez, en ambos casos, se agrupan dentro de un cuadrilátero formado por las abscisas de 0° y -2°C y las ordenadas de 60 y 110 mm de precipitación.
- No ocurre lo mismo cuando se trata de las treintenas invernales, sin duda más cálidas en ambos casos (entre 10° y 13'5°C) y sin duda también algo más húmedas, oscilando para los tres meses naturales entre los 90 y los 130 mm. Sin embargo, se acusan las diferencias cuando los datos se agrupan por treintenas estacionales: 6/7 o primer mes participa frecuentemente de la humedad de junio y se aproxima al promedio de 140 mm, mientras por el contrario los promedios para las dos de fines de verano están muy por debajo de 100 mm, aproximándose a promedios de 80 mm, lo que pone de manifiesto una tendencia frecuente a la sequía finiestival.
- Un cuadrilátero intermedio –naturalmente más amplio– engloba a todos los meses julianos equinocciales: entre 1° y 9°C y 130 y 210 mm. Detallando algo más se diferencian abril, noviembre y octubre como meses húmedos alrededor de los 200 mm de promedio, mientras que diciembre y mayo rondan los 130 mm y junio eleva su promedio a 150 mm.
- Con respecto a las treintenas estacionales, se concentran los promedios de temperatura, entre 1° y 7'5°C, pero en cambio se dispersan los vértices con respecto a la precipitación. Contrasta así la relativa sequía promedio de la última treintena de otoño (11/12), alrededor de 106 mm, frente a los elevados valores promedio de las dos anteriores, entre 200 y 225 mm. Se igualan en cambio las treintenas primaverales entre 130 y 143 mm.

Quizás el hecho más interesante que destaca es cómo se anuncia la sequía invernal a fines del otoño. Como de costumbre el conjunto de los meses primaverales, todo y siendo lluviosos, quedan por debajo en promedio de la 1.^a y 2.^a treintenas de otoño.

Sin embargo, las cosas no son siempre de esa forma. Así, el bienio transcurrido entre el otoño de 1987 y el de 1989 manifestaría dos evoluciones bien distintas. La precipitación primaveral de 1988 sería algo más elevada que de costumbre: superó compensadamente la muy escasa de otoño.

La exposición con algún detalle de tales variantes puede permitirnos comprobar cómo la superposición de los gráficos de Taylor destaca los caracteres más importantes del devenir climático anual y su posible incidencia fenológica.

En 1988, si bien las precipitaciones de la tercera treintena invernal fueron escasas, señalando el inevitable mínimo entre febrero y marzo, las de diciembre (de 1987) y enero siguiente tenían asegurada suficientemente la continuidad de la capa de nieve hasta enlazar con el máximo primaveral de precipitaciones, que perduró hasta entrado julio. La capa de nieve sin duda gruesa a 2.000 m s/M a mediados de mayo fue más bien arrastrada por la lluvia precipitada a partir de la segunda mitad de mayo de 1988 que licuada por el brillante sol. En compensación, a partir del primer tercio de julio, las precipitaciones de 1988 fueron muy escasas y la situación perduró anómala hasta abril de 1989, si se exceptúa un octubre con precipitaciones, aunque mediocres. Sin duda alguna fue en la primavera de 1989 cuando también más nevó dentro del periodo adverso, pero muy poco, preparándose un inicio del ciclo vegetativo estival seco, al cual ha seguido en cambio un aumento sucesivo de las precipitaciones desde mediados de verano y durante todo el otoño, a diferencia de 1988, iniciándose las nevadas invernales de 1989 a principios de noviembre. Una vez más, el relato de la incidencia de la referida evolución estacional del tiempo atmosférico más conspicua sobre los seres vivos se reserva para un capítulo final.

D. *Evolución interanual de la innivación*

Los aspectos cuali-cuantitativos de los periodos innivados se presentan en la tabla V, acompañada de un gráfico global referido a las ocho temporadas. Dicho gráfico (v. n.º 1, fuera del texto) facilita la interpretación sintética que se resume bajo el capítulo 4.

Seguidamente se exponen los resultados del análisis estadístico bajo siete subapartados. El primero y el segundo estudian la variabilidad interanual de las fechas de iniciación y fin de la innivación, señalando las diferencias acusadas de ambos procesos: acompañado de intermitencias el primero y de final relativamente súbito el primaveral. Bajo un tercer subtítulo se estudian las variaciones interanuales del periodo en expansión formal de principio y fin. Dicho estudio desemboca en apreciar la innivación atendiendo a dos aspectos: el espesor de la capa de nieve promedio y el número de días de real innivación en el periodo. Los referidos aspectos se revisan de forma sintética bajo el subtítulo *d* y el estudio de su variabilidad interanual se expone bajo el *e*, analizando, también y

Tabla V. Resumen cualitativo de los principales rasgos de las épocas de innivación.

Año o periodo	Fecha inicial en otoño	Periodos*	Fechas con máximos de innivación**	Fecha final en primavera	Duración del periodo	
					Temporada	Año
1981-1982	25-X (298)	s/n: 28-X a 9-XII-1981	P: 27-I-82: 165 cm S: 1-IV-82: 156 cm	12-V (132)	(68+132) 200 días	
1982	4-X	s/n: 7-X a 22-X y 23-X a 15-XI		12-V		(132 + 89) 221 días
1982-1983	4-X (277)		P: 1-V-83: 105 cm S: 25-LXII-82 y 7-II-83: 65 cm	4-VI (155)	(89+154) 243 días	
1983	16-XI	s/n: 8-IV a 19-IV y 22-XI a 15-XII		4-VI		(154+46) 200 días
1983-1984	16-XI (320)		P: 29-III-84: 150 cm	14-VI (166)	(46+166) 212 días	
1984	3-XI			14-VI		(166+58) 224 días
1984-1985	3-XI (306)		P: 28-I-85: 130 cm S: 21-III-85	29-V (149)	(59+149) 208 días	
1985	12-XI	s/n: 11-XII a 24-XII		29-V		(149 + 49) 198 días
1985-1986	12-XI (316)		P: 26-IV-86: 185 cm S: 30-I-86	23-V (146)	(49+143) 192 días	
1986	13-XI			23-V		(143+48) 191 días
1986-1987	13-XI (317)		P: 5-IV-87: 85 cm S: 15-XI-86: 45 cm	24-V (147)	(48+144) 192 días	
1987	11-X	s/n: 9-III a 28-III i: 27-IV a 24 V y 12-X a 2-XII		24-V		(144+81) 225 días
1987-1988	11-X (284)		P: 7-II-88: 200 cm S: 31-I: 178 cm 13-IV: 160 cm	24-V (148)	(81+145) 226 días	
1988	16-IX	s/n: 17-IX a 18-X, 23-X a 2-XII y 7-31-XII		24-V		(145+107) 252 días
1988-1989	16-IX (259)	1989: s/n: 1 a 7-I, 10-I a 4-II, 20 a 23-II y 19 a 31-III	P: 10-IV-89: 87 cm	11-V 131	(107+131) 238 días	

* Sin nieve, s/n. Con intermitencias, i.

** P, principal. S, Secundario.

finalmente, la correlación entre los tres factores: duración formal del periodo, tanto por ciento de número de días de real innivación y espesor promedio de la capa de nieve. Dos subcapítulos finales analizan la variabilidad interanual en meses o treintenas y, como secuela, la variabilidad por estaciones. La exposición así relatada apoya el siguiente gran título expositivo *g*, que concierne a una general descripción estacional de la innivación.

a. *Fechas de iniciación del periodo.* Los datos de ocho años, entre 1981 y 1988, revelan que el día del año más tardío inicial corresponde a 1983: 16 de noviembre. El más temprano a 1988: 16 de septiembre¹⁵. El cálculo para los ocho años nos permite evaluar la fecha promedio inicial en el día 297 del año, es decir el 24 de octubre.

Sin embargo, las discontinuidades de la capa de nieve en otoño son sumamente frecuentes y casi nunca puede hablarse de innivación apreciable antes del solsticio de invierno (21 de diciembre). Sin embargo, en el periodo 1988-1989 por ejemplo ni esa fecha es admisible; debería retrasarse de hecho (como indica el gráfico) ¡a principios de febrero de 1989!, sucediéndose más tarde clásicas intermitencias vernaes y, de hecho, sólo en abril y principios de mayo se puede hablar de un real periodo de innivación continuado. En otros años menos extremados, en cambio, la evolución de la innivación es sumamente distinta; así, en el nivoso y prolongado invierno de 1984-85 la capa de nieve se mantiene gruesa desde la primera decena de noviembre. Lo mismo ocurrió en 1986, pese a su más bien escaso espesor; mientras era sumamente delgada durante noviembre y diciembre de 1985, con la que se inició el periodo frío en dicho año intermedio, dando un invierno, si bien *no* de innivación escasa, sí sólo mediocre. Cabe señalar prácticas diferencias extremas de unos a otros años de dos a tres meses.

b. *Fechas de la terminación definitiva del periodo innivado.* Suele ser mucho más brusca o súbita que la fase inicial. En seis de los ocho periodos estudiados se produce en mayo; suele así alcanzarse en promedio hacia el día 126 del año, lo que equivale al 26 de mayo. La fecha más tardía corresponde al 14 de junio (1984) y la más temprana al 11 de mayo (1989). En sólo dos años, la innivación alcanzó a casi tres treintenas primaverales (1984 y 1983); sin embargo, lo más frecuente es que afecten a sólo algo más y poco menos de dos treintenas. Pocas veces se presentan discontinuidades formales en el límite entre el invierno y la primavera en Góriz; sin embargo, dichas discontinuidades son más tangibles, frecuentes y acusadas, además de extensas, en la cumbre de la sierra de las Cutas, sobre todo en rincones afectados por remolinos, a sotavento del “cierzo”, donde la nieve-polvo se desplaza con suma facilidad y pronto, acumulándose en ventisqueros. Las partes descubiertas, con frecuencia en periodo vernal e incluso prevernal, son bien aprovechadas por los efectivos de las especies residentes, capaces de iniciar tanto su actividad como su ciclo biológico antes de que la innivación posterior de primavera –constante todos los años– amenace con interrupciones de su ciclo. En circunstancias de sectores

¹⁵ Sorprendente prolegómeno del periodo invernal 1988-1989, el más escaso en precipitación e innivación de todos los observados en Góriz.

descubiertos, producto de situaciones ventosas con nieve-polvo, es muy frecuente que sobre la nieve se depositen sedimentos por causa del arrastre eólico de las partes descubiertas, fijándose en las innivadas, y su depósito prospere al ser pertinentemente “abrigadas” por la nieve sobre la que caen.

c. Duración del periodo máximo de posible innivación. Las fechas de inicio y fin indicadas permiten concluir que sólo dos meses julianos de verano (julio y agosto) o, lo que es lo mismo, las dos primeras treintenas estivales, se ven enteramente libres de innivación. De ahí que algunos de los promedios calculados para la presentación de resultados –tanto por ciento de días innivados, espesor de la capa de nieve– se refieran a los 303 días del año que suman los restantes 10 meses en que se ha registrado innivación alguna vez. Por lo demás, la cifra promedio de días innivados no llega al 50% del total del año de 365 días (exactamente 175'125 días, lo que supone un 48%), con un máximo de 224 días en 1984 (60'93%) y un mínimo de 155 días en 1988 (42'38%).

Como ya cabe deducir de las fechas inicial y final indicadas, los periodos reales de innivación dentro del referido y más amplio de 10 meses varían mucho de uno a otro año. Como ocurría con otros factores (evolución de temperatura y régimen estacional de precipitaciones), los valores promedios son diferentes si se consideran los años julianos (disponiendo sólo de 7 variantes) o los periodos invernales a caballo entre el fin y el principio del año natural (8 variantes), sumando entonces el periodo real de innivación del tercer cuatrimestre de un año (septiembre a diciembre) al del primer semestre del siguiente (enero a junio). Dichos valores promedio y los extremos podrían resumirse con apoyo en los datos que reúne la tabla VI (v. columnas 1.^a y 2.^a, 7.^a y 8.^a).

Dicha tabla se refiere también a otros valores complementarios que facilitan la exposición descriptiva de los periodos innivados. Cabe destacar de la misma y ahora los siguientes puntos:

Los dos valores promedios –referidos a la innivación real– presentan escasa diferencia. El de siete años naturales es de 215'71 días, frente al de ocho temporadas, de 214. Sin embargo, cabe observar que ambos son fruto (v. tabla VII) de sólo distinto grado de oscilación, presentando su variabilidad interanual también ligeras diferencias; ambas alcanzan valores de *P* próximos al 3%. Hasta 60 días de oscilación extrema en el primero, frente a los 52 en el segundo; *P*, respectivamente, igual al 3'33% en los años naturales, mientras es algo ligeramente menor (3'09%) al considerar temporadas continuadas.

d. Otros aspectos de la evaluación del periodo de innivación. El referido dato sobre duración del periodo de innivación no es suficiente para dar una visión del grado de la niviosidad invernal. Analizando así los datos extremos resultaría que: mientras en una temporada de muy escasas nieves, tal como 1988-89, se registra un máximo secundario de duración del periodo equivalente a 238 días, el tanto por ciento de días innivados es de los más bajos (32'7, v. 6.^a columna de la tabla VI), lo mismo que también se habría producido la capa de nieve promedio (por temporada) más delgada (8'422 cm), conclusiones que de sí revelaría el gráfico anual, frente al resto, indicando una temporada de las

Tabla VI. Valores de la innivación promedio anual y por temporadas en los ocho años estudiados (duración real de los periodos, % de días innivados y espesor promedio en cm).

Años julianos	Duración real del periodo de innivación en los 6+4 meses en que es probable	% de días de innivación en el periodo de 10 meses = 303 días	Espesor promedio de la capa de nieve en los periodos de 6+4 meses	Espesor promedio de la capa de nieve en la temporada continuada de 10 meses	% de días de innivación en la temporada continuada de 10 meses en que es probable	Duración real del periodo de innivación en los 4+6 meses en que es probable	Anualidades o temporadas invernales de 10 meses
1981	-	-	-	52.135	51.8	200	1981-1982
1982	132 + 89 = 221	60.07	51.686	17.884	63.7	<u>244</u>	1982-1983
1983	154 + 46 = 200	54.8	18.261	43.977	62.2	212	1983-1984
1984	166 + 58 = 224	73.7	54.345	61.937	68.3	208	1984-1985
1985	149 + 49 = 198	63.4	49.274	32.601	61.4	<u>192</u>	1985-1986
1986	143 + 48 = <u>191</u>	63.4	35.686	13.446	52.15	193	1986-1987
1987	144 + 81 = 225	54.5	13.254	62.209	62.8	227	1987-1988
1988	145 + 106 = <u>251</u>	51.0	57.872	8.422	32.7	<u>238</u>	1988-1989
1989	-	-	-				
Prome- dios	215,71 días	60,1%	40,054 cm	36,576 cm	56,9%	214 días	Valores promedio

Los valores anuales se refieren al año juliano y resultan de la suma de 1 de enero a 30 de junio + 1 de septiembre a 31 de diciembre. Las anualidades se refieren a los cálculos por temporada continuada, es decir, suma de datos entre el 1 de septiembre y el 31 de diciembre + entre el 1 de enero inmediato y el 30 de junio. La duración real comprende un periodo dentro de los 10 meses, entre la primera y la última innivación. El tanto por ciento de días de innivación se refiere al real conjunto de los innivados en el periodo sobre el global de los 10 meses: 303 días o 304 (si el año es bisies-to). El espesor promedio equivale a la suma de los espesores reales diarios en centímetros, dividido por el número de días del periodo.

más pobres en nieve. En cambio, la temporada de 1985-86 –la de menor duración– presentaría valores mucho más elevados, respectivamente 61'4% y 32'601 cm de promedio, lo cual, transportándonos al gráfico, nos permitiría evaluarla como temporada mediocre, pero tampoco de las peores en acumulación de nieve. En cambio, si analizamos el valor máximo y mínimo de añadas naturales o julianas, mientras el máximo de 1988 coincide con valores mínimos de % de días nivosos, el espesor promedio en centímetros adquiere valores máximos (v. tablas). El de duración mínima (1986) es relativamente bajo, pero en cambio adquiere valores próximos al máximo (63'4%) en días innivados.

Pese a la escasez de años de observación, para exponer con mejor apoyo el tema que nos ocupa se recurre a comentar dos aspectos del mismo.

- Por una parte estudiar la variabilidad de dos nuevos aspectos de la innivación:
 - a) El tanto por ciento anual de días reales innivados, expresado en tantos por ciento sobre la totalidad del periodo de diez meses (303 días o 304 si el año es bisiesto con 29 días en febrero).
 - b) Evaluar el espesor de la capa de nieve en función del mismo periodo total, a base de obtener la suma total de valores de espesor de capa en centímetros, dividiéndola por el número de días total (diez meses) en que puede haber innivación (1 de septiembre a 30 de junio, 304 ó 303 días según sea o no bisiesto el periodo estudiado).
- En segundo lugar, estudiar las correlaciones existentes entre ambas seis parejas de factores, puesto que para cada caso –de acuerdo con las tablas– se estudian separadamente años naturales y temporadas en el sentido de concentración estacional de las nevadas alrededor del invierno, más arriba indicado.

e. *Estudio de la variabilidad interanual de la innivación.* Los datos anuales anotados en la tabla VI se han manipulado estadísticamente, de acuerdo con similar proceso al utilizado para estudiar la evolución de la temperatura y el régimen de las precipitaciones. Los resultados se presentan en la tabla VII.

Como también ocurría con el análisis para la precipitación, los valores promedio carecen de significación estadística aceptable; todos los valores de *P*, sin excepción, están por encima del 3%. No obstante, cabe aprovechar su cálculo para conclusiones provisionales de tipo comparado. Cabe así ver en la tabla VII que se produce un general incremento de variabilidad por este orden: “duración del periodo real de innivación”, menor que “tanto por ciento de oscilación en días reales de innivación”, a su vez menor que “espesor anual promedio de la capa de nieve en centímetros”. Dentro de cada uno de los tres tipos de variable, el valor para el periodo continuado (anualidades) es casi siempre mayor que la innivación anual en años naturales, por causa de efectos de compensación. Es decir, la innivación elevada en la primera mitad del año coincide con menor innivación en el otoño siguiente. Los datos de oscilación extrema por su lado presentarían un panorama de variación similar (v. 5.^a columna).

Correlaciones entre los tres factores estudiados: Lo que sí cabe comprobar es cierta correlación entre los valores altos o bajos de innivación (en función de los promedios de espesor de la capa de nieve) y lo intuido cualitativamente al revisar el gráfico de años de innivación (v. gráfico 1) y sus ritmos de repetición. Así, cada tres años se produce un invierno de nevadas e innivación abundantes, alternando con dos más escasos: uno de los dos sólo mediocre en nieves, el otro de innivación sumamente escasa. De cada pareja, además, dos de nieve mediocre rodean a uno de nieve abundante como un entrepanado, mientras sendos años de nieve escasa rodean también a otra temporada de nevadas abundantes, con arreglo al siguiente esquema:

1980-81innivación escasa (¿?)no hay más que datos cualitativos¹⁶
 1981-82innivación abundanteespesor promedio de 52'135 cm
 1982-83innivación muy escasa.....espesor promedio de 17'884 cm
 1983-84innivación mediocreespesor promedio de 43'977 cm
 1984-85innivación abundanteespesor promedio de 61'937 cm
 1985-86innivación mediocreespesor promedio de 32'601 cm
 1986-87innivación escasa.....espesor promedio de 13'446 cm
 1987-88innivación abundanteespesor promedio de 62'209 cm
 1988-89innivación escasísima.....espesor promedio de 8'422 cm

Tabla VII. Datos obtenidos con el cálculo de la variabilidad interanual de distintos factores que ilustran el estudio de la innivación.

Conceptos	Valor máximo y fecha	Valor mínimo y fecha	Oscilación	% de la oscilación	Valor medio	Dispersión	V	P
Variabilidad de la duración del periodo real en 7 años julianos	251 (1988)	191 (1986)	60	27,8%	215,71 ±7,187	19,009 ±5,08	8,81 ±2,356	3,33%
Ídem en 8 anualidades o temporadas de 10 meses	244 (1987-88)	192 (1982-83)	52	24,3%	214 ±6,62	18,72 ±4,68	8,74 ±2,19	3,09%
Variabilidad del % de días innivados en 7 años julianos	73,7% (1984)	51,00% (1988)	22,7	37,8%	60,1 ±2,67	7,061 ±1,89	11,75 ±3,14	4,44%
Ídem en 8 anualidades o temporadas de 10 meses	68,3 (1983-84)	32,7 (1988-89)	35,6	62,57%	56,9 ±3,73	10,568 ±2,64	18,57 ±4,64	6,57%
Variabilidad del espesor anual de la capa de nieve en cm en 7 años julianos	57,872 (1988)	13,254 (1987)	44,618	101,28%	40,054 ±6,00	15,88 ±4,24	39,65 ±10,6	14,99%
Ídem en 8 anualidades o temporadas de 10 meses	62,21 (1987-88)	8,422 (1981-89)	53,79	147,06%	36,576 7,17	20,279 5,05	55,44 13,86	19,61%

La presentación de los resultados es paralela a los referidos a temperatura y precipitación. Los años reúnen las dos épocas de posible innivación de cada año, o sea dentro del priemr semestre + el último cuatrimestre (= 10 meses). Las anualidades se refieren a las temporadas nivosas continuadas, es decir: la suma de los datos de los cuatro últimos meses de un año a los seis del siguiente. *V* = valores del coeficiente de variabilidad y *P* = coeficiente de precisión, es decir el error del valor medio en % del mismo valor medio.

¹⁶ Observaciones propias cualitativas durante enero de 1981.

La apreciación indicada para los nueve años observados ha sugerido el cálculo de las posibles correlaciones para las seis parejas de factores. Las seis de tales correlaciones son todas ellas bajas y solamente una posee un error aceptable y significativo la correspondiente a la totalidad del periodo de innivación (anualidades) y el espesor de la capa de nieve. Sin embargo, el signo y distintos valores de las restantes nos permiten una vez más conclusiones comparadas de cierto interés, si bien es necesario insistir sobre la provisionalidad (salvo la 6.^a) de las restantes conclusiones

*Años naturales**Temporadas*

- (1.^a) $-0'33 \pm 0'364$ correlación: duración periodo / tanto por ciento de días innivados $-0'19 \pm 0'364$ (4.^a)
 (2.^a) $0'37 \pm 0'327$ correlación: duración periodo / espesor promedio $-0'23 \pm 0'358$ (5.^a)
 (3.^a) $0'38 \pm 0'349$ correlación: tanto por ciento de días innivados / espesor promedio $0'616 \pm 0'235$ (6.^a)

Salvo en la última de las seis, en las otras cinco, además de bajas, en ninguna el error de $r \times 2'6$ da jamás un valor inferior al parámetro.

Con referencia a la 2.^a y 5.^a cabe indicar que una dispersión en gráfico elevada y el distinto signo aparente en ambas permiten desechar cualquier ulterior comentario, como no sea el provisionalmente negativo que concluya la ausencia de toda relación entre la duración formal del periodo y el número global de días de innivación.

Pese al escaso valor indicativo de las dos series (1.^a a 3.^a y 4.^a a 6.^a), pues no señalan con claridad ni la magnitud de la innivación ni su duración real sin interrupciones (concentración y dispersión, por ejemplo), sí que interesa confirmar una relación positiva, apreciable y por otro lado esperable, entre ambos factores de días innivados y promedio del espesor de la innivación; correlación que no sólo es positiva en ambos casos, sino que crece significativamente cuando se refiere a toda la temporada nivosa continuada (6.^a).

La pareja cuyos parámetros podrían resultar más sorprendentes es la de la primera línea 1 y 4, pero tales conclusiones sólo son negativas de momento. Dichas correlaciones –si fueran elevadas– habrían indicado que, cuando el periodo formal de innivación aumenta en amplitud, tiende a disminuir proporcionalmente el número absoluto de días innivados. De hecho, además, la relativa mayor constancia en la innivación primaveral y su cese obliga a culpar de ello a la expansión del periodo hacia el otoño. Lo cual querría decir que otoños que conservan aislados días la innivación, tras precipitaciones nivosas tempranas, no ofrecerían ningún criterio profético sobre la abundancia invernal de nieve; antes al contrario, innivaciones tempranas (v. en gráfico 1 las anteriores al 15 de octubre en 1982, 1986 y 1988) más bien tenderían a temporadas posteriores de innivación muy escasa, mientras los años de elevada innivación concentrarían previamente las nevadas fuertes iniciales hacia diciembre.

Sin embargo, tales cálculos no permiten hoy otra cosa que una simple conclusión negativa, tal como la siguiente: innivaciones delgadas y tempranas en otoño no permiten

augurar estación invernal “con abundantes nieves”, conclusión sin duda de muy escaso valor y que sólo beneficia a la “prudencia profética” y por tanto no aplicable a la posible planificación deportiva, principal finalidad buscada con los referidos cálculos.

f. *Variabilidad por meses y treintenas*. Es un complemento necesario al estudio ya expuesto por años y temporadas invernales. Se apoya en los mismos datos y metodología ya relatada bajo el título 2 para el tratamiento general de datos. Los valores de espesor medio mensual se acercan más a la realidad de los máximos y mínimos alcanzados, cuyas fechas se han señalado en el gráfico 1 con flechas verticales: llenas para los principales y vacías para los secundarios. Consúltese su mención, junto a comentarios oportunos de visión general de las interrupciones en la innivación, bajo los primeros subtítulos referidos al tema¹⁷. Por otro lado, los tantos por ciento mensuales de días innivados permiten apreciar la existencia de las mencionadas interrupciones y los meses en que son más frecuentes. Para ello de forma paralela exponemos los resultados en los cuadros fuera de texto sector 3, ora por meses, ora por treintenas. Sin embargo, no constan en dichos cuadros datos anuales que se han segregado oportunamente, contenidos en el texto y ya analizados (v. no obstante en 3.D, *c* y *d*). Las tablas de treintenas permitirán comentar oportunamente, no obstante, la distribución de la innivación por estaciones (v. subepígrafe *g*). En ambos casos, análisis de los meses naturales y treintenas, se consideran tanto la variabilidad interanual de los días relativos de real innivación (v. cuadros fuera de texto 3.A.) como los de espesor promedio por cada periodo de la capa de nieve en centímetros (v. series 3.B.).

Con respecto a los días de real innivación, destaca el último periodo estudiado, 1988-89, como el de números relativos más bajos. Tienta pensar si no ha constituido la anualidad de más baja innivación de todo el siglo. Por causa de los datos referidos a dicho invierno, ninguno de los promedios mensuales o de treintenas son de 100% y ello pese a que los meses de más segura innivación, tales como enero y febrero, presentan siete de ocho años con dichos valores, seguidos de marzo y abril con seis y diciembre con cinco.

Al analizar los valores promedio, sin embargo, las cosas no son similares. En valores descendentes para meses naturales, el tiempo de innivación sería el siguiente:

- Febrero (97'32), abril (94'17), enero (89'12), marzo (88'59), diciembre (76'21) y mayo (66'94).
- En los restantes la innivación promedio adquiere valores inferiores al 50% y casi siempre tales valores representan situaciones anecdóticas en cuanto a espesor: noviembre (48'33), octubre (7'26), junio (7'08); en cuanto a septiembre, no merece la pena mencionarlo.

¹⁷ Los hechos más destacables quizás sean los valores elevados que se alcanzan todos los años en primavera, constituyendo máximos principales en años de menos innivación. Sólo en los tres periodos de mayor innivación (1981-82, 1984-85 y 1987-88) son de invierno los principales; no obstante, también son elevados los secundarios de primavera.

- Hasta cierto punto, serían coincidentes los promedios por treintenas: I-II (96'37), III-IV (93'95), II-III (93'28), XII-I (89'06), IV-V (84'52) y XI-XII (63'6).
- Aparecerían en cola: X-XI (28'64%), V-VI (22'58), IX-X (5%); lo mismo cabría decir para la última treintena estival que lo indicado para septiembre arriba.

Con respecto al análisis de la varianza (v. cuadros fuera de texto 3.A.d. y e.), destaca en primer lugar el menor valor de variabilidad en promedio para treintenas (26'418%) que para meses julianos (29'38%), si bien la diferencia es escasa. Prescindiendo de junio (sólo dos primaveras con innivación), los valores elevados de *P* por encima del 20% se refieren a otoño. Pese a lo anterior indicado para primavera (sin duda algo menos claro, pero coincidente), destaca la variabilidad baja en el comportamiento de su primera mitad (valores más bajos en abril). Una vez más, la innivación primaveral aparece como mucho más constante, aspecto que seguramente juega una importante función en el almacenamiento de recursos hídricos en el suelo para el inicio de la estación vegetativa¹⁸. Finalmente conviene destacar que también aparece muy constante la presencia de la nieve en la treintena central del invierno (I-II), que coincide también con el periodo más frío, a pesar de alcanzarse en tal periodo una punta de sequía anual (v. ombrotermograma).

Los datos de espesor de la nieve promedio en centímetros, dentro de un grosero paralelismo con los de constancia relativa de la capa de nieve, ofrecen algunas anomalías de interés destacado que conviene subrayar:

Así, prescindiendo de los valores sumamente bajos de 1988-89, exagerado reflejo de otros dos años anteriores (v. gráfico 1), 1982-83 y 1986-87, el orden de promedios mensuales julianos es ligeramente distinto que para los días innivados:

- En primer lugar destaca abril (75'6), febrero (73'2), marzo (69'7), enero (47'9), mayo (41'3) y diciembre (35).
- Igualmente coincidirían valores por treintenas: III-IV (84), I-II (71'5), II-III (71'4), IV-V (68'8)¹⁹, XII-I (21'2).

Destaca también así el espesor de la capa de nieve primaveral, circunstancia que coincide con la mayor frecuencia de máximos principales que se ha recordado varias veces, produciéndose dentro de dicha estación y sólo en la invernal en los tres años de mucha duración y por lo tanto de innivación intensa temprana.

¹⁸ La variabilidad aparente de mayo es simple fruto del cese súbito en el transcurso de dicho mes y debida a los artefactos de presentación del cálculo. No obstante, es muy constante y continuada dentro de la primera quincena.

¹⁹ V. nota 18, sobre la constancia en la innivación de la primera quincena de mayo en continuidad con los valores de abril.

Del análisis de la varianza (v. cuadros fuera de texto 3.B.d. y e.), pese a ser elevados los valores de P , cabe destacar su valor menor en los dos meses primaverales alrededor de abril (v. cuadro 3.B.e.) (III-IV, 20'31 y IV-V, 20'7%), como asimismo aparece abril como único mes con P inferior a 20 (17'3%) en el cuadro anterior (3.b.d.).

Como se verá a continuación, al considerar las estaciones los valores de P son también mínimos en primavera (v. cuadro 3.B.f.), frente a los de invierno, sensiblemente más bajo en cambio al considerar los días innivados y la constancia de la capa de nieve, pero en ocasiones delgada (v. cuadro 3.A.f.).

Sobre los referidos puntos aquí indicados se insistirá bajo el título 4. Cabe no obstante retener dos aspectos importantes:

- a). Como muestra el gráfico 1, son varias no obstante las interrupciones que aparecen en años nivosos.
- b). Algunos años, dichas interrupciones son muchas más en nuestra alta montaña, entre los 1.950 y 2.150 m s/M, altitudes algo por debajo de Góriz, sobre todo cuando el viento, tras precipitarse nieve en polvo, la acumula en ventisquero dejando mucho espacio libre de innivación. Sin embargo, dicho fenómeno frecuente no aparece en los resultados de forma clara por causa del manejo aquí utilizado. Lo hemos testimoniado sin embargo varias veces, acudiendo a esos parajes de altitud, unas veces en pleno invierno (31-I-1981) y al principio de la primavera (23-III-1983), fechas en que, si bien la innivación de Góriz —en el último ejemplo— alcanzaba todavía los 4 cm de espesor, 250 m por debajo en altitud no solamente había numerosos espacios desinnivados (prácticamente no había nieve en las cimas de los cañones), sino que visiblemente era apreciable el tiempo transcurrido sin nieve, permitiendo la “movilización” vernal o casi prevernal de ciertas especies.

Este último y otros varios aspectos permitirán un mejor resumen descriptivo bajo el título 4.

g. Resultados de estudio de los datos estacionales. Las conclusiones que a continuación se esbozan se apoyan en los datos anotados en los cuadros fuera de texto 3.A.c. y f. y 3.B.c. y f. Las primeras dedicadas al tanto por ciento de días innivados durante el periodo equivalente a 10 meses en que se han observado capas de nieve en el transcurso del año. Las conclusiones serían coincidentes y paralelas a las referidas a periodos mensuales.

El invierno —21 de diciembre a 20 de marzo— concentraría el máximo relativo de días innivados (92'65%), proporcionando el valor de variabilidad más bajo ($P=5'81\%$). También daría los promedios más elevados de espesor (68'84 cm); sin embargo, dichos valores ofrecerían menor constancia que en primavera ($P=23'38\%$ frente a 18'13% en dicha última estación).

Es muy aparente además la correlación entre el espesor invernal de la capa de nieve y la evaluación global del año, que se ha anotado bajo anteriores epígrafes. Los tres años de “muchas nieves” (1981-82, 1983-84 y 1987-88) son los tres únicos que ofrecen valores promedio superiores al metro. Ocurre todo lo contrario con los otros tres ejemplos de nieve muy escasa (1982-83, 1986-87 y 1988-89), inferiores a 20 cm, mientras oscilan alrededor de 60 cm los dos restantes, que cabe catalogar de sólo mediocres. Solamente los dos últimos de nieve más escasa (1986-87 y 1988-89) son los que acusan en Góriz incluso interrupciones de días innivados durante el invierno.

La primavera, en cambio, ofrece promedios de innivación más bajos. Solamente en 1984 el promedio alcanzaría valores del metro. Claro está que dicho valor está muy afectado por el mes o mes y medio de la segunda mitad de la primavera en que la innivación ha terminado, interfiriendo así en el cálculo del promedio (como ya se ha advertido). La variabilidad de días innivados no es muy alta y la de espesor más baja que la invernal. En cinco de los tres inviernos cuantitativamente estudiados los máximos principales de la capa de nieve (v. gráfico 1) se dieron en primavera. Sólo en los tres años de “muchas nieves” aparece el máximo principal en invierno, como ya se ha repetido varias veces y conviene ahora retener una vez más.

Otros aspectos conviene destacar al comparar el invierno con la primavera, que se refieren sobre todo al espesor de la capa de nieve y que refuerzan los anteriores. Analizando el cuadro 3.B.c., cabe observar que en los cinco años menos nivosos el espesor promedio de la nieve primaveral compensa, en general, la más débil innivación invernal. Se traduce así una cierta mayor regularidad de la innivación en la primera mitad de días largos, compensando la variabilidad de las dos etapas de días cortos. Tal matiz, que confirmaría los estudiados al tratar del tema “precipitaciones” y que también confirma una vez más la frase de Gaussen que hemos anotado al iniciar este artículo, es importante, pues sin duda incide asegurando las reservas hídricas más imprescindibles para la iniciación del ciclo vegetativo.

En lo que concierne al otoño, tan sólo cabe confirmar una vez más la irregularidad de los factores climáticos en la referida estación, además de indicar en el caso presente unos valores, tanto en fechas iniciales tardías como en escasez de días innivados, sumamente bajos: 34'7% de promedio, espesor promedio 8'9 cm; valores de variabilidad, en cambio, los más elevados de las tres estaciones: *P* respectivamente igual a 18'53% y 45'26%.

En cuanto al *verano*, por la rareza de las precipitaciones nivosas observadas en este periodo estudiado, no merece especiales consideraciones.

4. LA INNIVACIÓN Y SUS EFECTOS FENOLÓGICOS PREVISIBLES

Dos serían los objetivos fundamentales de la intercalación del presente título. Por un lado presentar el posible grado de incidencia cuali y cuantitativa de la innivación en el transcurso de la estación adversa sobre los seres vivos. En segundo pero importante lugar, intentar exponer cómo y hasta qué punto incide sobre el periodo vegetativo, apto para la normal producción de los biotas en alta montaña.

Durante los ocho años de observación, prescindiendo de las nevadas y su grado de eventualidad o eficiencia, entre mayo y octubre (ambos incluidos) se producen precipitaciones más o menos intensas acompañadas de tormenta eléctrica en Góriz. A veces dichas situaciones, fruto de la ubicación continental del macizo de Monte Perdido, se inician relativamente temprano: 1 de marzo (1983 y 1984), abril (en 1988 y 1989). Otros años se prolongan a noviembre (1984 y 1986). El tiempo cambia hacia el invierno y, en general, las precipitaciones nivosas suelen ser entonces más tranquilas y no tormentosas, si bien acompañadas de ventisca en ocasiones durante o después de producirse la precipitación.

Su frecuencia, traducible en el estudio de la innivación expuesta bajo anterior título, es secuela, tanto de la ubicación regional y latitudinal del macizo, como de la exposición de la ladera (SW) donde se halla situado el observatorio. El régimen invernal de las precipitaciones en el Altoaragón en general depende de la frecuencia de las situaciones de "cierzo", viento del NW de origen oceánico que penetra impulsando borrascas, ya en otoño, en el sector occidental de nuestra región. Como habría comprobado CREUS (1983), las precipitaciones con tal origen son más tempranas en otoño, cuanto más próximo se halla a su origen el sector considerado (es decir, tanto más a poniente y próximo al océano).

Sin embargo, dos potentes barreras se oponen a la normal trayectoria de las borrascas de NW a SE. Una sólida, es decir, las altas crestas de la Cordillera, dando lugar a precipitaciones a barlovento en las laderas septentrionales y generando vientos descendentes, más o menos cálidos y sofocantes, a sotavento, sobre las laderas meridionales. Tales situaciones favonio se suceden a menudo en el otoño y al iniciarse el invierno y serían así causa suficiente del retraso en las nevadas de otoño e invierno y de la benignidad hasta fin de año, en el sector central y meridional de la Cordillera, tanto mayor cuanto más a oriente. Otra barrera es atmosférica; se refiere a la fijación de un anticiclón relativo en el centro de la cubeta íbera que se opone a la entrada de las borrascas, sumándose a la acción de los macizos y contribuyendo así a desviar el paso de las borrascas hacia la ladera septentrional. Así, con cierzo tiende en estación de otoño a nevar más al N que al S en el sector central de la cadena.

Por las razones indicadas, con tiempo repetido y temprano de cierzo, se echan en falta precipitaciones nivosas de otoño en Góriz y dicha situación prosigue en periodo invernal, sobre todo cuando el anticiclón intenso y sujeto a la depresión del Ebro mantiene calmas y nieblas frías en el fondo de la misma y sus valles tributarios, en contraste con el tiempo soleado y seco que reina en montaña media y altas crestas (invierno de

1988-89). De ahí que, con dominio de situaciones generales de cierzo, la innivación intensa se retrasa en las cumbres solanas de los Pirineos centro-occidentales hacia la primavera, una vez las borrascas atlánticas suficientemente potentes rompen o anulan los efectos del anticiclón, constituido sobre el centro de la cubeta íbera. De ahí también esa mayor seguridad de la innivación con máximos en primavera.

Las situaciones de años nivosos –sobre todo cabe referirse a 1987-1988– parecen tener un origen distinto y ser fruto de persistencia de situaciones más continentales, a las que no parecería “oponerse” el anticiclón del Ebro, sino más bien lo contrario. Así, en marzo de 1984, se produjeron en Góriz precipitaciones nivosas acompañadas de aparato eléctrico y lo mismo se registró en pleno mes de enero de 1985, invierno –el de 1984-85– sumamente nivoso en Góriz. Si bien no existen símbolos de tormenta en los registros de Góriz para el invierno de 1987-88, es ese periodo lo suficientemente reciente para recordar, como hecho insólito, que las precipitaciones invernales en el mismo sector occidental del Altoaragón y por lo tanto poco más al W del Sobrarbe, fueron acompañadas y preparadas en 1988 con previo aparato eléctrico. Cuando tales situaciones se repiten, pocas veces sopla cierzo y pocas veces también penetran borrascas del NW hacia el fondo de la cuenca del Ebro. Por otro lado y al mismo tiempo, en el sector septentrional de la cadena suelen quejarse de la falta de innivación, no sólo invernal, sino también primaveral. Cuando hay nevadas en la ladera sur de los macizos, no llueve o nieva en el N, invirtiéndose la situación final.

No parece existir, sin embargo, especial relación forzosa entre los años de innivación abundante y los otoños previos muy ricos en precipitaciones torrenciales de octubre o noviembre. Así, en 1987, a precipitaciones lluviosas otoñales relativamente elevadas (octubre con 657'6 l/m²) siguió un invierno muy nivoso (1987-88), mientras a las lluvias copiosas de noviembre de 1982 (con más de 592 l/m²) sucedió un año de innivación casi tan escasa como el de 1988-89. Parece así que los otoños con tormentas torrenciales, seguramente resultado de “levantes” –por lo menos así ocurrió en el último ejemplo mencionado–, no tengan gran cosa que ver con la intensidad de las precipitaciones nivosas ulteriores, iniciándose en pleno solsticio.

No es que el otoño de 1989 preparara un año excesivamente nivoso. No obstante, sí cabe indicar que, si bien los primeros días de innivación por encima de 2.000 m s/M se iniciaron relativamente pronto –a principios de noviembre–, el estado de calentamiento del suelo –tras el largo verano– *no* permitía augurar una larga temporada de meses con capa espesa; efectivamente, el año transcurrió como mediocre, pero tendiendo a rico en nieves de altitud, parejo así a los de 1983-84 y 1985-86²⁰. Tal situación no sería fruto del tiempo general de “cierzo”, sino de situaciones sucesivas de SW que principalmente descargan en las costas, ora sur-occidentales, ora sur-orientales, de la Península y alcanzan las laderas pirenaicas muy disminuidas en potencia, sobre todo cuando su trayectoria es francamente mediterránea.

²⁰ Así habría ocurrido y cabría confirmarlo cualitativamente antes de terminarse la redacción del presente estudio, en el transcurso de 1990.

No es posible hoy dar mejores razones de las causas inmediatas de las oscilaciones anuales de la innivación en Góriz. Se requeriría un estudio comparado de situaciones semejantes al realizado por CREUS en el Altoaragón occidental (1983), un tanto alejado de los objetivos concretos y de interpretación fenológica del presente estudio.

No obstante, hay tres aspectos que cabe resumir en las líneas que siguen: *a.* La alternancia de años nivosos, que parece seguir ritmos. *b.* La descripción sucinta de los principales rasgos del proceso de innivación invernal. *c.* Señalar los periodos de interrupción y su frecuencia en diferentes estaciones. Por último, un cuarto título intenta recoger las incidencias de la innivación en el ciclo biológico de los seres vivos que residen en alta montaña.

A. La alternancia de años más o menos innivados parece seguir cierto ritmo

Así lo indica el gráfico 1 repetidamente mencionado. La ascensión a 2.000 m s/M, en transporte rodado, el 31 de enero de 1981, nos habría permitido comprobar la escasa innivación en dicho mes y así juzgar de su semejanza en proceso al de 1982-83, también muy escaso en nieves. Los ocho esquemas que contiene el gráfico indicado permiten comprobar que sólo uno de cada tres años del periodo de ocho es de nieves abundantes, que se acercan o rebasan el metro de espesor durante o algo más de tres meses. Así ocurrió en cada uno de los referidos tres inviernos: 1981-82, 1984-85 y 1987-88. El primero y el último vendrían rodeados por sendos años de muy escasa innivación (v. gráficos), mientras otros dos de innivación mediocre rodean al central: 1984-85, vecino de 1983-84 y 1985-86. En los dos últimos mencionados –los de innivación mediocre–, rara vez el espesor rebasa el metro en Góriz y son bastantes los periodos en que queda por debajo de la mitad. Los tres restantes y estudiados ya en Góriz son calificables de innivación muy escasa (1982-83, 1986-87 y 1988-89); salvo en primavera, donde se alcanzan valores algo más intensos, pero no rebasando mucho el mes, la innivación en general queda por debajo de los 50 cm. Los cinco últimos –los tres últimamente indicados y los dos mediocre– ostentan un carácter común: presentan máximo principal de espesor de la nieve en primavera; aparentemente serían fruto de situaciones repetidas con dominio de tiempo atmosférico de cierzo. Como ya se ha dicho, los más nivosos ostentaron máximo principal en *invierno*, concretamente en el transcurso de su treintena central (I-II); no obstante, los máximos secundarios de primavera –“nevando sobre nevado”– no son “mancos” tampoco en esos años de abundantes nieves, ostentando máximos de espesor sólo secundarios quizás pero muy importantes. Cabe así intuir que a situaciones anteriores induciendo innivación invernal intensa, se suman ulteriores nevadas producidas por borrascas de cierzo.

B. El proceso de innivación resulta sumamente variado de uno a otro año

Por ello es difícil seleccionar con claridad aceptable sus rasgos principales y anuales más comunes.

De acuerdo con los datos que proporciona el cuadro 3.B.a. (fuera de texto), la capa de nieve no aparece tangible y duradera –al menos 24 horas– antes de septiembre, una sola vez en ocho años durante agosto (1988)²¹. En promedio, sin embargo, no aparece casi nunca antes de fines de octubre. En dicho mes ciertos años existe, pero con múltiples intermitencias, impuesta por su renovación por débiles nevadas. La capa de nieve que cubre el suelo no siempre es apreciable, pero cuando permanece es delgada en noviembre (8'246 cm), adquiriendo generalmente cierto espesor y permanencia en diciembre (35 cm en promedio). Se aproxima dicho valor al medio metro durante enero, momento en que puede alcanzar valores máximos de espesor algún año, a fines de mes. El espesor suele ser duradero en febrero, pero desciende sucesivamente en muchas temporadas hacia marzo, coincidiendo con el mínimo absoluto anual de precipitaciones. Frecuentemente en abril, no obstante, supera los valores de febrero, alcanzándose en dicho mes los valores más bajos de variabilidad interanual ($P=1'30\%$). Desciende sucesiva y a veces súbita y rápidamente en el transcurso de la primera quincena de mayo y sólo en dos años duró hasta iniciado junio. Solamente las tres treintenas estivales se ven prácticamente libres de innivación de ninguna clase, si bien un solo año se registró precipitación nivosa ya en agosto, como más arriba se ha indicado.

Cabe destacar los hechos principales siguientes:

- El periodo extremo de innivación nunca ha alcanzado los 10 meses.
- A la vista de los datos de uno y otro año, el periodo más seguro de innivación abundante es el primaveral. Tal circunstancia favorece la humedad necesaria para iniciar el ciclo vegetativo posterior.
- El final de la innivación en dicha estación de días largos es súbito, pero tardío, incidiendo en el retraso general de la estación vegetativa en cumbres sobre todo.
- En compensación, la benignidad para el cumplimiento del periodo se prolonga hacia el otoño.
- La innivación otoñal no sólo es intermitente, sino sumamente escasa y generalmente tardía.

C. Periodos de interrupción

Los más frecuentes aparecen en el transcurso del otoño, pero la nieve ofrece escaso impacto sobre el letargo y el descenso de las temperaturas, dada la benignidad de dicha estación. Muy raros son los periodos invernales en que aparece el suelo desinnivado en Góriz durante las treintenas invernales, pero sin duda se dan. Un ejemplo habría apareci-

²¹ Más abajo convendrá reiterar la importancia de la escasez de precipitaciones nivosas estivales, incidiendo en la también baja producción de las especies herbáceas.

do durante 1988-1989, año en que no se puede hablar de innivación continuada antes de principios de febrero. En tales situaciones deviene patente la función protectora de la nieve para ciertos seres vivos (v. más abajo), mientras para otros en diapausa favorece su sobrevivencia (insectos en diapausa bajo el suelo, p. ej.). No obstante, especialmente en años ventosos, son muchísimos los sectores descubiertos exentos de nieve, sobre todo algo por debajo de Góriz, con exposición solana sobre territorios de altitud, entre 1.950 y 2.200 m s/M. La incidencia de tales situaciones sobre especies vernaes es muy acentuada, muy tangible cuando se tienen en cuenta los cortes súbitos en el progreso de la estación, secuela de las posteriores nevadas de abril y la permanencia ulterior del suelo, de nuevo completamente nevado, durante varias semanas. Periodos desinnivados o con muy escasa capa de nieve (como el materializado en el mismo Góriz en la primavera de 1987) se dan con frecuencia al final del invierno y al iniciarse la primavera en superficies algo menos altas y solanas de los alrededores. Son más raros, en cambio, periodos desinnivados en abril (v., no obstante, 1983).

D. Incidencias del tiempo nivoso y la innivación en los seres vivos que residen en alta montaña

Si bien la principal influencia de las veleidades del tiempo atmosférico sobre los seres vivos se refiere al periodo vegetativo, ciertos rasgos, secuela tanto de la presencia como de la ausencia de la nieve, inciden tanto positiva como negativamente en la prosperidad de unas u otras especies y también durante el periodo adverso de letargo o diapausa.

Ordenar adecuadamente tan compleja exposición de matices y ejemplos registrados en el medio heterogéneo que nos ocupa no es tarea fácil. La presencia de nieve y tiempo nivoso en pleno verano puede favorecer la producción; su ausencia en cambio puede perjudicarla, sobre todo cuando presupone aparición de déficit hídrico y exceso de luz.

En otros casos, los retrocesos en el progreso de la benignidad estacional en periodos críticos, eventualmente acompañados de precipitaciones nivosas, pueden acarrear situaciones irreversibles. La nieve invernal puede producir un benéfico efecto invernadero favorable para algunas plantas y ciertos homeotermos; en cambio puede perjudicar la vida de ciertos animales ectotermos en diapausa, por su efecto empapante del suelo, que favorece la propagación de parásitos anaerobios perjudiciales.

En otros casos, en cambio, los homeotermos ven dificultado el hallazgo de su sustento y la prolongación excesiva de la innivación durante la primera mitad de días largos incide sobre todo en aquellos en que dicha fase coincide con el periodo reproductor.

A continuación se exponen algunos ejemplos concretos observados:

- Como uno de nosotros ha tenido ocasión de destacar (v. CREUS y BALCELLS), el régimen casi diario de tiempo nivoso convectivo durante el verano precoz, propio

del clima continental de los Alpes centrales, favorece en buena medida la productividad herbácea, hasta tal punto que bastan cinco meses para cosechar centeno a 1.800 m s/M, frente a los 13 en similar altitud del Alto Urgel. Mientras la hierba es dallable en las estivas alpinas altas, es muy raro que los recursos ambientales de la base de subalpino permitan segar hierba en una ocasión estival en puertos pirenaicos. El déficit hídrico y el exceso de sol pueden impedir la adecuada productividad en los Pirineos meridionales, que en cambio favorecerían el tiempo cubierto y el día más largo y que además fertilizarían la ligera capa de nieve precipitada durante la madrugada y licuada durante la primera mitad de la mañana estival en los Alpes. Nevadas similares siempre han sido tardías en las vertientes pirenaicas meridionales. Casi ausentes en junio y desde luego en todo julio, resultan tardías las de agosto para favorecer eficazmente la productividad de las gramíneas y, además, cada vez son más infrecuentes en los últimos años. En cambio, las precipitaciones convectivas son quizás frecuentes, pero su régimen torrencial es menos eficaz en el territorio que nos ocupa, dada la permeabilidad del suelo, cuando se producen de forma esporádica, menos así para acumular reservas edáficas que si la precipitación fuera en forma de granizo.

- La nieve acumulada en primavera, que empapa abundantemente el suelo, si bien incide acentuando la erosión por causa de complejos mecanismos de hielo/deshielo, supone una importante reserva para el inicio de la estación vegetativa, que se aprecia sobre todo en los años de escasas precipitaciones a principios de julio. En algunos pastos con abundante representación oromediterránea, son varias las plantas de origen eurosiberiano que los salpican, sobreviviendo al medio xerófilo adverso gracias al aprovechamiento de ciertos microclimas y los recursos primaverales de nieve deshelada que empapan el suelo (p. ej. agujerea nieves y calderones, entre otras ranunculáceas higrófilas).
- No obstante, durante el invierno la innivación abriga a numerosos seres vivos, como los homeotermos que se protegen en galerías e iglús, sobre todo los capaces de recurrir al sueño invernal o ingerir raíces o acumular despensas, pero también la misma perdiz nival, que consume abundantes frutos, semillas o brotes vegetativos de diversas leñosas (arándanos, p. ej.). Ciertas plantas de lejano origen tropical como las azaleas de montaña (*Rhododendron ferrugineum*) resisten muy mal –secando numerosas ramas incapaces de brotar en la siguiente estación– cuando la ausencia de nieve deja de cobijarlas a manera de “invernadero”. Así ocurrió en el seco periodo invernal reciente (1988-89), incluyendo los pies más protegidos al sumario abrigado del aclarado pinar subalpino de Diazas.
- Sin embargo, las incidencias más importantes en la expansión del periodo de innivación se referirían a la regulación del periodo vegetativo. Sin duda alguna la importancia del deshielo más o menos tardío es un fenómeno que afecta *directamente* a las posibilidades de reproducción y perpetuación de plantas y animales, dado lo limitado de tal periodo favorable –puesto que a los seres ectotermos no

les es posible entrar en actividad bajo gruesa capa de nieve-, pero también y además la presencia de numerosos ventisqueros incide indirectamente por su simple acción de “témpano”, enfriando su entorno inmediato, sobre todo junto al suelo.

El relativo retraso del deshielo primaveral en los puertos de Góriz incide en la normativa de su utilización estival. Ocupan parajes de elevada altitud, por encima de 2.500 m s/M, pero es sobre todo el referido retraso estival y la benignidad relativa del otoño lo que condujo a una estrategia más tardía de su utilización ya en época tradicional. Se explotaban con rebaños mixtos (mayor y menor), según complejo mosaico de recursos herbáceos, ora en laderas de escaso suelo, especialmente dedicadas al ganado menor en exclusiva, ora en depresiones con espesos sedimentos y pasto más denso y abundante, aprovechados preferentemente por el cabezaje mayor. Permanecían en uso desde el 4 de agosto al 10 de octubre. Sin embargo, los vicos de los ganaderos de Vio y los quiñones de Broto arbitraron la existencia de bajantes para primavera y primera mitad del verano antes de ascender a puertos, también usados luego del 10 de octubre durante el otoño, oscilando entre cotas de montaña baja y los 1.950 m s/M de Cuello Arenas, p. ej., donde se hallaba el refugio que atendía la ceremonia de entrada canicular en estivas altas (v. BALCELLS, 1985).

La sobra actual de pastos y los cambios en especies productoras aconsejan otras estrategias menos rígidas y aprovechamientos más largos, a la espera de las nevadas de otoño. Así ocurre al otro lado del Añisclo, junto a las Sestrales, en la montaña de Sensa, en territorios propiedad de la mancomunidad de Puértolas (sector oriental del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido), donde los ganaderos de Bestué ascienden en junio con su ganado vacuno a los 2.000 m de altitud y permanecen ahí hasta que los sacan las nevadas, algo más intensas, de noviembre.

Los ganados (de mayor) de Torla ascienden al paraje llano de Santa Ana de Diazas (1.450 m s/M) a principios de junio, donde se mantienen un par de meses por debajo de los 1.700 m, junto al límite del bosque subalpino. Los referidos parajes de mayor altitud, en parte arbolados, se utilizan durante el verano, momento en que se vedan los campos hoy apradados de los alrededores de la ermita de Santa Ana, en que el ganado se instala de nuevo a fines de octubre hasta su descenso a los alrededores de Torla por Navidad.

Sin embargo, no sólo en la utilización humana inciden las limitaciones del ciclo vegetativo impuestas por la innivación. También los animales montaraces que residen en altitud (grandes ungulados y perdiz nival) no se sorprenden en descenso trashumante en pleno pasto subalpino antes de las intensas nevadas con ventisca del mes de noviembre (1987), las que obligarían a su instalación en laderas más bajas, definitiva o no, según la evolución ulterior del tiempo atmosférico estacional.

En pleno otoño también, la ausencia de gruesa capa continua de nieve en las laderas de la mitad baja de la alta montaña, incluyendo territorios de matiz sub-alpino, permite a numerosas aves diurnas granívoras el ascenso tardío al aprovechamiento de las producciones fini-estivales hasta muy avanzado diciembre. Igualmente son abundantes los exce-

dentes en frutos de rosáceas y ericáceas (gayubas), aprovechables en el transcurso de la actividad nocturna por parte de numerosos otros animales montaraces durante el periodo que cabalga entre el otoño y el invierno, momento en el que numerosos carnívoros cambian a consumidores primarios, aprovechando las reservas energéticas que guardan los frutos.

Entre los efectos de la nieve en invierno, cabe recoger la siguiente observación: sólo los años muy nivosos la nieve en capa espesa cubre el estrato herbáceo hasta bajos niveles de montaña media. En tales periodos, que no todos los años se repiten, consumidores primarios típicos podan en muchos puntos las plantas arbustivas, contribuyendo a su “ajardinamiento”, en gran parte también debido a la frecuencia de ventiscas en cumbres poco abrigadas al sople de los favonios.

Para noviembre los arándanos, de temprano enrojecimiento foliar ya en septiembre, han agotado sus frutos, pero siguen ofreciendo sus brotes, por encima o debajo de la nieve, a las perdices nivales, que residen todo el invierno en el borde del dominio forestal. Las perdices grises, en cambio, se agrupan en espacios más soleados de las laderas en el límite con la montaña media, donde prosperan matorrales solanos de boj y erizón, dominando el “bosque estepario” de más esparcidos pinos de altitud (*P. uncinata* x *P. sylvestris*).

La escasez de nieve y lluvias en general durante todo el otoño de 1988 permitió la estancia de grupos de aves insectívoras hasta muy avanzada la estación en el pasto subalpino a 2.100 m s/M, consumiendo abundantes excedentes en invertebrados. Entre ellas cabe destacar algunos ejemplares de collalba, que permanecieron en dicho dominio de nidificación estival hasta muy avanzado noviembre.

La ausencia de nieve invernal desencadenaría en cambio dos fenómenos generales como los siguientes:

En años desinnivados, mientras las azaleas u ojaranzos lo pasan mal, los cardos mágicos maduran tranquilamente sus aquenios (frutos voladores) no consumidos por las cardelinas (*C. carduelis*) y que el viento abundante cuida de diseminar, incluso durante enero. Así es como las oscilaciones intensas del devenir anual favorecen unos años a las especies xerófilas y otros a las higrófilas, adaptadas estas últimas a climas relativamente tibios poco oscilantes, mientras las primeras resisten mejor la continentalidad y la sequía.

Es algo más difícil explicar cómo la escasez de nieve invernal protege a muchos insectos en diapausa, pero seguramente así ocurre; posiblemente sus biotopos de invernación, exentos de humedad empapante, reunirían mejores condiciones higiénicas en el momento vulnerable de las fases de desarrollo en diapausa. Sea como fuere, la abundancia y variedad de diversos insectos –muchos de ellos depredadores, tales como mariquitas, avispa y hasta vistosas polillas como *Zigana*– fueron tangibles en primavera y verano de 1989.

Sin duda alguna buena parte de los fenómenos aquí relatados se deben a las intermitencias en la innivación de otoño, que de costumbre no es importante antes de las proximidades del solsticio invernal. Sin embargo, durante la segunda mitad del invierno y antes así de iniciarse el periodo primaveral de nevadas casi siempre intenso –sobre todo carga en abril–, son muchos los espacios libres de innivación, incluso por encima de los 2.000 m s/M. A dichos periodos cabe dedicar breves líneas:

Interrupciones fini-invernales o prevernales aprovechadas por plantas y reptiles adaptados a la estepa: los azafranes de floración temprana requieren dichos espacios desinnivados, a veces incluso días antes de iniciarse la primavera el 21 de marzo. Solamente en dicha época los he observado. Sin embargo, posiblemente algunos años se malogre su reproducción por causa de nevadas tardías. Las de mayo, por ejemplo, a veces sorprenden a otras plantas de floración ya plenamente vernal, pero sorprendidas en periodo crítico que las mustia en ocasiones.

También los referidos espacios con innivación interrumpida albergan la actividad de animales poiquilotermos en marzo. Se han observado víboras en Cuello Arenas a 2.000 m s/M y numerosas lagartijas (*Lacerta muralis*) activas el 23 de marzo de 1983. Su adaptación más bien a climas continentales les permite movilizarse e iniciar la reproducción muy temprano, de lo contrario *no* sería suficiente el periodo benigno de alta montaña para completar su ciclo antes de los fríos del nuevo solsticio invernal.

5. ESPECIAL ESTUDIO DEL PERIODO VEGETATIVO

Cabe analizar los dos factores que más inciden en la limitación y normalidad del periodo vegetativo para los seres vivos. El primero se refiere a la benignidad de las temperaturas y, antes de focalizar la interacción del mismo con los datos referidos a recursos hídricos, nos referiremos a la temperatura en exclusiva, como principal factor limitante directo en la alta montaña.

Como se ha indicado en el capítulo anterior, el referido periodo vegetativo, sobre todo en primavera, viene limitado por el régimen de nevadas, más frecuentes y a veces incluso abundantes, transcurrido el 21 de marzo y acentuando así la innivación, escasa a veces, anterior a dicha estación vernal. Este punto específico y sus causas han sido ya suficiente y repetidamente expuestos, por lo que solamente se añade un corto resumen recordatorio.

El periodo benigno se termina en otoño avanzado, estación que suele caracterizarse por días serenos y muy variable régimen de muy pequeñas y discontinuas nevadas, la mayoría de las veces conservando escasa permanencia y menor espesor de capa: de los ocho años estudiados, salvo en dos temporadas (1984-85 y 1986-87), se pudo considerar gruesa la capa de nieve y ambas (permanencia y espesor) continuas –es decir sin intermi-

tencias— a partir de la segunda decena de noviembre; en otras dos, la capa de nieve durante la segunda quincena de noviembre se mantuvo continua pero delgada (1985-86 y 1982-83); en el resto de los años estudiados, la innivación (sin intermitencias) no se registró antes de fines de diciembre, es decir en pleno solsticio, e incluso mucho más tarde en 1988-89. Sin embargo, las temperaturas medias del *mes* de noviembre suelen ser ya muy bajas, casi siempre por debajo de 3'5°C; solamente en 1981 se alcanzaron los 6'05°C de temperatura media. Todo ello no quita la manifestación de temperaturas medias benignas —más o menos aisladas— en algunas decenas muy tardías antes de terminar el año, pero las medias mensuales suelen ser ya del orden indicado para noviembre e incluso inferiores en diciembre. En este último mes, además, las heladas suelen ser frecuentes después del día 10, habiéndose registrado un promedio global de 22 días de helada decembrina, frente a sólo 15 en noviembre.

En primavera, la capa de nieve puede ser gruesa durante la primera mitad de mayo. Sólo en dos años de los ocho estudiados (1983 y 1984) alcanzó a junio (v. gráfico 1). Sin embargo, a veces alrededor del inicio de la primavera (sea en marzo, sea en abril) la innivación desaparece hasta por completo, por encima pero en las proximidades de los 2.000 m de altitud (controlado en 1981, 1983 y 1987); son varias las plantas que aprovechan las circunstancias para la floración precoz (azafranes vernaes) antes de que una renovada precipitación, seguida de innivación continuada, interrumpa drásticamente su periodo vegetativo. Junto a plantas, ocurre lo mismo con ciertos animales, tales como vertebrados ectotermos, frecuentes en medios xéricos y no sólo precozmente activos sobre roca reverberante (lagartijas), sino tomando el sol sobre el pasto (víboras) y también poniendo en mayo a 2.000 m s/M sapos comunes tras el benigno invierno de 1989-90, seguidos de los parteros, abandonando crías en biotopos semejantes durante la primera mitad de junio, avanzándose, uno y otro sapo, un mes cumplido a su comportamiento ordinario.

Sin embargo, para la mayoría de las especies montañas el ciclo vegetativo no se inicia antes de la total desinnivación. Como se ha indicado, dicha operación suele producirse entre el 10 de mayo y el 14 de junio (el último indicado es el de fecha más tardía de los registrados en Góriz). Los días de helada promedio en abril son mucho más numerosos que en noviembre (22) y todavía prosiguen hacia mayo (14).

Así, en definitiva el periodo benigno podría extenderse desde un máximo de siete meses (mayo-noviembre en los sectores más bajos de la alta montaña) a un mínimo, bastante más frecuente, de cuatro y medio a cinco (junio-octubre).

Sin embargo, no sólo el calor limita la producción vegetativa en la alta montaña que nos ocupa. También a veces la sequía es causa de alteraciones en la producción. Así, en el transcurso del periodo benigno los parajes de altitud soportan un mínimo secundario de sequía que, si bien en valores pluviométricos promediados es menos agudo que el invernal, parece en ocasiones interrumpir el ciclo de producción, modificarlo, hasta comprometerlo y, según las especies y el ámbito de su origen, también favorecer la prosperi-

dad de unas en perjuicio de las otras. Como bien se sabe, la sequía estival es una característica de los climas mediterráneos. En los clásicos a baja latitud dicho periodo seco contrasta con el invernal más húmedo. Sin embargo, en la franja norte de transición a climas más templados el periodo húmedo invernal queda partido en dos, distribuyéndose los máximos pluviométricos en sendas estaciones equinocciales. El macizo del Monte Perdido se halla ubicado en la franja con tales características. Sin embargo, por su situación continental (desarrollo longitudinal muy amplio de la Península Ibérica) nuestros parajes escapan a veces a la sequía estival. En verano, nuestras laderas altopirenaicas gozan de los “beneficios” de las tormentas convectivas que, *ciertos* años, atenúan –al menos de forma aparente– el mínimo de precipitaciones más arriba aludido. Por todo ello, los promedios de Góriz señalan así un mínimo principal de precipitaciones en invierno, sendos máximos equinocciales y un mínimo estival secundario. Cuantitativamente pues, de acuerdo con los ombrotermogramas globales diseñados para el periodo de ocho años recientemente transcurrido, la distribución estacional de las precipitaciones sería la siguiente:

invierno: 266 mm, primavera: 491 mm, verano: 357 mm, otoño: 528 mm,

lo que equivaldría a decir:

invierno: 16'22%, primavera: 29'94%, verano: 21'75%, otoño: 32'11%.

Dicho comportamiento de mínimo invernal contrastaría con las modalidades de subcantábrico y tránsito submediterráneo de más al W, donde se acusa el mínimo estival frente al invernal.

Sin embargo, conviene advertir varias cuestiones. En primer lugar dichos valores están sujetos a variabilidad interanual, tanto en valor absoluto como relativo muy acusado. Considerando los valores absolutos, la variabilidad de las precipitaciones es sumamente elevada (v. cuadros fuera de texto 2A, B y C) y sobre todo en las estaciones de días cortos (otoño e invierno), alcanzando valores de P (coeficiente de precisión) por encima del 15%. Dicho parámetro es menor para la primavera ($P=10'38\%$) y algo mayor, pero sólo poco, para el verano ($P=11'95\%$). En dicha última estación equinoccial (primavera) el régimen correcto de los recursos, que permite con suficiencia el inicio de la estación vegetativa, ofrecería mejores garantías, asegurando la humedad para iniciar la actividad de los seres vivos en alto montaña, al gozar de menor oscilación interanual (v. MONTERRAT, 1971).

La variabilidad indicada se traduce en los mismos ombrotermogramas globales al constar sobre todo valores mensuales de precipitación mínimos en el periodo. La curva que se obtiene uniendo los puntos referidos a los valores extremos dichos nunca pasa por debajo de la correspondiente a las temperaturas medias mensuales en primavera y escasas veces en invierno. No así los referidos al verano y al otoño, lo que permite sospechar que transcurren periodos con déficit hídrico ciertos años. El estudio de los datos permitiría detectarlos, ora “a caballo” de los primeros calores estivales, ora durante la segunda

mitad del verano y hacia el otoño avanzado. No obstante, los promedios indicarían que tal comportamiento no es del todo frecuente, si bien puede producirse. Convendrá así se dedique especial atención a detectar dichos posibles periodos del déficit hídrico.

A. *Consideraciones generales sobre la incidencia de los recursos hídricos en el ciclo vegetativo de los seres vivos en alta montaña*

Si algo caracteriza la vida en las cumbres es el viento y sus secuelas. Por encima de 2.000 m s/M, no sólo es el enrarecimiento del aire lo que afecta a la vida. El viento puede alcanzar esencial importancia incidiendo en la deshidratación de los seres vivos, produciendo típicas alteraciones bruscas del medio, con escasos precedentes en tierra baja. Rara vez la brisa en montaña supone un beneficio para las plantas, “ventilándolas” y robando así el exceso de calor acumulado en una serena jornada de acusada iluminación. El monzón, soplando antes de lo previsto, influyó en el fracaso de la primera expedición al K2 himalayano. Convendría así, antes de revisar los resultados referidos a los principales recursos climáticos y su incidencia en el periodo vegetativo, intercalar algunas consideraciones generales referidas a la influencia de los recursos hídricos en el ciclo biológico de los seres vivos.

Ya el mismo Gaussen, que buscó apoyo en el estudio de los mismos factores (temperatura y precipitación) para exponer su cartografía bioclimática a pequeña escala, planteó el problema principal del estudio de la evapotranspiración, al intentar la revisión indicada intentando aprovechar un máximo de datos sobre los factores de más influencia que puedan informar sobre el referido balance hídrico y energético.

Convendría dedicar a su estudio ciertas líneas de atención:

La evapotranspiración comprende la evaporación de las capas superficiales del suelo y el agua extraída por las plantas (transpiración). Los factores que más influyen en el fenómeno serían los cuatro siguientes:

- Energía disponible para la evaporación del agua.
- Aportación de agua a la superficie evaporante.
- Capacidad del aire para transporte de vapor.
- Tipo de vegetación en el más amplio sentido del concepto.

La evaporación requiere un consumo *energético* (calor latente) procedente en gran medida de la *radiación solar incidente*, de donde en definitiva provienen todos los recursos de calor. La radiación o el factor climático que la represente –en nuestro caso el tiempo de insolación– proporciona un índice de la energía disponible.

Sin embargo, hay también otros factores meteorológicos que pueden matizarla, tales como temperatura, humedad del aire, viento y humedad del suelo, factores todos ellos que tiene en cuenta la ecuación de Penman, como más abajo se reitera.

Además, para que el fenómeno de la evaporación se dé es preciso un gradiente de tensión de vapor entre la superficie evaporante y el aire que la circunda; requiere así *viento* o corriente de convección renovadora. Cabe comentar que tal factor no falta en absoluto en los parajes que nos ocupan.

En cuanto al tipo de *vegetación* debe tenerse en cuenta el *albedo* de las hojas (tanto por ciento de radiación incidente que se refleja), la densidad del suelo cubierto por plantas y otros caracteres de las especies dominantes, tales como la forma, anatomía, tamaño y distribución de las raíces, matizando así sus recursos de bombeo del agua en profundidad y gozando, en periodos secos, de mejor capacidad de autocontrol²².

El *suelo* así es un factor importante en su función reguladora de almacenar y ceder luego sucesivamente el agua de la lluvia a la superficie sólida evaporante. El suelo retiene el agua precipitada por capilaridad hasta que alcanza cierto grado específico (“capacidad de campo” medida en mm/m²). Al precipitar más agua, ésta percola a capas profundas del subsuelo nutriendo la capa freática; saturada dicha capa, libera el exceso de agua en forma de escorrentía, actuando el complejo suelo y subsuelo como una verdadera esponja empapada. En cambio, la evapotranspiración roba luego el agua del suelo, alcanzando en ocasiones un punto en que las plantas no pueden bombearla. Tal estado se produce cuando la tensión de la humedad del suelo alcanza cierto equilibrio con la tensión succionante de las raíces, tendiendo la planta al “punto de marchitez permanente”. Como parece lógico, los recursos en agua del suelo utilizables por la planta están comprendidos entre su capacidad de campo –variable según el tipo de suelo– y el referido punto de marchitez, iniciándose un periodo de déficit hídrico que sólo cesa la adición de agua. Pese a que el esquema indicado parecería en principio aceptable, cabe destacar que muchos autores lo califican de simplicidad excesiva. Sin embargo, es preciso concluir que esencialmente el agua utilizable depende groseramente de la referida capacidad. Las características físicas del suelo inciden en la capacidad de sus recursos hídricos, limitando la transpiración de las plantas. Así, tal cesión sería superior en un suelo limoso-arenoso (próxima al 70%) –quizás el más frecuente en buena parte del paraje estudiado– que en otro limoso-arcilloso (sólo del 30%).

Ante el planteo general que nos ocupa resulta también necesario diferenciar los conceptos de *evapotranspiración potencial* y *evapotranspiración real*. Ambas resultan de combinar la evaporación pura y simple del suelo y la transpiración de las plantas. Sin

²² De ahí que los cardos (*Cirsium glabrum* y las *Carlinae*), que brotan de rizomas profundos, son capaces de mantenerse turgentes en años secos, contrastando así, por su verdor y lozanía, con la marchitez de otras especies del contorno con expansión radicular más superficial. Es clásica así su función de albergue de animales depredadores poco selectivos, tales como pulgones, atrayendo hacia las plantas otros consumidores secundarios como las mariquitas, abundantes y llamativas. No resulta así raro que en años de más recursos hídricos, los cardos, dada su calidad de táxones xerófilos, manifiesten su incapacidad para frenar el bombeo y sus órganos aéreos perezcan afectados por diversos procesos de pudrición antes de producir semillas.

embargo, la primera se refiere a la cantidad de agua que perderá una superficie completamente cubierta de vegetación en crecimiento activo, siempre que exista en el suelo humedad suficiente para su uso máximo por las plantas²³. El concepto resulta útil para apreciaciones genéricas como las aquí buscadas. En medios bastante uniformes resulta relativamente "simple" calcular las reposiciones hídricas necesarias e imprescindibles para mantener un concreto cultivo regable en aceptable régimen óptimo de producción. La medición de la *evapotranspiración real*, referida al agua realmente consumida, es no obstante compleja en cualquier sistema establecido; pero mucho más en el ambiente heterogéneo y montano. Basta, por ejemplo, que la profundidad de las raíces permita descensos a distintos niveles, pudiendo localizar ciertos recursos en el subsuelo. Además, también depende del diverso grado de adaptación al medio –anatómico y fisiológico– de las especies residentes y por lo tanto del ámbito reinante en su lugar de origen filogenético, donde evolucionó su proceso de adaptación apoyado en distintos recursos genéticos de partida, todo ello desembocando en distinta capacidad final de regulación y corrección fisiológica²⁴. Sin embargo, la evapotranspiración real es siempre correlativa de la potencial y el cálculo de esta última puede resultar un útil apoyo orientativo de la interpretación correcta del comportamiento fenológico específico de distintos táxones, para apreciar así las causas de los cambios de aspecto conjunto de las biocenosis.

Conviene además recordar que para cada planta existen épocas críticas de mayor sensibilidad a la falta de agua y a la posible marchitez, incidiendo prematuramente en la producción de flores y frutos. En tales periodos convendría que la evapotranspiración real se aproximara a la potencial. El impacto, en cambio, no es grave en efectos ulteriores, cuando el déficit hídrico sobreviene en periodos de reposo o diapausa. Tampoco lo es en exceso (y sobre todo para gramíneas) durante el final de la maduración de los frutos. No obstante, sí lo es dentro de la primera mitad del periodo vegetativo, como más arriba se ha consignado²⁵.

²³ Convendrá ser consciente de que el progreso de las investigaciones sobre cálculo de evapotranspiración se ha realizado siempre en el contexto de la economía del agua en cultivos regables. De ahí la, con frecuencia, simplicidad relativa de los planteos, presuponiendo ecosistemas bastante homogéneos en recursos edáficos, al mismo tiempo que simplificados en cuanto a las biocenosis que sostienen.

²⁴ Cabe aquí simplemente mencionar la forma y fisiología de los estomas, regulando las pérdidas hídricas de hojas y tallos verdes.

²⁵ De ahí la importancia de la aparición de periodos secos en alta montaña durante la 2.^a y 3.^a semana de julio, como los detectados en 1988, que sin duda incidieron en el amarilleo prematuro de los pastos ya al fin de dicho mes estival. Dicha observación fenológica –acompañada de otras detecciones– contrasta con el comportamiento de 1989, año de discreta evolución higrótera, si bien el cálculo permitió apreciar ciertos cortos periodos de déficit hídrico en julio; así, pese a que el mismo índice xerotérmico señala una segunda década algo seca en julio, el régimen de precipitaciones mejor distribuido evitó el referido amarilleo prematuro y luego intenso de 1988, permaneciendo en 1989 el pasto verde hasta muy avanzado el otoño.

En definitiva, así, la influencia de la humedad del suelo sobre la evaporación variaría muchísimo según: los factores climáticos, la fisio-morfología de las plantas, el agua edáfica y las secuelas de tal conjunto de circunstancias interactuantes.

De acuerdo con las premisas de partida, son muchos los métodos ideados para medir la evapotranspiración. Dicha apreciación global depende siempre de la uniformidad relativa de los ámbitos de estudio y, en algunos casos, únicamente determinados métodos son sólo abordables en cultivos. También depende de los recursos en datos y muchas veces las deducciones son sólo sugerencias ante presupuestos más o menos certeros, medios y biotas muy heterogéneos, que residen en territorio agreste como el que nos ocupa.

El problema de evaluar la evapotranspiración se traduce ya en el muy antiguo índice de aridez de Martonne. Modernamente cabe clasificar los métodos en varios tipos: 1. Los apoyados en apreciar la humedad del suelo. 2. Las medidas directas con evaporímetros, atmómetros, lisímetros o evapotranspirómetros; sin embargo, sus apreciaciones se califican de exageradas y, cuando se trata de medidas en grandes masas de agua o de vegetación, se acepta en cambio que la utilización de fórmulas como las de Thronthwaite o Penman dan resultados más reales. El primero, no obstante, requiere instalaciones complejas. 3. También cabe desechar por varias causas los apoyados en mediciones de escorrentía y fluctuaciones en la capa freática, difíciles de obtener y controlar. 4. Apreciar el calor efectivo en grados/día, o sea el consumo de agua en función de la temperatura máxima o la media mensual; este último sería el principal apoyo del método de Thronthwaite, el que, por otro lado, prescinde en exceso de otras variables climáticas matizantes, especialmente en cálculos diarios o puntuales. 5. Finalmente cabe comentar con mayor atención tanto los de fundamento teórico basados en la física del balance hídrico y el transporte de vapor; como: 6. Los empíricos basados en correlaciones entre factores climáticos y datos de riego y precipitación (aporte hídrico).

La fórmula de Penman es una síntesis de ambos últimos tipos. Partiendo de consideraciones teóricas, dicho autor dedujo la fórmula general de transporte de vapor, en la que intervienen las velocidades del viento y las humedades específicas del aire a dos alturas distintas, incluyéndose también varias fórmulas empíricas del tipo propuesto por Dalton²⁶. Se apoyaría así en las ecuaciones de balance de energía y difusión turbulenta del vapor. La fórmula obtenida permitiría evaluar la evaporación de una superficie de *agua libre* y, como resultado de sus análisis experimentales, Penman dio con un procedimiento relativamente sencillo para calcular la evapotranspiración potencial, apoyado en el grado de correlación existente entre la *evaporación* de dicha superficie de agua libre y otra de una *pradera de rye-grass*, derivando constantes experimentales para el SW de Inglaterra y constituyendo así una correlación.

²⁶ El método del balance de calor, p. ej., se apoya en la distribución de la energía solar neta entre el calentamiento del aire y la evaporación del agua, dependiendo de la temperatura y de la tensión de vapor en superficie líquida y a cierta altura sobre la misma. Para la turbulencia se presupone la distribución previa en componentes.

Diversos autores califican la metodología de Penman como la más satisfactoria en resultados. Para ELÍAS y JIMÉNEZ sería el único método que permitiría calcular la evaporación y la evapotranspiración a partir de datos meteorológicos.

Fundamento aparte bastará recordar aquí y ahora (v. 2.B.c.) que el programa utilizado ha requerido además correcciones oportunas referidas a la evolución histórica del tiempo atmosférico en etapas inmediatamente anteriores, dentro del periodo considerado, con apoyo en la sucesiva entrada de los valores diarios, lo que permite detectar –mediante cálculo de reservas acumuladas– con aceptable probabilidad de acierto los déficits puntuales diarios, partiendo de tres tipos distintos de suelos con diferente capacidad de campo.

Sin embargo, si bien de ordinario se toman en Góriz los datos suficientes para calcular el índice de Penman, no siempre ocurre así y ciertos fallos –tres significativos de los ocho periodos estivales analizados– nos obligan a calcular la posible aparición de periodos biológicamente secos con apoyo en otros datos más constantes en su obtención, tales como el índice xerotérmico de Gaussen y Bagnouls y la relación entre temperatura media y precipitación total en concretos periodos, aspectos a cuyo análisis de resultados se dedica especial atención seguidamente.

B. *Los periodos biológicamente secos y su detección*

A la vista de los ombrotermogramas promedio (gráficos 2 y 3), cabe recordar que aparece un periodo invernal cuyos tres meses o las tres treintenas equivalentes ostentan temperaturas promedio por debajo de 0°C. De la comparación de ambos gráficos globales cabría deducir que el invierno se expande más hacia los meses primaverales, mientras el otoño se mostraría más benigno, apareciendo así algún año con temperaturas muy bajas en abril.

Dicho comportamiento de sequía biológica invernal por causa de la temperatura no sólo vendría corroborado por la curva del promedio de temperaturas, sino también por el mínimo principal de precipitaciones y el cálculo promedio en los ocho años, de días de helada, cuyos máximos de frecuencia se situarían en marzo y su mayor continuidad entre el 10 de diciembre y la primera mitad de mayo, como cabe deducir de la tabla VIII.

Tabla VIII. *Número mensual promedio para los ocho años (1981-89) de los días de helada por meses.*

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
25,4	25,4	26,75	22	13,6	2,4	-	-	1,3	7,3	15,0	21,5

Cabe añadir que solamente julio se ha librado de heladas y un solo día se ha registrado en agosto. La cifra total anual promedio es muy elevada (161 días), lo que permite calificar el clima de Góriz en el grupo de los climas fríos y templado-fríos de Gaussen y Bagnouls, con 5'3 meses de helada, o sea con un 44% de días de helada.

Por lo que se refiere al periodo benigno (1 de junio a 31 de octubre), analizamos a continuación los resultados.

a. *Relaciones entre temperatura media y precipitación por periodos.* Hemos estudiado la relación bien conocida, calificada por Bagnouls y Gaussen como "régimen xerotérmico", en dos tipos distintos de periodos: por meses o treintenas y por décadas²⁷.

a.1. *Posibles meses biológicamente secos.* Nos referimos esencialmente a los benignos. Ambos ombrotermogramas globales (gráficos 2 y 3) no permiten detectar ningún mes estival seco y tampoco subseco. Podemos concluir así, a la vista de dichos gráficos, que nos hallamos ante un paraje formalmente higrótero. Sin embargo, el trazado de la línea quebrada, que reúne los puntos con valores de pluviometría extremadamente baja, nos permite comprobar la aparición de meses secos algunos años; por lo tanto nos hallaríamos ante un clima higrótero de transición hacia el oroxerótero mediterráneo, así que con cierta frecuencia se darían años con meses biológicamente secos. Dicha conclusión coincidiría además con las características de la vegetación, ya la de los mismos pastos subalpinos, que albergan notable representación de especies de origen oro-mediterráneo.

Ante la referida sospecha procedimos a construir siete de tales ombrotermogramas anuales (v. conjuntos de gráficos n.º 6 y 7). En cuatro de ellos aparecían meses secos y subsecos estivales entre junio y octubre (1983, 1984, 1985 y 1986), mientras sólo 1982, 1988 y 1989 se libraban de la referida sequía aparente, si bien en 1988 el pico pluviométrico de mínimos de julio a septiembre era también muy aparente. Las referidas circunstancias animaron el estudio del régimen pluviométrico *torrencial*, característico del verano continental de Góriz, en periodos más cortos.

a.2. *Estudio global por décadas o decenas de días.* Bajo este apartado cabe considerar el conjunto de todas las estaciones anuales (v. cuadros 3.A. y 3.B.) y con mayor atención durante el periodo benigno (v. conjunto de gráficos n.º 10), que se inicia el 1 de junio y termina el 31 de octubre.

En una u otra tabla (v. tablas II y IV), tanto en la referida a valores de temperatura media, como en la que expone los correspondientes a precipitación en litros, se han señalado en las casillas correspondientes con dos guiones aquellos valores de precipitación en milímetros igual o inferior al doble de la temperatura en grados y con un solo guión (a la derecha de las cifras) aquellos en que la precipitación en mm era inferior o igual al triple de la temperatura en °C. La comparación de ambos permite los siguientes criterios, refe-

²⁷ Concepto diferente de "índice xerotérmico", que obtiene el número de días secos.

ridos a 99 meses, o sea algo más de nueve años de observaciones, efectuadas en la estación meteorológica de Góriz, entre julio de 1981 y septiembre de 1990 (ambos incluidos):

En el total, 297 (99x3) periodos “decenales” —ora de 10, ora de 11 días—, se pueden establecer las siguientes categorías:

- 66 decenas en las que el promedio de la temperatura media del periodo está por debajo de 0°C, de forma que los efectivos en letargo no pueden (al menos teóricamente) utilizar el agua precipitada. Se trataría así de periodos biológicamente secos por causa del frío.
- En las restantes 231 cabe admitir un mínimo de cinco situaciones y dos de ellas importantes para lo que más abajo se indica:
 1. 22 en cuyo transcurso la cantidad de agua precipitada ha sido imperceptible (0 litros/m²).
 2. 26 en que la precipitación apreciada en mm queda por debajo de la temperatura media en grados.
Ambos tipos, 1 y 2, equivaldrían a periodos subsecos, de acuerdo con la regla de Carter y Mather (v. subtítulo 2.B.a.).
 3. 35 décadas en que la cantidad apercibida en mm resulta inferior al doble de la temperatura en grados. Manifestarían así cierta tendencia a la sequía.
 4. 16 en que el agua precipitada en mm durante el periodo es inferior al triple de la temperatura en grados.
 5. En las restantes 132 (o sea en el 57% del global con temperatura superior a 0°C), el método permitiría rechazar toda suerte de déficit hídrico.

En la tabla IX se resumen la calidad y distribución estacional de todos los tipos de decenas del periodo estudiado.

Tabla IX.

Tipo de decena	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Total
Con Tm. media negativa	41	15	-	10	66
1. S/ precipitación	8	3	3	8	22
2. Seca	1	-	19	6	26
3. Seca probable	4	5	21	5	35
4. Subseca ¿?	5	2	7	2	16
5. Probablemente s/déficit	13	47	30	42	132
Total	72	72	80	73	297

La revisión cuidadosa de la última hilera (o sea 5) puede cooperar al esquema expositivo de los resultados, como el que sigue:

- Salvo la primera decena de invierno (3.^a de diciembre), las ocho restantes son negativas, puesto que su temperatura promedio queda por debajo de 0°C.
- Lo es también la primera decena primaveral (última de marzo). Una vez más cabe así comprobar cómo el tiempo adverso en nuestro territorio se desplaza hacia la primavera.
- El periodo con mayor tendencia al déficit hídrico sería el estival, concentrándose entre el 10 de julio y el 10 de septiembre, con máximo aparentemente acusado durante la segunda decena de agosto.

Sin embargo, la revisión de promedios aquí indicada podría ser falaz. Tanto la tabla gráfica en su conjunto como el resumen estacional que se acaba de anotar arriba, referido a los seis tipos de decenas, manifiestan una distribución estacional heterogénea y de acusada variabilidad interanual:

Los periodos secos, sin embargo, parecen concentrarse en verano, donde aparecerían 50 de tales decenas, desde las exentas de precipitación a las que tienden a que sea escasa. En segundo lugar, pero alejado, aparecería el otoño, con 21. Prescindiendo del conjunto de tipos, no obstante, conviene advertir que son el invierno y a continuación inmediata el otoño las estaciones con más decenas exentas de todo tipo de precipitación, mientras tales situaciones se dan rara vez en las estaciones de días largos, disfrutando de mayor frecuencia de precipitaciones, quizás en su mayoría convectivas.

Los meses más afectados aparentemente por decenas tendiendo a secas serían estivales (o casi) y por este orden: agosto (17), julio (16), septiembre (15) y junio (9). Si bien la sequía de junio podría incidir duramente en el inicio del ciclo en momentos críticos y por tanto delicados, también conviene recordar que en dicho mes el suelo disfruta de más reservas de agua empapante, producto de la todavía muy cercana innivación. En julio, en cambio, dicho recurso estaría ya en buena parte consumido. Los referidos puntos de vista mantendrán su interés más abajo al comentar tipos o modelos de evolución estacional vegetativa (comparando, p. ej., 1983 y 1985 con 1984).

Ciñéndonos al periodo vegetativo y a los resultados exclusivos de la fórmula de Carter y Mather, cabe comentar el conjunto de gráficos anuales y el promedio, obtenidos con apoyo en dicha regla (v. n.º 10).

- Con este criterio solamente el gráfico promedio (1981-89 central inferior) aparecería exento de decenas biológicamente secas, si bien se manifiesta una cierta tendencia en la segunda década de agosto y en la primera de septiembre. Al parecer, serían más frecuentes y refrescantes (un caso de nevada y de descenso de temperaturas por debajo de 0°) en la década intermedia (3.^a de agosto).
- Un comportamiento relativamente similar y discretamente higrótero aparecería sólo en 1982 y en 1989, que cabría señalar con *cero*.

- Los restantes años mostrarían periodos biológicamente secos más o menos largos (rayados verticales), distribuidos en lapsos distintos, y podrían ser intensos (señalados con 1) o atenuados (1/2). Podrían producirse tales lapsos:
 - En la primera mitad del verano, con mayor impacto en el ciclo biológico. Cabría calificarlo de “precoz” (=P).
 - En la segunda mitad, calificado de estival “tardío” (=T).
 - Durante el “otoño”.

Un resumen de su distribución por años podría ser el siguiente:

Tabla X.

	Estival P	Estival T	Otoño
1982	0	0	0
1983	1	1	1
1984	1	1/2	1/2
1985	0	1	1
1986	0	1	0
1987	0	1	0
1988	1	1/2	1/2
1989	0	0	0
Promedio de 8 años	0	0	0

Una vez más los valores promedio resultan falaces.

b. *Resultados del cálculo del índice xerotérmico de Gaussen y Bagnouls aplicados al periodo propicio.* Se ha procedido igualmente para el cálculo por meses y después por décadas.

b.1. *Resultados del cálculo por unidades mensuales.* Como se ha indicado en momento oportuno (v. 2.B.b.), el valor del índice xerotérmico (X_p) indica el número de días biológicamente secos en el periodo. Se ha podido calcular para todos los meses y décadas de la serie (salvo, por falta de datos de humedad relativa diaria, para julio de 1988, mes sin duda interesante dado su carácter xerófilo apreciado por su escasez en precipitaciones). Los valores mensuales promedio y los extremos serían los siguientes:

Tabla XI. *Índice xerotérmico mensual (ver resultados expuestos en gráfico 8).*

Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	
19,7 (1986)	26,5 (1984)	23,4 (1985)	25,3 (1985)	21,5 (1985)	Máximos
13,47	18,37	17,37	17,94	16,74	Promedio
6,0 (1982)	9,6 (1987)	9,55 (1983)	11,8 (1986)	9,1 (1987)	Mínimos

Como indica el gráfico n.º 8, en cuatro de los puntos promedio por encima de la recta de 15 días el promedio de días xerotérmicamente secos es muy elevado, solamente junio es inferior al 50%. Alcanza en todo el periodo de cinco meses (153 días) un promedio de 81 días, o sea el 53%. El más elevado sería el de julio, decayendo en agosto y desde luego en octubre, pero sobre todo en junio. En los 92 días transcurridos entre el 21 de junio y el 21 de septiembre (treintenas estivales) es de 52'5, o sea del 57%, oscilando entre 45'95 (50%) y 63'55 (69%).

Los 81 días biológicamente secos, sumados a los de helada promedio (160), supondrían 240 días secos, o sea, aproximadamente ocho meses secos (2'7+5'3), equivalente así a la calificación de "estépico frío". Si consideramos igualmente sólo las tres treintenas estivales, con valores promedio de temperatura por encima de 10°C, 160 días de helada + 52'5 = 212'5, o sea el equivalente de siete meses, no variando tampoco la referida calificación, que admite un total de cinco a ocho meses de días secos. No en balde aparecen en altitud reptiles con tales características esteparias, capaces de aprovechar la reverberación de las rocas e iniciar así el ciclo temprano pese a las condiciones inhóspitas reinantes en la altitud alpina (MARTÍNEZ-RICA).

b.2. *Distribución del índice xerotérmico por décadas.* Se expone directamente en gráfico paralelo y en promedios con criterio semejante al anterior (v. gráfico n.º 9). Una versión para cada año se ha superpuesto al conjunto de ombrotermogramas por décadas (gráfico n.º 10), pero invirtiendo la progresión de valores; es decir, los días se incrementan de 0 a 10, del borde alto del gráfico hacia abajo, lo que permite comparar su relativa –pero a veces compleja– correlación con las oscilaciones pluviométricas, apareciendo ciertos retrasos, sobre todo en primavera.

El estudio atento de las décadas permite algún detalle más. Durante el inicio de la estación vegetativa la humedad estaría asegurada en junio. En julio podría aparecer un variable pico de sequía (más frecuente en años pares, prototipo 1984, pero seguramente también en 1988, pese a que los datos para detectarlo no se tomaron). Durante la segunda o la tercera década de agosto se producirían lluvias, disminuyendo en cambio al dar paso a septiembre. La sequía de septiembre será más bien típica de años impares (prototipos

1983 y sobre todo 1985). Algunos años las lluvias disminuyen de nuevo a fines de octubre, apareciendo de nuevo Xp con valores elevados. Puede ser de interés destacar, por su posible incidencia en el periodo vegetativo, una general tendencia a la sequía fini-estival, pero en años en que se mitiga la más aparente sería la de julio.

La sequía fini-estival (1983, 1985 y algo más mitigada en 1988) incidiría en la escasa fructificación de los hongos, asegurando además un rápido secado de la hierba (colores paja), sobre todo cuando el régimen de escasez de lluvias se confirma en octubre, o sea al principio del otoño.

c. *Resultados de la aplicación de la ecuación de Penman y su relativa correlación con los índices de Gaussen y Bagnouls.* El número de datos continuados que su cálculo requiere ha permitido su obtención para cinco de los ocho años de continuidad en las observaciones.

Los valores en días con cero, o sea indicando probable déficit hídrico, se han representado superpuestos a los respectivos gráficos referidos a décadas (gráfico 10). Solamente se anotan los de capacidad de campo de 10 mm/m² (serie superior en cada gráfico) y 50 mm/m² (serie de trazos con más intermitencias inmediata inferior).

Es lástima sin duda la ausencia de datos para 1985 y 1988: el primero, a juzgar por los restantes índices, con un largo y continuado sector de intensa sequía fini-estival prolongado durante la primera mitad del otoño; el de 1988, por haber sido objeto de continuadas observaciones fenológicas de nuestra parte, las que habrían permitido detectar –en contraste con 1989, a todas vistas de recursos hídricos más constantes y continuados– ciertos rasgos importantes a nivel de amplia perspectiva en los colores del paisaje de fondo y otros comportamientos del conjunto de las biocenosis que oportunamente se señalarán. El modelo de 1988, referido a los otros índices, recuerda mucho el de 1984, pues a un periodo de sequía estival precoz siguió otro finiestival en tránsito al otoño, de sequía más discreta, que recuerda mucho –si bien con interrupción intensa en octubre– el de 1985, que fue de sequía intensa tardi-finiestival prolongada a otoño.

Si bien existe una cierta correlación tangible entre los periodos de déficit hídrico calculados con el índice de Penman para los suelos delgados con muy escasa capacidad de campo (trazos superiores), parecen más coincidentes con la serie inferior referida a 50 mm/m². Esta última, además, estaría más de acuerdo en reservas hídricas con las observaciones fenológicas realizadas por nosotros, más bien observadas en pleno piso subalpino y no precisamente a más altos niveles y pendientes, donde los recursos en suelo y el impacto de los factores ambientales sufrirían mayor crudeza y contraste ante los recursos locales a tal nivel, sin duda soportando más bruscas variaciones.

C. Modelos de evolución en el transcurso de la estación propicia

El presente título se referiría a conclusiones y pretende constituir un marco adecuado descriptivo sobre tipos de evolución del tiempo atmosférico en el transcurso de la esta-

ción vegetativa, sin duda sumamente distintos de año en año, aparentes y hasta brutales en cuanto a sus posibles efectos sobre los seres vivos, al considerar periodos cortos decenales.

Sus antecedentes pueden apreciarse en la tabla X, estudiada bajo el subtítulo 5.B.a.2, y también complementariamente en el conjunto de gráficos n.º 10.

- El estudio de los recursos en promedios nos permitiría concluir que el ámbito estudiado se hallaría en el extremo meridional de montaña higrótera en tránsito a mediterránea. No obstante, cabe no fiarse de forma excesivamente apriorística sobre la verdad generalizada y tan sólo apoyada en los promedios. *Dicha conclusión, en cuanto a su carácter cautelar, se considera quizás la más importante a deducir tras el estudio emprendido.* No sólo trasciende a la interpretación correcta de las observaciones efectuadas en los biotas residentes y sus variaciones de uno a otro año, sino que también explicaría aspectos de utilización de los parajes considerados.
- Al considerar años aislados y más concretamente los periodos vegetativos, sólo dos años de los estudiados (1982 y 1989) aparecen como “discretamente” orohigróteros en su evolución global.
- La estación vegetativa, que se inicia tarde en primavera por causa de la innivación post-invernal acusada casi constantemente, presenta lapsos (más o menos largos) de no menos intensa sequía en los seis años restantes.
- El más incidente en el ciclo de los seres vivos es el que hemos calificado de estival precoz, que se sitúa en julio. Los veranos de 1983, 1984 y 1988 lo habrían sufrido.
- Algunos años exentos de dicho periodo precoz (1985, 1986 y 1987) lo presentan fini-estival acusado²⁸.
- En otros años, a la sequía precoz acompaña una segunda fini-estival, ora acusada (1983), ora atenuada (1984 y 1988). En ambos casos la sequía atenuada se prolongó tangiblemente al otoño. El contraste así (comparando los ombrotermogramas decenales) entre un año discretamente higrótero como 1982 y otro tan xérico como el siguiente destaca de forma tangible²⁹.

²⁸ Sólo poseemos observaciones esporádicas de tal tipo (1987), pero quizás las suficientes para apreciar que su incidencia fue menor, dada su interrupción por periodos lluviosos. Además, cupo comprobar que el otoño lluvioso ulterior permitió tanto un enrojecimiento normal del arbolado, como su abundante fructificación.

²⁹ Años como el último considerado, acentuando el contraste entre la vertiente norte, con recursos estacionales mejor repartidos, y permitiendo el dallado de la hierba a fines de julio (pastos del valle de Barèges), explicarían las razones del interés facero de Broto en Usona (hoy en territorio francés junto al Viñamala) para el fin del estío.

- Finalmente convendrá destacar que la prolongación de la sequía finiestival (muy acusada y sin interrupciones desde principios de agosto), no sólo ocurrió en 1983, sino que también se repitió en 1985.

Destacan, por encima de todo, dos cuestiones:

- A. Comportamiento oroxerótero en seis de los ocho años; en sólo los dos restantes el comportamiento es discretamente higrótero y tiende al promedio. Tales circunstancias advierten sobre posibles conclusiones precipitadas, pasando entonces desapercibidos ciertos contrastes entre ladera septentrional (con mejores reservas hídricas) y la vertiente sur.
- B. En tres de los ocho años (1983, 1984 y 1988) se produce sequía estival precoz, sin duda de gran trascendencia en la producción biótica, interrumpiendo su ciclo. Es lógico suponer posibilidades de prosperidad mayores para las especies oromediterráneas esos años que para las de origen septentrional. Sin duda alguna son solamente el ovino y el ganado mayor rústico los capaces de hallar recursos adecuados a la utilización pastoral de tales pajares.

6. ESTUDIO FENOLÓGICO Y SU INTERPRETACIÓN, CON APOYO EN DATOS METEOROLÓGICOS, EN EL TRANSCURSO DE DOS PERIODOS VEGETATIVOS RECIENTES (1988 Y 1989)

Las visitas al territorio de observación se han sucedido, tanto en la estación adversa como en la vegetativa y con mayor asiduidad, entre fines de 1987 y la primavera de 1990. Sobre todo en el bienio 1988 y 1989, las visitas se “espaciaron” cada quince días, acentuando su densidad durante el periodo vegetativo más crítico (fines de mayo a fines de agosto).

Con apoyo en las conclusiones del anterior título, 1989 sería un año de discreto comportamiento higrótero en la evolución del tiempo atmosférico durante la estación vegetativa (modelo 1982), mientras que 1988 –como 1984– se ajustaría al modelo xerófilo, más intenso, de 1983. Tras una primera etapa de sequía precoz en julio y una ligera interrupción en agosto de la sequía estival, se produciría otra sequía finiestival atenuada, prolongada hacia septiembre y sobre todo octubre.

Convendría también añadir que el otoño de 1987 fue en cambio más lluvioso, preparando un invierno muy nivoso, de gruesa capa de nieve constante hasta el 15 de mayo siguiente³⁰. A partir de este momento, las lluvias de la segunda mitad de mayo y junio

³⁰ Se alcanzaron en Góriz los 2 m de espesor (máximo principal, v. gráfico 1) a principios de febrero. La capa de nieve prosiguió sin soluciones de continuidad hasta la segunda mitad de mayo, pues la escasa nieve perdida durante marzo se reforzó con nevadas de abril; a la mitad de dicho mes se produjo un máximo secundario de espesor de capa. La pista, a su paso por la solana de Mondicieto a 2.000 m s/M, conservaba medio metro de nieve líquida durante la segunda mitad de mayo. Tales espesores anularon toda posibilidad de actividad vernal precoz.

aceleran la desinivación, al mismo tiempo asegurando suficientes recursos hídricos para la iniciación del ciclo vegetativo. Sin embargo, la gruesa capa de nieve primaveral, además de impedir la iniciación normal del ciclo vegetativo acortándolo, concentró durante el final de la primavera y el inicio del verano la floración explosiva de muchas especies vernales, atrasando también el inicio de las estivales. El espectáculo floral de julio de 1988 en los pastos subalpinos fue de una intensidad y belleza sin precedentes.

La sequía finiestival, prolongada hacia el otoño si bien atenuada, existió y preparó como contraste el periodo invernal siguiente (1988-89), el más pobre en nieves de todos los estudiados; tienta concluir que fue el invierno más seco del siglo. Las posibilidades de floración y actividad prevernal y vernal fueron mayores y la manifestación de la actividad vegetativa fue más prematura, lenta y sucesiva.

Se habrían estudiado así con más detalle dos años aceptablemente contrastados en casi todos los aspectos. Cabe así y a continuación resumir sus principales características fenológicas diferenciales.

A. Características fenológicas durante 1988

Las reservas hídricas eran considerables en junio y, como ya se ha dicho, la floración fue espléndida pero relativamente tardía; los lirios por ejemplo –que de costumbre florecen a fines de julio (1989)– no florecieron hasta muy iniciado agosto. Así ocurrió también con las llamativas azaleas de montaña u ojaranzos (*Rhododendron ferrugineum*), que aparecían todavía floridas a algo más de 2.000 m, en el matorral subalpino, a principios de agosto, coincidiendo ya con la plena apertura de las cabezuelas florales del pie de león (edelweis) y las *Antennaria*.

Desgraciadamente, la ausencia de datos sobre humedad relativa nos impide el cálculo, tanto de la evolución de la evapotranspiración, como del índice xerotérmico. No obstante, la escasez de precipitaciones en la segunda mitad de julio y el inicio temprano del cambio de color –verde a pajizo– rápido y sucesivo del pasto nos permiten advertir escasez en reservas hídricas, incidiendo en las biocenosis durante la segunda mitad del verano, que las lluvias de agosto (v. ombrotermogramas por décadas) fueron incapaces de corregir. Sequía que septiembre, anunciando un otoño tibio y seco, exento de heladas en octubre, más escasas lluvias en noviembre y manteniendo precipitaciones también escasas hasta febrero de 1989, anunciaba ya pertinentemente. Flores aisladas (*Geranium cinereum*) prosiguieron hasta el inicio del otoño (fines de septiembre). La producción de semillas, no obstante, en plantas herbáceas xerófilas fue abundante y en noviembre se localizaron todavía inflorescencias de edelweis medio secas; el proceso de maduración de cardos y carlinas fue lento, pero la evolución estacional con las características indicadas permitió la fructificación de abundantes aquenios voladores, cuya dehiscencia prosiguió hasta entrado el invierno. El enrojecimiento de las hojas de los árboles en planica-

ducifolios de montaña media y baja fue sucesivo y duradero, adornando el paisaje con su brillante colorido. No fueron, en cambio, tan abundantes como en el otoño anterior y también en el siguiente los frutos de las rosáceas, por otro lado respondiendo también a una floración primaveral más escasa.

Cabe así resumir en cuatro puntos las actividades y resultados productivos de algunos táxones conspicuos durante el otoño, relativamente seco y benigno, prolongando las referidas características relacionadas con el inicio de la estación invernal.

- Vegetación herbácea de laderas con colores pajizos tempranos, iniciándose tal cambio de tendencia a la marchitez ya a fines de julio. Alcanzó acusados tonos amarillos al iniciarse el otoño, de tal intensidad que llamaban la atención del observador menos experto.
- Escasa producción de hongos en el dominio subalpino, localizada y muy poco variada, contrastando con la del siguiente año, abundante y variopinta.
- Ora permanencia hasta avanzado noviembre de aves insectívoras y omnívoras en el pasto subalpino, las mismas que habían acudido en primavera para la reproducción –tales como las aisladas collalbas, sumadas a bandos de acentores comunes y bisbitas–, ora ascensión hasta estación muy tardía de aves granívoras, aprovechando los abundantes excedentes de semillas de los bordes del bosque subalpino: las “cardelinas sobre los cardos” acompañadas de bandadas mixtas de otros fringílidos, tales como pinzones, verdecillos y pardillos.
- El boj acusó la sequía y sus secuelas, tanto en montaña baja y media del Sobrarbe como en toda la Ribagorza. No refloreció en otoño como acostumbra y algunos pies llegaron a secarse.

B. *Evolución de la actividad vegetativa en 1989*

Su evolución fue notablemente distinta. Prácticamente ausente la innivación invernal, reducida a una capa tardía en febrero, discontinuidades en marzo y un pequeño máximo en la primera decena de abril, con práctica desaparición y rápida en los primeros días de mayo, ello se tradujo en una floración temprana de las plantas primerizas³¹.

Durante la segunda mitad de la primavera, tras un periodo bastante seco en mayo (primera mitad), fueron frecuentes pequeñas tormentas, tiempo que se repitió varias veces hasta julio, con intervalos de sequía no obstante. Así, fueron algo secas las tres primeras décadas del verano (v. gráfico). El ombrotermograma por meses pone de manifies-

³¹ 1988-89 fue uno de los inviernos más secos observados en el Sobrarbe, como ya se ha indicado; escasamente nivoso y en cambio muy ventoso, los ventisqueros se conservaron por debajo de Góriz sólo en umbrías y a sotavento no obstante.

to un ancho “fondo de valle” de mayo a agosto en el referido gráfico, semejante al más clásico de agosto y septiembre del año anterior, si bien menos profundo y por tanto algo húmedo. En agosto se mitigó la sequía y, hacia septiembre, las tormentas no sólo son más frecuentes sino que descargaron a veces lluvias abundantes, preparando una buena y aceptable “sanmiguelada”.

La escasez de nieve primaveral arriba había permitido abajo y pronto —en el nivel montano bajo— temperaturas benignas y así la floración temprana de primaveras y hepáticas bajo el arbolado, ya desde fines de febrero y principios de marzo. También en fechas algo más tardías iniciaron su floración las cupulíferas y salicales, favoreciendo más tarde las lluvias de abril la ulterior y abundante fructificación de bellotas y avellanas. Durante la segunda quincena de mayo, sin duda acentuadamente benigna, como junio (v. tabla comparada), se preparó la sucesiva floración de las rosáceas arbóreas primero y arbustivas algo más tarde, a sucesivos niveles de baja y media montaña: el 6 de mayo florecieron las arañoneras; a fines de mes los artos o majuelos, al mismo tiempo que ambos serbales, en biotopos más húmedos y altos; más tarde serían las galabarderas (*Rosa*) las que prepararían una fructificación acusadamente abundante en otoño de 1989, lo mismo que todas las rosáceas indicadas, salvo la arañonera, que dio escasos frutos en dicho año.

En las proximidades del límite montano/subalpino, también diversas primuláceas y las gencianas vernaes fueron abriendo sucesivamente sus corolas durante mayo. Mientras tanto, en el fondo de los cañones eran ya las orejas de oso (*Ramonda myconi*), las coronas de rey (*Saxifraga longifolia*) y las tirañas de hoja larga las que abrían flores, alcanzando niveles de abundancia y esplendor sin precedentes durante mayo y casi todo junio.

La falta de innivación continuada durante el invierno a nivel subalpino dejó desprotegidos los abundantes pies de azalea de montaña (*Rhododendron*), muchas de cuyas ramas secaron y, si bien la benignidad primaveral indicada aceleró su floración, al mismo tiempo que la oliveta de puerto o arándano, en el mes de junio dicha floración fue más escasa que en años anteriores. Los prados de montaña media-alta mantenían crecida hierba a 1.450 m s/M y desde la primera década de junio el ganado vacuno aprovechaba su producción a boca llena.

Entre tanto también, desde fines de mayo, eran numerosas las especies vernaes que abrían sucesivamente sus corolas por encima de los 2.000 m en los pastos soleados; gencianas, primaveras amarillas y rosadas, anémones, narcisos, diversas y vistosas crucíferas y, en lugares particularmente húmedos, las *Soldanella alpina* o agujereanieves, aprovechando los prados de orientación umbrosa y con suelo empapado por los restos de la licuación de la capa nivosa, abrían sus corolas. Se iba así poco a poco preparando la explosiva floración de altitud, que en dicho año sería más temprana, pero cuya mención de especies se suprime en honor a la brevedad. Cabe por último destacar que en lugares soleados y secos *Astragalus sempervirens* recuperaba sus colores, brotando las foliolas tomentosas que honran su nombre.

Sin embargo, la relativa sequía primeriza acompañada de benignidad con que se anunció el verano (v. datos arriba destacados de mayo a julio) se tradujo de forma aparente, en la calidad y evolución del ciclo vegetativo de las plantas herbáceas de altitud, en su etapa de floración plena, este año más temprana y menos duradera. En muchas especies su floración fue corta y a veces casi efímera, además “aparentaban sed” y mustiaron pronto, por ejemplo las aparentemente resistentes jarillas, acusando así un bache no profundo pero largo, de cierta débil sequía. La floración de edelweis y de las *Antennaria* duró pocos días. Los lirios, más abundantes y tempranos que el pasado año (ya plenamente floridos a 2.100 m s/M a fines de julio), fructificaron muy pronto. Dicho avance se tradujo también en la brotación prematura de los cardos de toda índole, lo cual incidió en el ataque de los pulgones y el conjunto primaveral en la abundancia de sus depredadores, las “mariquitas”; tales coleópteros coccinélidos y carnívoros, que depredan a los áfidos, abundaban por doquier. También ocurría algo similar con elegantes *Zygæna*, libando múltiples flores, al igual que los inquietos *Bombus* y, más avanzada la estación, los excrementos de vacuno aparecían materialmente cubiertos por cohortes de licénidos y los pequeños resaltes de roca abrigaban nidos de peligrosas avispas. La abundancia de imagos variados de insectos cabría interpretarla como producto de un invierno más seco y saludable para las crisálidas en diapausa.

La situación cambia en la segunda mitad del verano al acentuarse la humedad, pues las precipitaciones tormentosas con lluvias abundantes devienen frecuentes en agosto. La insolación baja ciertos días y con ella la temperatura, el tiempo es desagradable y hasta frío a veces, de forma sensible al mediodía, mientras se prepara la tormenta y cabe señalar las siguientes incidencias fenológicas detectadas durante agosto y septiembre y buena parte de octubre:

- La situación cubierta y las lluvias provocan especiales reacciones en los cardos. *Cirsium glabrum* no adquiere los colores naranja otoñales, conspicuos en 1988, y de verde pasa a los colores pajizos después de la fructificación y así muy tarde. Tanto el cardo de puerto (*Carlina acaulis*) como el mágico (*C. cynara*) cierran a menudo sus inflorescencias y el exceso de humedad apreciable en algunos pies provoca una rápida pudrición de hojas y brotes, muy distinta del sucesivo desecado del año anterior que había permitido la dehiscencia invernal de los aquenios.
- Los hongos devienen abundantes y variados. Ya a mediados de agosto aparecen los “copos nevados”, contrastando con la hierba circundante de los champiñones de puerto (*Psalliota arvensis*). La sucesiva alternancia de chaparrones y días soleados mantiene un suelo húmedo y cálido, propicio a la fructificación de numerosas otras especies de hongos, comestibles y hasta venenosos, de todos los tamaños (*Macrolepiota* incluida), sin precedentes en el pasado año (1988). Los hongos se suceden abundantes en el subalpino boscoso ya a partir de la segunda decena de agosto y su variada producción, en buen estado, prosigue hasta fines del tibio octubre. Una treintena de especies distintas son fácilmente aperceptibles en las laderas de Diazas.

- La presencia de los hongos y la benigna humedad desencadenó la puesta y presencia de larvas de numerosos insectos depredadores, sobre todo presentes en los hongos royos (*Lactarius deliciosus*) de las pequeñas depresiones turbosas, formando claros en el bosque. Sin embargo, también abundaban imagos de otros grupos como piéridos y otros ropalóceros (mariposas diurnas) y moscardones o *Bombus*, ingiriendo el polen de las *Carlinae* el 25 de septiembre. Los adultos de mariquita seguían abundando en cópula en esas mismas fechas.
- Seguramente también la humedad y benignidad finiestival desencadenaron la floración de *Gentianella tenella*, no observada otros años a tanta altitud. Se hallaba hasta abundante en los pastos húmedos de pequeños barrancos solanos del Pueyo de Mondicieto, a unos 2.000 m de altitud, junto a pies abundantes de *Cirsium glabrum*, el 23 de septiembre.
- Cabe también señalar dos hechos fenológicos no observados otros años en dominio subalpino y referidos ambos a senda réplica un tanto ruin de la “floración esta vez en otoño” de aquellas plantas, más bien de tal actividad vernal temprana, que –tras el periodo estival, que incide sobre su actividad metabólica– reaccionan volviendo a florecer cuando las circunstancias climáticas favorables y los ritmos de luz se repiten. Así se comprobó el 23 de septiembre de 1989, en dominio subalpino, con algunos pies de la primulácea *Gregoria vitaliana* (*Vitaliana primuliflora*) y la cariofilácea *Silene acaulis* o “musgo florido”, apareciendo alguna flor amarilla de la primera y grupos de flores rosadas de la segunda en sus respectivos pies. Igualmente más abajo, pero un mes más tarde, aparecían aislados brotes floridos de ojaranzo o azalea de montaña (*Rh. ferrugineum*) en las laderas de Diazas expuestas a poniente, por encima de los 1.800 m s/M, exposición más propensa a conservar la humedad obtenida con las precipitaciones.
- Finalmente, el fenómeno más conspicuo, observable desde lejos en las laderas de fondo, fue la evolución del color de la hierba. Mientras en 1988 a fines de julio se advertían ya colores pajizos que la sequía –ese año precoz en julio– no hizo otra cosa que acentuar hacia el otoño en ciertas partes a colores de dorado intenso, en 1989 el pasto permaneció verde durante todo el verano, no apareciendo colores pajizos hasta octubre. Las lluvias convectivas mantuvieron el pasto fresco, preparando una buena “sanmiguelada”. Mientras la altitud de los pastos de Góriz y su frecuente innivación vernal tardía explicarían su correlativa apertura en época tradicional (principios de agosto), dando así tiempo a la previa producción herbácea, las precipitaciones fini-estivales y de otoño –ciertamente muy variables– explicarían su también tardío cierre el 10 de octubre. Sin embargo, la actual anarquía, fruto de la falta de presión ganadera, incide en la permanencia del ganado en altitud durante todo octubre. Efectivamente, así ha ocurrido el año en que nos ocupa: las lluvias mantuvieron pasto verde; la ausencia de nevadas por debajo de 2.500 m s/M permitieron el mantenimiento del ganado en puertos hasta la primera nevada del 3-5 de noviembre, sin duda intensa pero de nieve

húmeda y con probablemente escasa permanencia de la innivación, pues el suelo poseía todavía recursos en calor, secuela del largo y cálido verano de que gozamos en la región.

7. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Pese a lo corto de la serie de datos meteorológicos estudiada, solamente desde julio de 1981 a julio de 1989, lo que incide en la provisionalidad de los resultados, son varias las razones que aconsejaban su elaboración.

1. En primer lugar los datos esenciales referidos a cualquier estación termopluviométrica (temperatura, precipitación, innivación, fenómenos meteorológicos puntuales) no presentaban un solo fallo en el transcurso del periodo. Además, se registran de ordinario otros complementarios (humedad relativa, viento, insolación), que permiten el cálculo de índices referidos a los recursos hídricos.

2. Otro interés se refiere a la situación geográfica, 2.215 m s/M, en ladera prácticamente solana y representando un biotopo de pastos de altitud que alberga biocenosis con muchos elementos oromediterráneos; sobre suelo calizo permeable además y reforzando así su matiz de enclave continental en la franja norte de clima mediterráneo.

3. Su estudio es de interés logístico, como adecuado marco para la consideración de los recursos bióticos del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, en actual curso de iniciación, y dentro del referido contexto apoya ya la interpretación correcta de observaciones continuadas de matiz fenológico que uno de nosotros está realizando (Balcells), ante la preparación de un itinerario educativo a través de la cresta de la sierra de las Cutas, entre la ladera de Diazas y el paraje de Cuello Arenas, cabecera del río Bellós.

4. Representa, además, un apoyo a otros estudios de mayor amplitud geográfica referidos a la alta montaña pirenaica que el Instituto Pirenaico de Ecología está realizando en estos últimos años, entre ellos la monografía sobre ecología del límite de la vegetación arbórea en altitud.

5. Las conclusiones principales obtenidas pueden agruparse en tres apartados. El primero contiene una descripción sumaria del clima reinante en las estivas de Góriz. El segundo se refiere al estudio de la variabilidad acusada interanual de la evolución estacional. Dicho último aspecto permite destacar cómo un somero estudio apoyado simplemente en datos promedio disimula falazmente acusadas diferencias, obligando a otros calificativos. El tercero, apoyado en ejemplos de dos años de acusada variabilidad en la referida evolución estacional, intenta poner de manifiesto e interpretar las correlativas diferencias que acusan las observaciones fenológicas durante el periodo vegetativo.

A. Descripción sumaria del clima de Góriz

El capítulo 2, además de detalles referidos a situación del paraje, explica la metodología utilizada. El siguiente, 3, detalla los resultados obtenidos.

Conviene advertir en primer lugar que, con objeto de aprovechar al máximo los datos meteorológicos observados en un total de ocho años (v. fechas anotadas arriba), se opta por calcular los promedios apoyando los cálculos en anualidades, entre el 1 de julio y el 31 de diciembre de un año, sumados a los referidos al primer semestre del año siguiente. Se obtienen así datos promedio apoyados en ocho temporadas. Sin embargo, tales cálculos se han cotejado también (v. tablas I a III) con los dimanantes de siete periodos julianos completos, entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de cada año. Las diferencias globales, si bien sensibles, no eran acusadas, apareciendo en las pruebas estadísticas en cambio incrementos significativos de la variabilidad al tener en cuenta la primera opción de ocho temporadas.

Los datos descriptivos principales aportados pueden resumirse en 13 puntos:

1. La temperatura media anual se acerca a los 5°C, exactamente 4'72°C en promedio cuando se tienen en cuenta las ocho anualidades estudiadas; sin embargo, los valores del coeficiente de precisión, si bien se acercan mucho al 3%, todavía son algo elevados, requerirían probablemente diez años de observaciones para incrementar su seguridad y significación. Cabría así considerar provisionalmente su clima como de templado-frío.

Lo confirmaría, de acuerdo con el criterio de Gaussén, el estudio de la temperatura media del mes más frío, que sería febrero (-1'92°C en promedio). Sin embargo, no serían uno solo, sino tres, los meses invernales con temperaturas por debajo de 0°C, en concreto enero, febrero y marzo. Diciembre presenta valores promedio superiores a 0°C, lo cual permitiría concluir además que el otoño es relativamente benigno y el invierno tiende a prolongarse hacia la primavera, momento en que también suelen producirse máximos de innivación.

2. Algo similar permitiría comprobar el riesgo de días de helada, mayor en marzo y abril que en diciembre y muy semejante (pero algo menos, 13'6 días) en mayo y noviembre (15 días en promedio).

Cabe retener, además, que es muy numeroso el promedio de días de helada durante el año, totalizando casi 161, o sea casi 5'4 meses.

3. Sin embargo, la referida distribución de temperatura escapa algo del calificativo de clima *alpino*, pues la temperatura media del mes más cálido (julio, con 12'99°C) está por encima de 10°C, lo mismo que la de los dos meses siguientes (agosto y septiembre).

4. El estudio por treintenas permitiría comprobar que el mes más cálido corresponde a la mitad del verano, es decir entre el 21 de julio y el 21 de agosto (13'24°C), el sexto mes después del más frío (21 de enero a 21 de febrero); la comparación de ambos lleva-

ría también a deducir que la etapa de calores más fuertes se produce algo antes de ese plazo, es decir, a los cinco meses y medio, a fines de julio.

5. Los puertos de Góriz estarían, en cuanto a la evolución estacional de las temperaturas, en el límite del clima mediterráneo, donde los inviernos duros imponen una vegetación de carácter más bien estepario (v. GAUSSEN *et al.*, 1963, p. 13).

6. Finalmente, en cuanto al estudio comparado de las estaciones equinocciales (v. cuadro fuera de texto 1.B.e.), la temperatura primaveral promedio (1.^a mitad de días largos) sería ligeramente más baja (3'72°C) que la de otoño (4'13°C); la benignidad mayor en la 1.^a mitad de días cortos compensaría el retraso primaveral en las bonanzas.

7. El promedio anual de precipitaciones supera los 1.600 mm; sin embargo, su variabilidad interanual es *elevadísima*, entre casi 3.000 l registrados en 1987-88 y los casi 1.300 l en 1985-86 y 1988-89. Conocer así debida y significativamente dicho valor promedio requeriría periodos de observación mucho más largos que para estudiar la temperatura, por ejemplo 30 años. Hay que tener en cuenta, pues, que los datos sólo serán veraces para el corto periodo de ocho años aquí estudiado.

8. La distribución estacional de las precipitaciones sería la siguiente:

invierno: 16%, primavera: 30%, verano: 22%, otoño: 32%.

Dicha distribución revelaría así un mínimo principal en invierno muy constante, otro secundario en verano y dos máximos principales, muy próximos cuantitativamente, de tipo equinoccial. Tal comportamiento, con máximos equinociales rodeando un mínimo invernal, aparecería como típico de la zona mediterránea norte, contrastando en cambio con el clima subcantábrico, con frecuentes situaciones de temporal en invierno (alcanzando valores superiores al 30%). El mínimo estival secundario, en cambio, sería fruto de la continentalidad y la frecuencia de precipitaciones convectivas. El análisis de la tendencia a menores valores en primavera que en otoño sería más complejo explicarlo hoy. Desde luego cabe recurrir a la existencia del retraso, hacia la primavera, de la penetración de las borrascas de cierzo, en general nivosas, hasta entonces desviadas por causa del anticiclón del Ebro hacia la vertiente N de la cadena. Los incrementos de otoño serían efecto de la incidencia de diluvios de origen levantino durante el periodo considerado. Las precipitaciones nivosas más constantes serían las primaverales de cierzo y los años con mayor innivación invernal (uno de cada tres, v. gráfico 1) serían efecto de tormentas continentales, acompañadas así de descarga eléctrica. Complementariamente, cabría destacar la variabilidad estacional de los valores de precipitación en otoño; una vez más, los promedios resultan falaces y secuela así de los "diluvios" en octubre o noviembre registrados en dos años, mientras que en el resto de las anualidades el otoño se distingue por tiempo seco y días claros.

9. La distribución por meses o treintenas, aplicando el criterio del cociente de GausSEN $-Pm$ en mm igual o menor que $2T$ en °C-, no revelaría formalmente la existencia de meses o periodos biológicamente secos durante el verano. El ombrotermograma recorda-

ría así un comportamiento climático similar al de Briançon, a 1.300 m s/M (localidad de Alta Provenza en el alto valle del Durance), también de similar exposición orográfica (v. BAGNOULS y GAUSSEN), calificado de *axérico-frío*. Sin embargo, estudios diversos más detallados permitirían poner de manifiesto una vez más la falacia de los promedios.

10. Así, al superponer valores mensuales extremos de sequía se intuyen años con meses por debajo del doble de la temperatura en °C (v. ombrotermogramas globales). Por otro lado, dichas situaciones aparecen claras algunos años al considerarlos aislados y de repetición frecuente.

11. Al estudiar la distribución de las precipitaciones por decenas de días, el cociente P (valor de la precipitación en el periodo) igual o inferior a T (temperatura media), en este caso mayor que 1, es relativamente frecuente. Por otra parte, dichos periodos de sequía aparecen también en todos los años en que ha sido posible calcular la ecuación de Penman, confirmándolo por otro lado el cálculo del índice xerotérmico de GausSEN. Así, para Góriz, cabría hablar de un promedio de al menos 52'5 días biológicamente secos (variando entre 45'95 y 63'55) en los tres meses de verano, o de 81 días de promedio entre el 1 de junio y el 31 de octubre, mientras en Briançon el índice xerotérmico es 0 (v. BAGNOULS y GAUSSEN).

12. Los pormenores relatados permitirían conclusiones de interés tanto con respecto a su calificación definitiva, como también con referencia a la presencia y comportamiento de los seres vivos que constituyen las biocenosis residentes en estos parajes.

Dedicando cierta atención al primer tema, cabría concluir que, pese a la apariencia higrótera deducible de su ombrotermograma global, en realidad se sucederían días biológicamente secos todos los años. Además, su número es más elevado al menos en seis de los ocho años estudiados. Así pues, habría que hablar mejor de un paraje oroxerótero en tránsito a higrótero que no de lo contrario. La frecuencia de tal evolución estacional explicaría muchos aspectos de la utilización tradicional de los puertos de Góriz.

13. Además, y manteniéndonos en el exclusivo nivel de las calificaciones, el número de días secos promedio, unido a los de periodo de helada, suma una cifra importante, eliminando toda posible calificación de axérico. Cabe evaluarla en $160+81=240$ días secos (8 meses) y cabría confirmar a Góriz en el conjunto de los climas estépico-fríos de GausSEN *et al.*, concluyendo una vez más su carácter continental.

Tales serían las conclusiones que nos permitirían definir el clima reinante en Góriz.

B. *Variaciones anuales de más probable incidencia en el comportamiento fenológico de los seres vivos*

La incidencia de la evolución anual de los factores climáticos advertida en Góriz no sólo afectaría a los efectivos de las especies representadas en altitud. También, a veces, la

sequía alcanza valores acentuados a niveles de baja montaña en los alrededores, donde hemos observado también sus efectos en el mismo matorral (bojes secos, p. ej., durante el otoño de 1988). Sin embargo, la mayoría de las observaciones efectuadas corresponden a los pastos alpinizados y al borde del nivel supraforestal más que a niveles ya forestados de más abajo. Sin embargo, los datos de Góriz suponen un apoyo para interpretar lo que ocurre en laderas bajas, si bien es probable que ora se atenúen los contrastes, ora se refuercen o incidan con más intensidad por causas topoclimáticas.

En dicho aspecto cabe destacar dos matices de distinta incidencia: los derivados de la falta de innivación invernal en ciertos periodos más o menos largos y, por el contrario, los causados por la innivación prolongada e intensa ciertos años (v. cap. 4). Capítulo aparte merecen los derivados de la sequía en el transcurso de la estación vegetativa.

1. La aparición de espacios desinnivados prevemales permite la actividad precoz de ciertas especies, incluso por encima de los 2.000 m s/M, sobre todo cuando la benignidad relativa se intercala entre febrero y marzo, no sólo acelerando la fusión de la nieve arrinconada previamente en ventisqueros por el viento, sino también evitando las heladas nocturnas.

2. También la escasez de nieve algunos años favorecería la internada en biotopos secos, permitiendo que transcurra la diapausa de forma saludable, en ausencia del exceso de mohos para numerosas crisálidas y huevos de insectos, y promoviendo su ulterior aparición abundante en julio.

3. Sin embargo, lo que favorece la prosperidad de unos puede resultar nocivo para otras especies. La nieve actúa de eficaz invernadero, protegiendo ciertas plantas leñosas bajas de los rigores del frío y de las heladas continuadas, más intensas en las proximidades del suelo.

4. La precipitación nivosa más abundante en primavera que en invierno puede producir tres efectos:

- Cortes en el ciclo vegetativo, sorprendiendo a los táxones de comportamiento precoz y algunos no tan precoz (nevadas “mayencas” que alcanzaron niveles de montaña media y baja, p. ej., en 1983), así como a los seres vivos, en situaciones biológicamente críticas y con escasa capacidad de autodefensa.
- Retrasos en el aprovechamiento del periodo vernal (primera mitad de días largos), prolongando la estación adversa y manteniendo una gruesa capa de nieve en trance de deshielo (hasta durante buena parte de mayo). Se acorta así el periodo vegetativo global de casi siete a sólo cuatro meses y medio.
- No obstante, la mayor innivación primaveral asegura el inicio de la estación vegetativa con adecuados recursos hídricos.

5. Sin embargo, los efectos más acusados se traducen avanzado el periodo vegetativo. A dicho tema detallado se dedica el cap. 5. El estudio de los diversos ombrotermogramas, ora los mensuales, ora los referidos a periodos de diez días, nos permite observar dos tipos fundamentales de evolución del periodo vegetativo entre el 1 de junio y el 31 de octubre:

- Estación vegetativa que transcurre sin periodos secos demasiado aparentes, o sea de discreto comportamiento higrótero, similar a los gráficos promedio para todo el periodo. Así ocurrió en 1982 y 1989.
- Estación vegetativa con aparentes periodos secos. De menor a mayor importancia o impacto en el ciclo, cabe diferenciar tres tipos:
 - Periodo seco de otoño, ora acusado (1985), ora atenuado (1984 y 1988).
 - Periodo seco finiestival o tardío, acusado (1983, 1985 y 1986) o atenuado (1984 y 1988).
 - Periodo seco precoz, en julio, acusado (1983, 1984 y 1988).

Cabe destacar que en algunos años (1983) la sequía es muy duradera y que tan sólo se mitiga algo durante agosto. Por desgracia, en ese año no se realizaron observaciones continuadas en el transcurso del periodo vegetativo.

No obstante, sí se realizaron durante un año con esquema similar y acentuado periodo seco estival precoz, seguido de sequía atenuada finiestival prolongada al otoño con características similares. Su evolución se pudo comparar con el siguiente año, discretamente higrótero, que fue objeto de paralela frecuencia en las observaciones.

C. Selección de especies y variaciones en el comportamiento fenológico

Las conclusiones a dicho aspecto se han detallado bajo título 6, más arriba. Ofrecen, no obstante, facetas distintas. Por un lado destacan las características originarias de las especies que los factores abióticos “criban”, permitiéndoles residir o no en los parajes de alta montaña aquí estudiados; en segundo lugar, a la vista de la variabilidad intensa de la evolución del tiempo de uno a otro año, puede interpretarse la influencia de los factores atmosféricos en el comportamiento anual de los seres vivos, especulando sobre su distinta prosperidad vegetativa y su producción.

a. *Características de los recursos bióticos existentes.* Bajo el presente subepígrafe cabe destacar cuatro puntos genéricos:

1. La acusada tendencia al oroxerotismo, acentuada por causa de lo permeable del sustrato sólido sobre el que se asienta, incidiendo en su escasa capacidad de almacenar a su vez recursos hídricos, incidiría en la relativa abundancia de recursos oromediterráneos

que se instalan en la alta montaña que nos ocupa. Así, rebasan los 2.000 m vegetaciones xeroacánticas de erizón y astrágalo, a veces sustituyendo con ventaja aparente el pinar —ora el propiamente subalpino, mantenido en suelos acidificados, ora el de alta montaña mediterránea, acompañado de *Festuca* y *Thymelæa nivalis*—, otras veces dominando por efecto de la acción antrópica, cicatrizando sectores quemados con escaso suelo para la producción del pasto. También táxones animales de más abajo ascienden muy arriba, compitiendo con ventaja en los solanos.

Una vez más el paraje que nos ocupa pondría de manifiesto su acusado carácter de enclave o avanzadilla mediterránea hacia el N.

2. Sin embargo, el mosaico biocenótico es acusado en nuestros parajes. Es también abundante la representación de táxones boreo-alpinos, aprovechando biotopos y microclimas más localizados, pero higrófilos, gracias ora a pequeñas surgencias y manantiales, ora al empapamiento primaveral y por lo tanto aprovechando para reproducirse y prosperar todo género de coyunturas favorables.

3. Por otro lado, el carácter estepario-frío del clima de Góriz permitiría competir con ventaja a especies de similar origen, instalándose sobre rocas reverberantes para aprovechar las secuelas de cualquier tipo de bonanza. La austeridad del medio no permite a veces la instalación de productores primarios y tampoco, por lo tanto, la de los animales que directamente los consumen. En cambio sí aparecen, ora instalados todo el año, ora reproduciéndose, consumidores secundarios que vivirían a sus expensas. El viento y por lo tanto la frecuencia de corrientes convectivas permiten explicarlo, arrastrando hacia las cimas rocosas numerosos recursos de tal índole de procedencia sumamente lejana.

4. Otro carácter destacable del clima reinante en los puertos de Góriz es el acusado retraso de la estación vegetativa, secuela de la innivación tardía, compensada no obstante con su prolongación durante otoño benigno. Tal retraso explicaría lo correlativo del uso de las estivas por parte del ganado, que es llevado a puertos de altitud a principios de agosto —dando tiempo a la producción del pasto— y su descenso a media y baja montaña se retrasa al 10 de octubre.

b. *Incidencias en el comportamiento fenológico.* Un mosaico tan abigarrado de recursos produce muy diversas respuestas a la variabilidad interanual de la evolución estacional de los recursos climáticos. El análisis anual de los ocho años estudiados permite difícilmente una esquematización de tipos y mucho menos su cadencia repetitiva. La evolución estacional es muy diferente de un año a otro y por lo tanto resulta imprevisible.

Sin embargo, el estudio climático realizado sí apoya la interpretación más correcta de las causas incidiendo en el comportamiento fenológico de los diversos táxones, que a veces manifiestan acusados contrastes, muy tangibles.

El presente apartado atiende a dos puntos principales:

1. Características más esquemáticas de la evolución estacional de los factores climáticos en cada uno de los dos años mejor estudiados. Serían las siguientes:

1988: Tras un invierno sumamente nivoso (1987-88), prolongándose hasta la segunda mitad de mayo y con amplios recursos hídricos, se produce una sequía estival precoz en julio. El tiempo se mantiene seco y benigno durante el resto del año.

1989: Tras el aparente "invierno más seco del siglo", mejorado con escasa innivación de primavera, continuación del relativamente seco otoño de 1988, se inicia temprano el ciclo vegetativo, que prosigue con una estación discretamente higrótera.

2. Hechos fenológicos diferenciales más destacados:

1988:

- La nieve cubre y protege las azaleas de montaña en invierno (ojaranzos o *Rhododendron ferrugineum*).
- Los animales alpinos (sarríos y perdiz nival) descienden en 1987, con las primeras nevadas de noviembre, al dominio subalpino.

• La floración es tardía y son muchas las especies que inician el periodo vegetativo de vez. Espectáculo floral rutilante y variado en julio.

• Las plantas xerófilas (cardos, por ej.) se desarrollan bien. Las inflorescencias permanecen abiertas. Gran producción de semillas. Las hojas enrojecen a fines de la estación. La dehiscencia y distribución de los aquenios voladores prosigue durante el invierno.

• La sequía precoz incide en el pasto. Adquiere colores pajizos a fines de julio e intensos colores amarillos durante septiembre y sobre todo en otoño. Los bojes en montaña baja secan.

• Son numerosas las aves insectívoras que prosiguen en el pasto hasta noviembre.

• Las aves granívoras ascienden todavía durante diciembre a la ingestión de los excedentes en frutos secos.

• La fructificación de hongos es escasa.

1989:

• La nieve escasea y son muchas las ramas de azalea de montaña que mueren; todavía aparecen secas en 1990.

• La escasez de nieve permite la actividad prevernal de numerosos táxones.

• Igualmente sería causa de abundancia de imagos de insectos ulterior en primavera.

• Las reservas hídricas que empapan el suelo son escasas. La floración se inicia pronto, pero es más bien raquítica, sucesiva en especies y de escasa duración en cada una.

• Florecen y prosperan numerosas especies higrófilas no observadas en años anteriores.

• Las plantas xerófilas acusan sus desventajas. Inflorescencias de los cardos frecuentemente cerradas por causa de días lluviosos. Escasa producción de semillas. Algunos pies pudren. Las hojas pasan del verde al pardo.

• El color verde de la hierba prosigue intenso hasta avanzado octubre.

• Los insectos son numerosos. Las avispas abundantes.

• Las aves no abundan en altitud como otros años.

• La fructificación de hongos es abundante y muy variada.

Sin duda alguna, los hechos diferenciales más destacados se refieren en el periodo vegetativo a: diferencias en la iniciación de la floración primaveral, incidencia del periodo precoz en la producción primaria, prosperidad de distintos tipos de plantas y fructificación de los hongos.

8. SUMMARY AND CONCLUSIONS

However short it seems the meteorological series of data studied, only from July 1981 to July 1989, indicating the temporary character of the results, there are several reasons to find it advisable to do it.

1. In the first place, the main data (temperature, precipitation, snowfall, local meteorologic phenomena) did not present any lack along the period. Besides, other complementary data were recorded (relative moisture, speed of the wind, insolation), allowing the calculation of indices on water resources.

2. A second point of interest is referred to the geographic situation: 2215 m.a.s.l., on a sunny slope and representing a environment of high mountain pastures containing many oromediterranean, elements. On a permeable limestone soil, besides that, and, therefore, stressing its characteristic of continental spot on the northern sector of mediterranean climate.

3. It has a logistic interest, as an adequate frame for the study of the biotic resources of the National Park of Ordesa and Monte Perdido, it being developed at present. In such context it already supports a correct understanding of the continuous observations on phenology, being carried by one of us (Balcells), in order to prepare a pedagogic itinerary along the sierra de la Cutas, between a slope of Diazas and the site of Cuello Arenas in the headwaters of the river Bellos.

4. It also represents a support for studies of a bigger geographical amplitude and referred to the Pyrenean high mountain belt, carried on by this Centre in the last years, including a monographic work on the timberline.

The main conclusions can be grouped into three sections. The first one contains a short description of summer climate in Goriz. The second is dedicated to the study of the interannual variability of seasons. The third, supported by a two-year sampling, tries to show and interpret the correlative differences appeared in the phenologic observations during the vegetative period.

A. Short description on Goriz climate

The 2nd chapter, apart from details about the site situation, explains the methods employed. The 3rd one referres to the results obtained.

It is convenient to observe first of all that, intending to utilize as much as possible the meteorological data recorded along 8 years, it is being decided to calculate the averages on annuities between the 1st of July and 31st of December of a year, added to the first semester of the next year. In this way the averages are sustained in 8 seasons. Nevertheless, such calculations have also been contrasted with those obtained from 7 complete periods between the 1st of January and the 31st December of each year. The whole differences, although sensible, were not strong, appearing in the significance tests an increase of variability when the first 8-year option was employed.

The main descriptive data can be summarized into 13 points.

1. The mean annual temperature is around 5°C, more precisely 4.72°C considering the 8 annuities studied. Yet the values of the regression coefficient, even though quite close to 3%, are a little high, it being necessary a 10-year observation to increase the significance. It is possible then to regard temporarily its climate as cold-mild.

That would be confirmed, according to Gaussen, by the study of the mean temperature of the coldest month, which is February (-1.92°C). However it is not only a month, but three months, with temperatures below 0°C: January, February and March. December shows mean values above 0°C, thus concluding also that Autumn is relatively mild and winter tends to last until Spring, when maximum snowfall can be registered.

2. Similarly it would be possible to test a freezing days risk, higher in March and April than in December, and very similar in May (although only 13.6 days) than in November (15 days in average).

It is also important to point out that freezing days along the year are quite abundant, 161 in average, that is, 5.4 months.

3. However, such distribution of temperatures don't fit completely in the alpine climate calibration, since the mean temperature of the warmest month (July, 12.99°C) is above 10°C, and also that of the following months (August and September).

4. A study with thirty-days groups would prove that the warmest month corresponds with mid summer, that is between 21st July and 21st August (13.24°C), the sixth month after the coldest month (21st January-21st February). A comparison between them would allow to deduce that the hottest time takes places a little time before that moment, that is, 5.5 months or the end of July.

5. The Goriz spots would be placed, as for the seasonal evolution of temperatures, in the limit of the mediterranean climate, where hard winters lead mainly to steppe vegetation (see GAUSSEN *et al.*, 1963, p. 13).

6. Finally, in relation with the comparative study of equinoctial seasons (see Table 1.B.e.), the mean temperature in Spring (1st half of long days) would be slightly lower (3.72°C) than that of Autumn (4.13°C). The good conditions during the 1st half of long days would compensate for the late improvement in Spring time.

7. The mean annual precipitation is over 1600 mm. Yet its variability in the years is very high, from the 3000 mm recorded in 1987-88 to the almost 1300 mm in 1985-86 and 1988-89. In order to find out the mean value in a more correct and significant way it would be necessary to take longer periods than those employed for the study of temperatures, for instance 30-year periods. In this way it is necessary to take into account that are only real in the short 8-year period considered.

8. The seasonal distribution of precipitations would be as follow:

Winter: 16%, Spring: 30%, Summer: 22%, Autumn: 32%.

Such distribution shows a very constant main minimum in Winter, a secondary minimum in Summer and two main maximums, being quantitatively very close, in the equinoxes. This situation with equinoctial maximums and a Winter minimum in between would be typical of the northern mediterranean area. In contrast with the subcantabric climate, under cyclonic conditions in Winter (values over 20%). The secondary minimum in Summer would be an effect of continentality and convective rainfall frequency. The tendency to lower values in Spring than in Autumn would be a more complex matter to analyse. Indeed it is possible to consider a delay in the entrance of 'cierzo' storms in Spring, generally in form of snow, until they are diverted by the influence of the anticyclone of the Ebro's valley. The increase in Autumn would be a result of the influence of easterly rainfalls during this period. The more constant snowfalls would happen during the Spring 'cierzos', while the stronger Winter nivation would be an effect of continental storms, accompanied with electrical phenomena. It is also interesting to add the seasonal variability in the values of Autumn precipitation. Once more the mean values are deceitful, and result of rainstorms in October or November, recorded along two years, while Autumn appears, habitually, it is dry and with clear days.

9. The distribution in months or thirty-day periods, employing the index of Gausson (P mm less or equal to $2T^{\circ}C$), would not show the biologically dry months or periods in Summer. The diagram would remind of a climate situation similar to that of Briançon, at 1300 m.a.s.l. (High Provence in the headwaters of the river Durance) in a similar orographic exposure (see BAGNOULS & GAUSSEN), defined as *cold axeric*. Nevertheless, a more precise studies would prove the failure in the mean values.

10. Comparing extreme monthly values of draught it is possible to observe some years below $2T$ (see diagrams). Such situations stand out clearly in some years, when considered individually and frequently repeated.

11. The study of precipitation distribution in ten-day periods the index of Gausson is quite frequent in this case. Besides such drought periods appear all years that has been possible to calculate the Penman equation, confirming also the calculation of the xerothermic index of Gausson. Therefore it could be possible to establish an average of 52.5 days biologically dry (varying from 45.95 to 63.55) along the three Summer months, or 81 days in average between the 1st of June and the 31st of October, while at Briançon the xerothermic index is equal to 0 (see BAGNOULS & GAUSSEN).

12. The former details would allow interesting conclusions in relation with both a final definition and the presence and behaviour of biota in this environment:

As for the first point, there would be two possible conclusions. In spite of the wet appearance deduced from the global diagram, in fact there is a succession of biologically dry days every year. Besides, its number is higher for 6 out of the 8 years studied. Therefore, it would be possible to consider it as an *proxic* environment in transition to wet one, rather than the contrary. The frequency of such seasonal evolution would explain many features of traditional land-use in the Goriz spots.

13. Besides, and remaining at the level of definitions, the average of dry days, in addition to those of freezing periods, mean an important figure, eliminating any possibility to define it as *axeric*. The evaluation would be $160+81=240$ dry days (8 months), and Goriz could be confirmed within the cold steppe climate context established by Gausson *et al.*, and concluding once more, its continental character.

B. Annual variation with more probable effect on the phenologic behaviour of living beings

The effects of the annual trend of climate factors observed in Goriz would influence not only the biota at high altitude. Drought also reaches high values in low mountain levels, where the effects have been observed in the bush (dry *Buxus sempervirens*, for example, in Autumn 1988). However most of the observations recorded belong to pastures above the timberline, rather than to the forest levels below. Nevertheless, the data taken in Goriz are a support to understand what takes place at the lower slopes, although it is probable that contrasts become softer at times and stronger and with bigger effects at other times.

On that respect it is important to point out two features with a different effect: those related with the lack of winter nivation in some periods, and, on the contrary, those related with a long and intensive nivation in some years (see Chapter 4). A different matter are the effects derived from drought during the vegetative season.

1. The existence of snow free spots allows an early activity of some biota, even above 2000 m.a.s.l., specially when relatively good conditions appears between February and March, both accelerating the melting of snowdrift areas and avoiding night freezing.

2. The lack of snow some years helps to preserve live along Winter in dry environments, because of the absence of molds, favouring a healthy diapause for insects, which appear abundantly later in July.

3. However, what seems convenient for some species may be harmful for others. The snowcover acts as an efficient greenhouse, protecting to the dwarf bushes from cold and continuous freezing, more intense at ground level.

4. Snow precipitation being stronger in Spring than in Winter may cause three effects:

- Cuts in the vegetative cycle, affecting early life and sometimes not so early ('mayencas' snowfalls, reaching low and mid mountain levels, for instance in 1983), catching living beings in critical stages with little defensive capacity.
- Delays in the development of vernal period (first half of long days), prolonging the adverse season, keeping a thick snowcover along the melting (until late May). The vegetative period is shortened in this way from 7 to only 5.5 months.
- However, the stronger Spring nivation ensures the vegetative season with enough hydric resources.

5. Anyhow, the strongest effects appear once inside the vegetative period. Chapter 5 is focused on that topic. The study of the various diagrams both in months or ten-day periods allow a classification in two main types of evolution of vegetative period, between the 1st of June and the 31st of October.

- Vegetative season without remarkable dry period, that is, a soft wet strategy, similar to the average graphics for the whole period. This happened in 1982 and 1989.
- Vegetative season with remarkable dry period. Classifying from lesser to higher importance or effect on the cycle, there are three types:
 - Dry season in Autumn, strong (1985) or mild (1984 and 1988).
 - Dry season in late Summer, strong (1983, 1985 and 1986) or mild (1984 and 1988).
 - Early dry season in July, strong (1983, 1984 and 1988).

It is important to point out that some years (1983) drought is quite long, and it gets milder only in August. Unfortunately there are not continuous observations from the vegetative period that year.

Yet they were carried out during a similar year, with an early strong dry period in Summer, followed by a mild drought at the end of Summer, prolonged till Autumn, with similar characteristics. Its evolution was possible to compare the following year, softly wet, when the same frequency was kept in observations.

C. Species selection and variability in the phenological pattern

Conclusions have been presented in point 6, above. However there are other features to appoint. In the first place there are those features of the biota that are prevented by abiotic factors, conditioning their presence in this high mountain region. In the second place, observing the high variability of weather pattern from one year to another we can

deduce the influence of the atmosphere on the behaviour of living beings along the year, especulating on the diverse vegetative prosperity and production.

a. *Main characteristics of biotic resources.* It is necessary to establish four points:

1. A strong tendency to oroxeric forms, stressed because of the permeability of the substratum, which means a little capacity to keep hydric resources. Thus, spinose vegetation made up by *Echinospartum horridum* and *Astragalus sempervirens* may be found above 2000 m.a.s.l., sometimes appearing instead pine forest (both alpine type, remaining on acid soils, and mediterranean high mountain type), together with *Festuca* and *Thymelæa nivalis*. In other occasions it expands owing to the recession caused by land management, spreading on burnt areas with a thin soil cover, prepared for flocks. There are also animals from lower areas competing in the sunny slopes.

Once more this area can be considered as a mediterranean spot towards the North.

2. Boreo-alpine species are well represented, appearing communities on wet microclimates around small sources, where they reproduce and expand.

3. On the other hand the cold steppe climate of Goriz makes it possible for species of such environments to compete, by settling over clear coloured rocks. The hard conditions make it difficult for primary producers, and subsequently for animals that consume them. Yet there are some secondary consumers, living either permanently or during the reproductive season. The wind and convective streams are the reasons for that, dragging to the high mountain many resources from far areas.

4. Another important feature of Goriz climate is the big delay of vegetative season, owing to late nivation, although compensated by a mild Autumn. Such delay would explain the correlative use of Summer grasslands by flocks: entering the high passes at the beginning of August –to give time enough to the pasture to grow– and delaying the return to mid and low levels until the 10th of October.

b. *Effects on the phenologic pattern.* Such variety of resources give different responses to the interannual variability of seasonal evolution of climatic resources. The analysis of each of the eight years studied don't allow a scheme on types and their repetition. Seasonal evolution is quite different every year, and it is unpredictable.

However, the climate study carried out supports the correct understanding of the conditions affecting the phenological pattern of taxa, sometimes appearing strong contrasts.

On this section two main points are attended:

1. Scheme of seasonal trend of climate features of both of the two years which were studied in a more complete way:

1988: After a highly snowy Winter (1987-88), prolonged to the second half of May, with many hydric resources, there is an early Summer drought in July. Weather remains dry and mild for the rest of the year.

1989: After the apparently 'driest Winter in the century', improved with a slight snowfall in Spring, there is an early start of vegetative cycle, continuing along a slightly wet season.

2. Remarkable phenological events:

1988:

- The snow covers and protects mountain flowers along Winter.
- Alpine animals (*Rupicapra rupicapra* and *Lagopus mutus*) descend to the subalpine belt after the first snowfalls.

• Late blossoming and many species start vegetative period.

• Xerophytic plants develop quite well, flowers remaining open. Great production of seeds. Leaves get red at the end of the season. Dehiscence and seed dispersion carries on along the Winter.

• Early drought affects pastures. They become yellowish at the end of July and strong yellow colouring in September, specially by Autumn. *Buxus* at low belts get dry.

• Many birds remain eating insects till November.

• Birds eating grains still come up along December because of the abundant seeds.

• Funguses's production of spores is little.

1989:

• Little snow remains and many rhododendron branches die; they're still dry in 1990.

• The little snow cover means an early vernal activity of many taxa.

• It would be the reason for the big amount of insects later in Spring.

• Little hydric reserve in the soil. Early blossoming.

• Higrophytic plants blossom and develop.

• Xerophytic plants are at a disadvantage. Flowers frequently closed because of the rainy days. Little seed productions. Some of them die. Leaves turn brownish.

• The pasture remains green till late October.

• Many insects. Abundant wasps.

• Birds are not so abundants as other years in high mountain levels.

• Funguses's production of spores is quite big and varied.

Doubtlessly, the main differential facts are referred to the vegetative period: differences in the beginning of Spring blossoming, effects of early start on primary production; development of the different types of plants and production of spores.

9. PUBLICACIONES CITADAS

- BAGNOULS, F. y GAUSSEN, H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 88: 193-289.
- BALCELLS, E., 1955. Estudio ecológico de *Chrysolina* (= *Chrysomela*) *americana* Linné (Col. *Chrysomelidae*). *Bull. Inst. Royal del Sc. nat. Belgique*. 31(8), Bruselas.
- BALCELLS, E., 1975. Algunos ejemplos biológicos y ecológicos de crisomélidos (insectos coleópteros) defoliadores de plantas montaraces en territorios mediterráneos. *Ann. Inst. Bot. Cavanilles*, 32(2): 557-572, Madrid.
- BALCELLS, E., 1976. Observaciones en el ciclo biológico de anfibios de alta montaña y su interés en la detección del inicio de la estación vegetativa. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 7(2): 55-153, Jaca.
- BALCELLS, E., 1985. *Ordessa-Viñamala*, 127 pp. Monografía n.º 37, ICONA-MAPA, Madrid.
- CREUS, J., 1983. *El clima en el Alto Aragón Occidental*, 257 pp. Monografía del Instituto de Estudios Pirenaicos n.º 109. C.S.I.C., Jaca.
- CREUS, J. y BALCELLS, E., 1986. Reflexiones sobre los límites altitudinales de las residencias humanas permanentes en el Alto Pirineo aragonés. *Pirineos*, 127. Notas y comunicaciones: 153-174, Jaca.
- ELÍAS-CASTILLO, F. y GIMÉNEZ-ORTIZ, R., 1965. 1. Métodos de cálculo de la evapotranspiración. In: *Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España*: 11-110. Mapa Agronómico Nacional. INIA-MAPA, Madrid.
- GAUSSEN, H.; EMBERGER, L.; PHILIPPIS, A. DE y KASSAS, M., 1963. Étude écologique de la région méditerranéenne. *Carte bioclimatique de la Zone Méditerranéenne. Notice explicative*. 60 pp. UNESCO-FAO. Paris.
- MARTÍNEZ-RICA, J.P., 1976. Clima y actividad en animales poiquiloterms. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 7(2): 155-161, Jaca.
- MERINO, J.; GARCÍA-NOVO, F. y SÁNCHEZ-DÍAZ, M., 1976. Annual fluctuation of water potential in the xerophytic scrub of the Doñana Biological Reserve (Spain). *Ecologia Plantarum*, 11(2): 139-141.
- MONTSERRAT, P., 1971. El clima subcantábrico en el Pirineo occidental español. *Pirineos*, 102: 5-19, Jaca.
- OLIVER-MOSCARDÓ, S. y LUIS-CALABUIG, E., 1979. Factores termopluviométricos. *Estudio integrado y multidisciplinario de la dehesa salmantina*. 1. *Estudio fisiográfico descriptivo* (3): 101-155, Salamanca-Jaca.

GRÁFICOS

1. INNOVACION REAL EN GORIZ EN TEMPORADAS SUCCESIVAS: DESDE 1981 a 1989

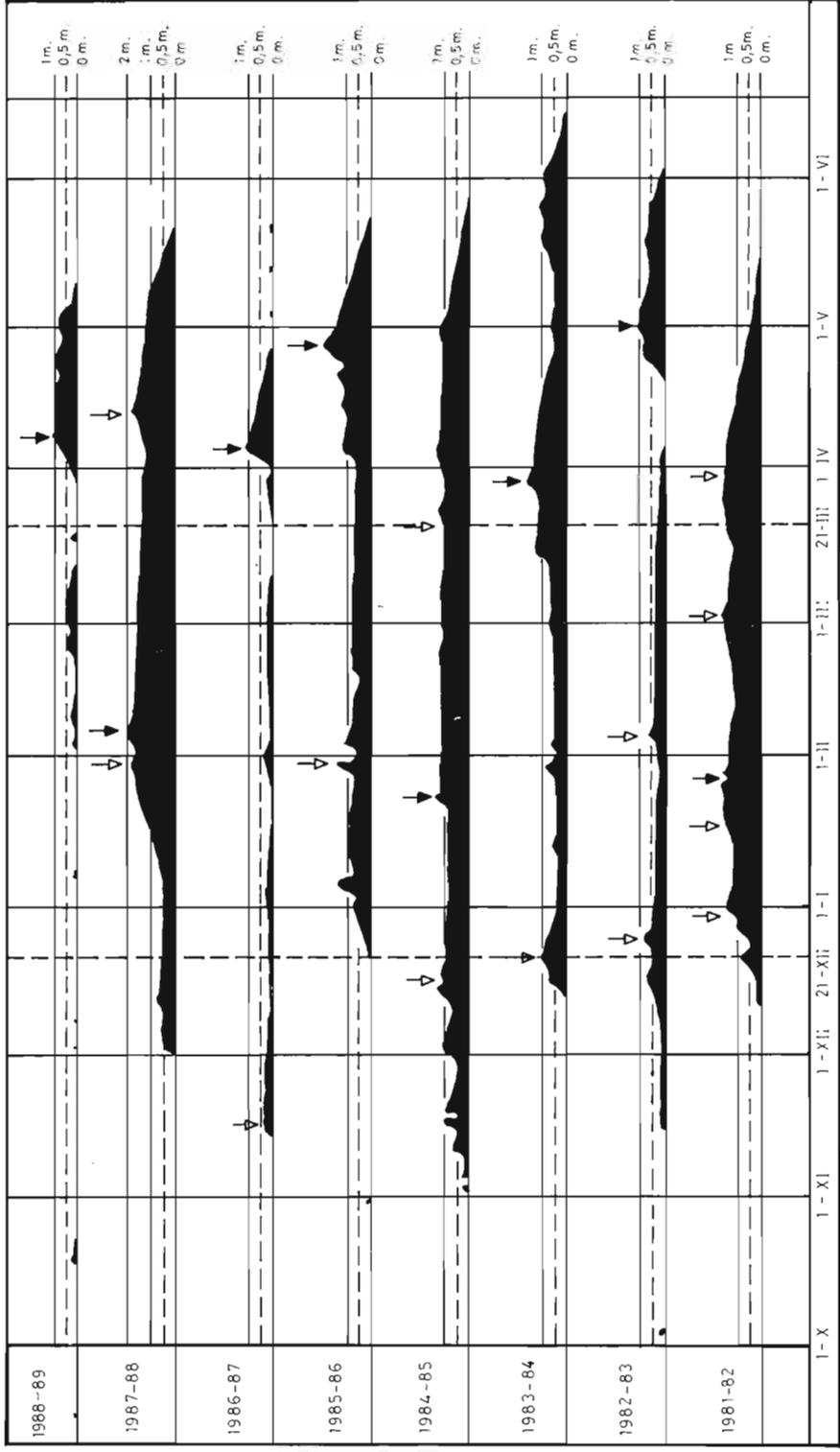
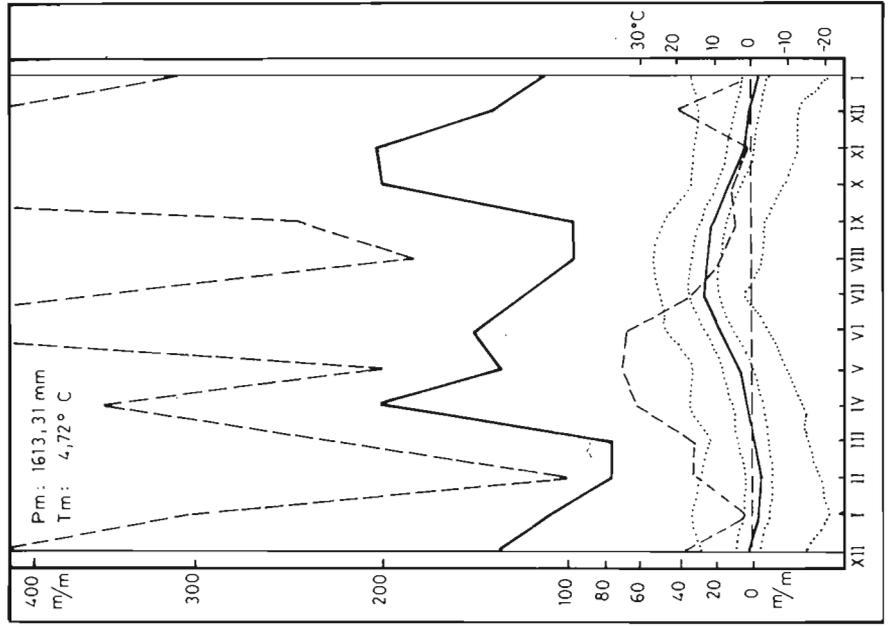


Gráfico 1. *Innivación real en Góriz en los ocho inviernos considerados desde 1981-82 a 1988-89.* Expresada en centímetros de espesor (v. columna derecha). Las líneas verticales señalan la fecha inicial de cada mes. Las flechas negras llenas señalan espesores máximos; las de punta blanca, máximos secundarios. Uno de cada tres años el espesor máximo es invernal; tales anualidades son muy nevosas (1981-82, 1984-85 y 1987-88). Cada anualidad nevosa va rodeada de otras dos, ora con innivación mediotre (la central), ora muy escasa, tales la primera y la penúltima anualidad. En las cinco anualidades con nieve más escasa los espesores máximos son en cambio primaverales.

2. OMBROTERMOGRAMA POR MESES JULIANOS 1981/89



3. OMBROTERMOGRAMA POR TREINTENAS ESTACIONALES 1981/89

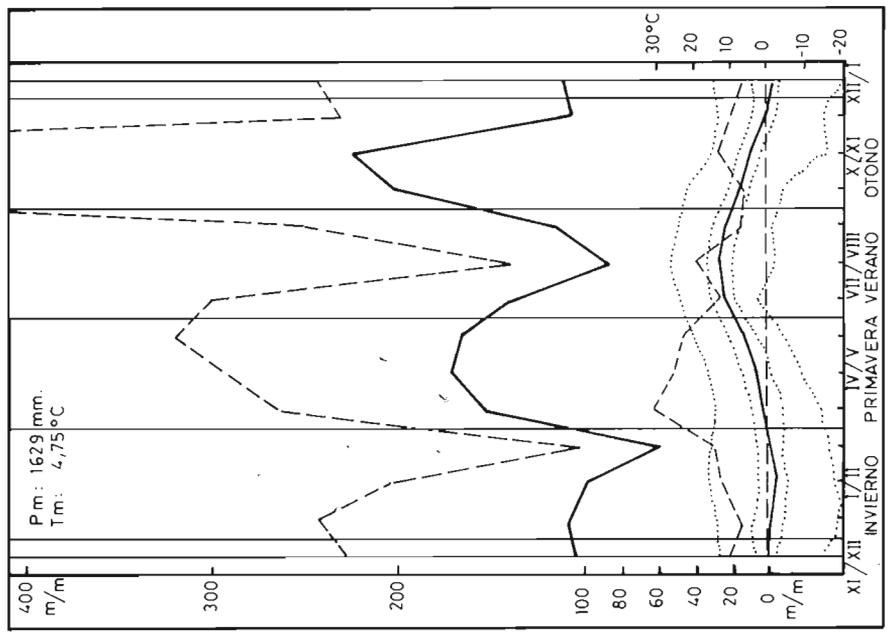
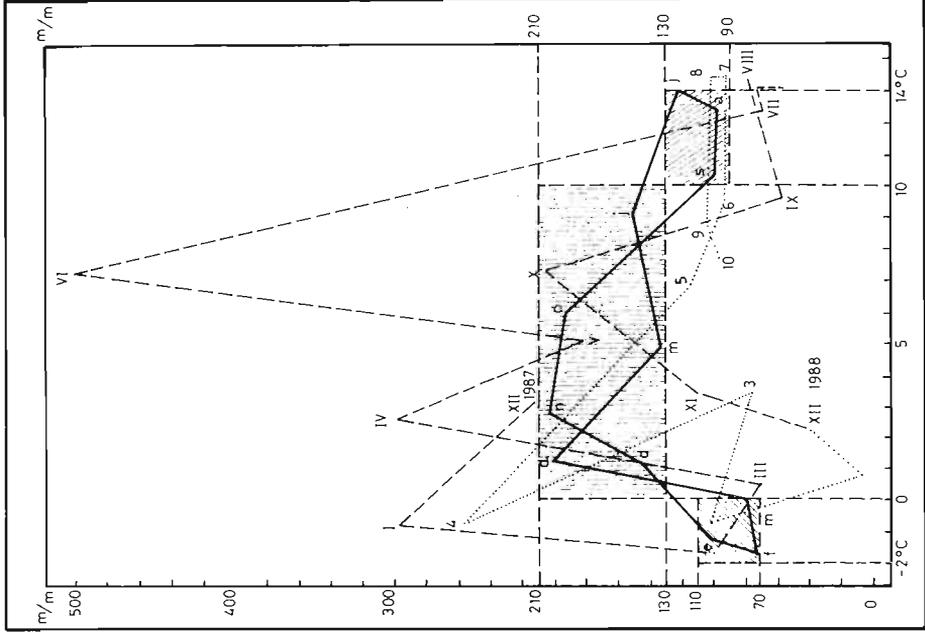


Gráfico 2. *Ombrotermograma por meses julianos correspondiente al periodo 1981-1989.* La línea continua fina une los promedios pluviométricos mensuales en milímetros (columna de la izquierda) a escala mitad de la temperatura en grados centígrados (columna de la derecha). La línea continua inferior gruesa corresponde a las temperaturas mensuales promedio. Cabe observar sólo un aparente comportamiento evolutivo orohigrotérrico, pero con dos mínimos solsticiales y dos máximos equinocciales de precipitación. Sin embargo, las líneas de trazos, correspondientes a máximos y mínimos pluviométricos mensuales absolutos, indican ya cierta tendencia a la sequía en la segunda mitad del año. A puntos se han indicado, alrededor de la línea de temperatura mensual media, las correspondientes a los valores medios mensuales de las máximas y las mínimas y, hacia fuera, los valores máximos y mínimos absolutos registrados en el periodo de ocho años.

Gráfico 3. *Ombrotermogramas promedio por treintenas.* Puede compararse con el anterior y obtener una visión más certera de la distribución de valores medios estacionales. Los valores medios anotados corresponden así a los promedios de la suma de los correspondientes a la última decena mensual y la primera y la segunda del mes siguiente. Líneas verticales señalan así las franjas estacionales, apareciendo ciertos detalles que corrigen las conclusiones de general comportamiento. Los mínimos pluviométricos se agudizan y, frente al mínimo secundario estival acusado, aparecen dos invernales. El principal –que permite la actividad prevernal de ciertas especies– corresponde a fines de febrero y a marzo; sin embargo, aparece otro a fines de noviembre, menos profundo no obstante que el estival. Es sin duda secuela de los promedios de años poco nivosos en que las nevadas son muy tardías.

4. CLIMOGRAMAS CON DATOS DE MESES JULIANOS



5. CLIMOGRAMAS CON DATOS DE TREINTENAS

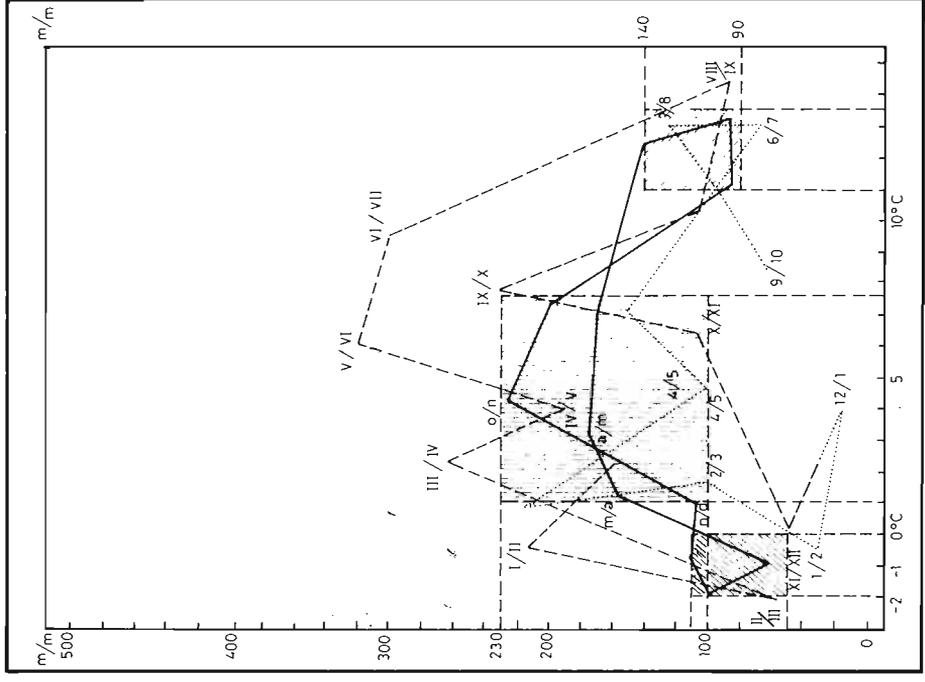
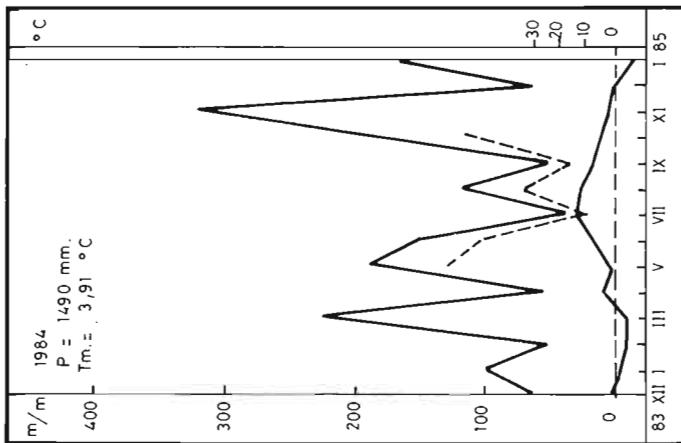
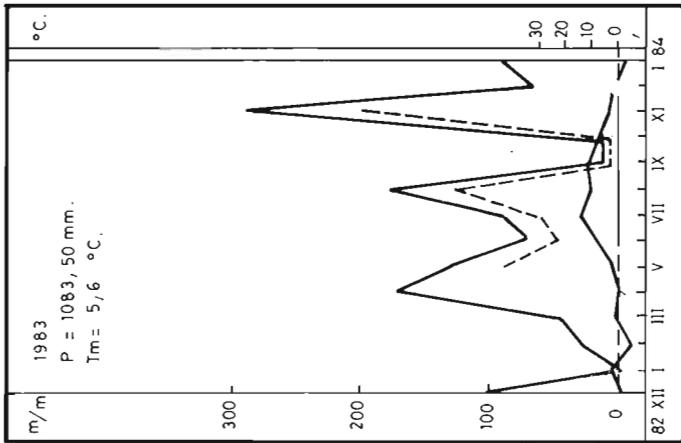
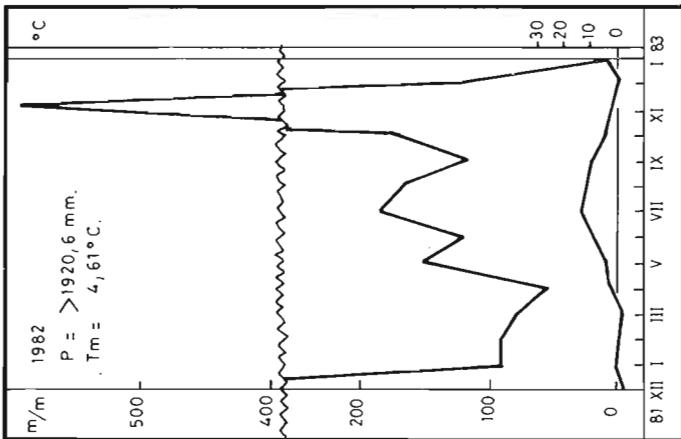


Gráfico 4. *Climograma de Taylor con datos de meses julianos.* Se ha superpuesto el de promedios (línea continua y meses indicados con la inicial), referido por lo tanto a los ocho años estudiados, al de 1988 (línea de trazos y meses en cifras romanas) y al de 1989 (incompleto), señalando con puntos y meses en números arábigos. Como se indica, se refiere a meses julianos normales. Tres cuadriláteros albergan los puntos correspondientes a los meses promedio invernales, equinocciales y estivales. Dan así idea de lo que se apartan del promedio los meses correspondientes a los años estudiados fenológicamente.

Gráfico 5. *Climogramas de Taylor con los datos referidos a treintenas.* Parecido al gráfico anterior y con semejante distribución.

6. OMBROTERMOGRAMAS ANUALES MESES JULIANOS



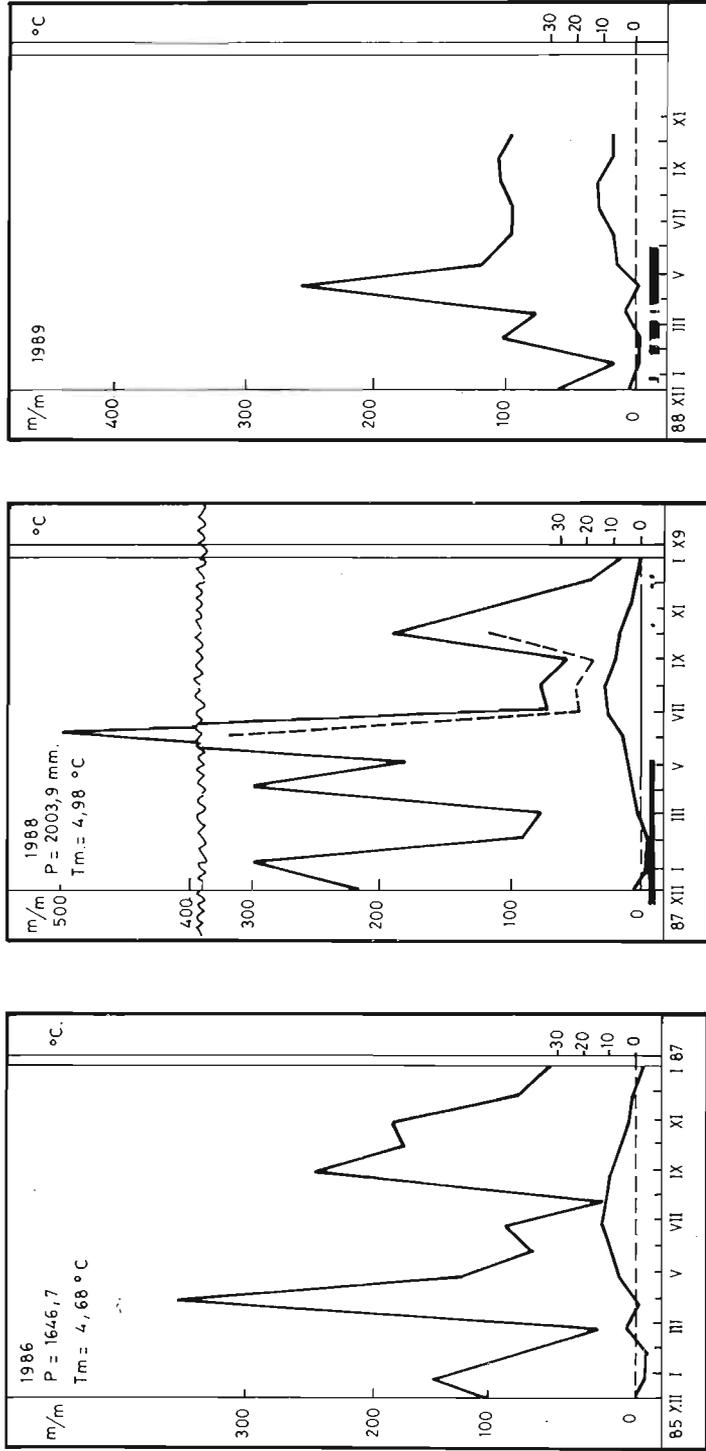
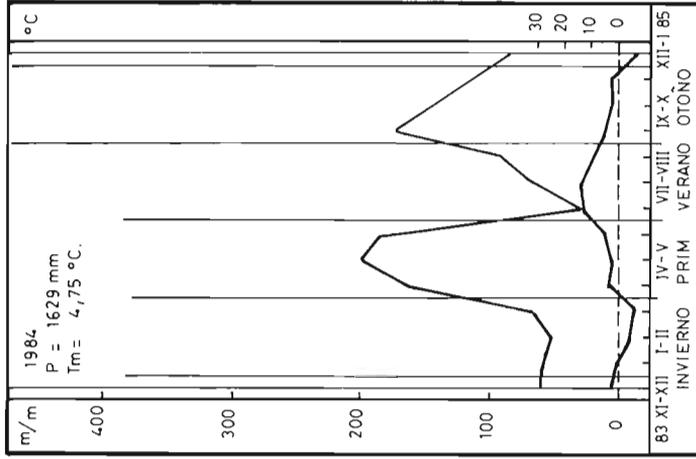
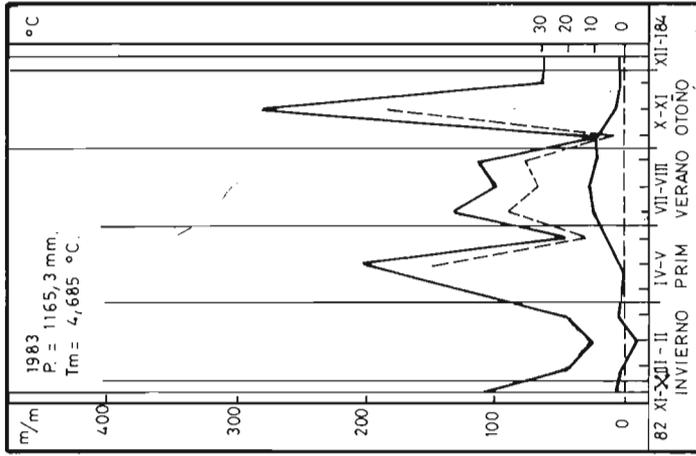
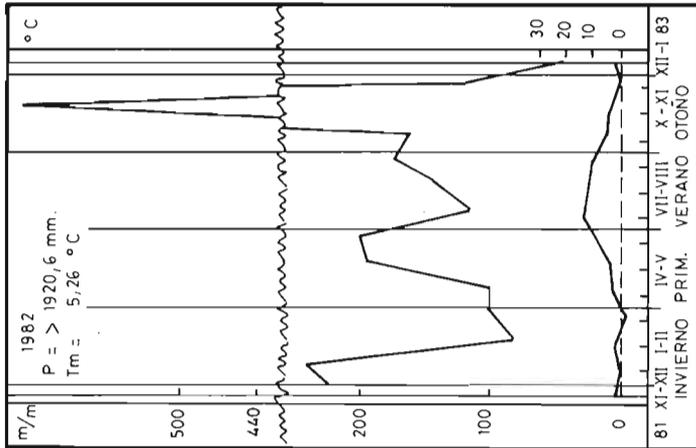


Gráfico 6. Conjunto de seis ombrotermogramas anuales, con datos referidos a meses julianos. Constan en ellos solamente los datos reales de seis años. Dos de ellos referidos a dos años con periodos más o menos acusados de sequía (v. comparativamente conjunto de gráficos 10, referidos a tercios mensuales en el periodo vegetativo). Los dos estudiados fenológicamente (1988 y 1989) presentan en líneas de trazos gruesos los periodos innivados.

7. OMBROTERMÓGRAMAS ANUALES TREINTENAS ESTACIONALES



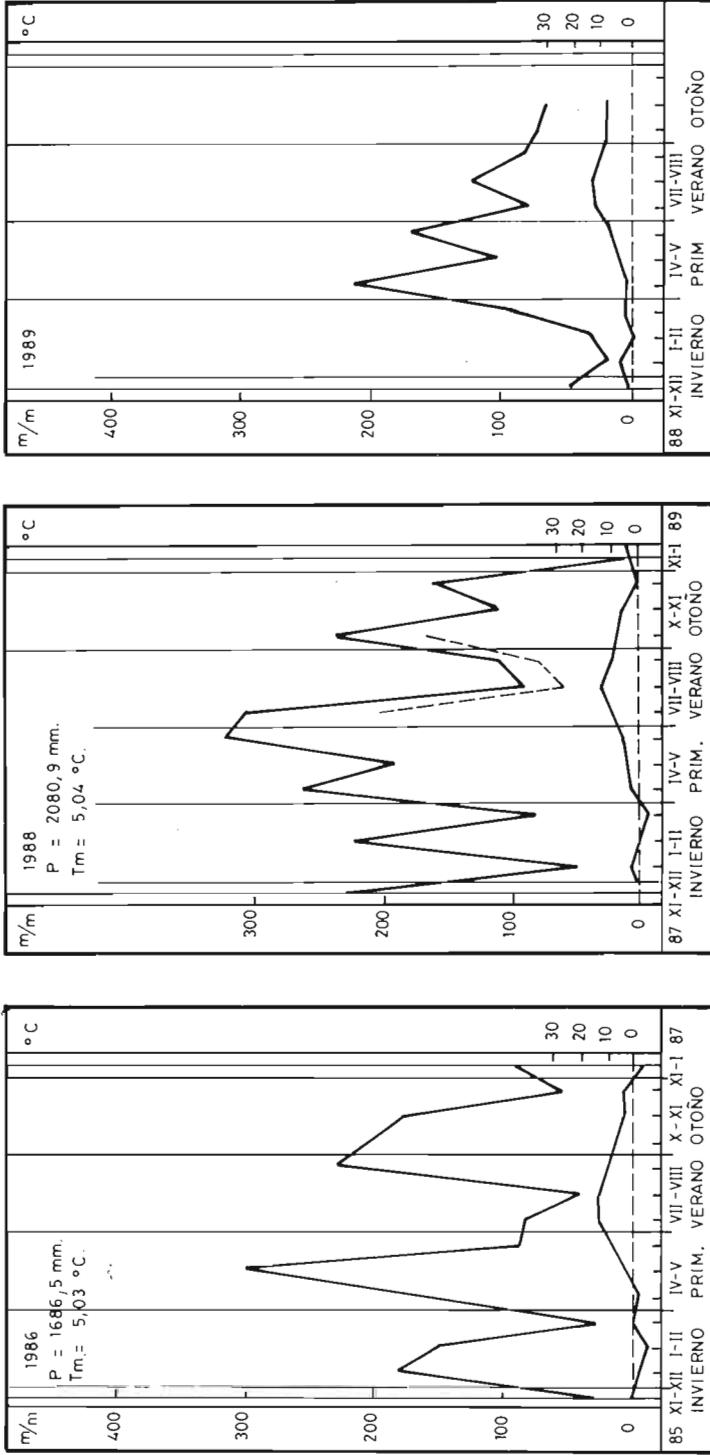


Gráfico 7. Conjunto de seis ombrotermogramas anuales, con datos referidos a treinta y tres mensuales. El criterio de construcción e indicaciones es semejante al del gráfico 6. Además, los años son los mismos.

8. VALORES DE Xp SEGÚN MESES:
 En el centro promedios. A cada
 lado años con valores extremos

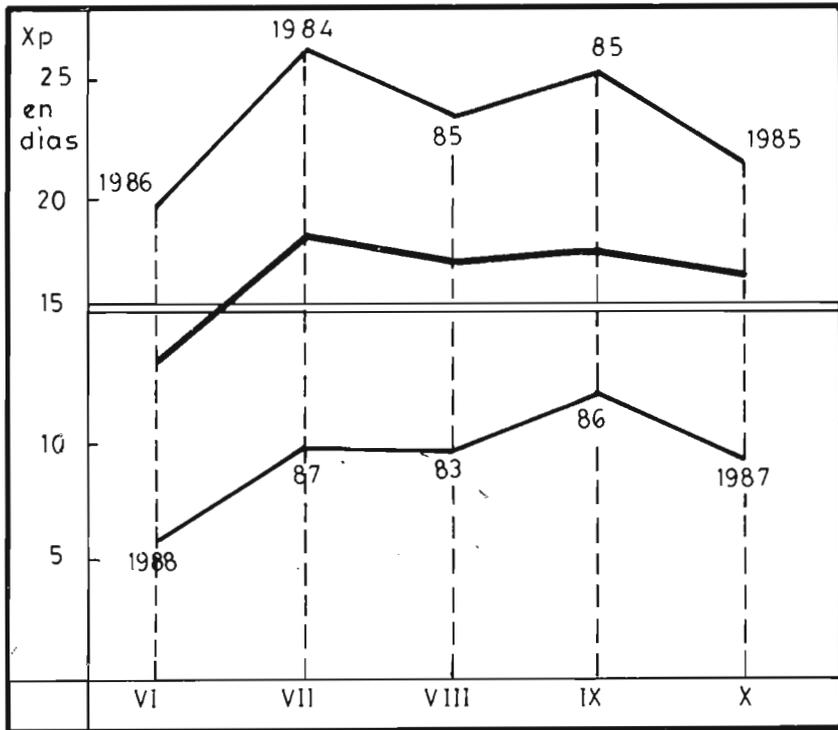


Gráfico 8. *Días secos mensuales promedio (coeficiente xerotérmico de Gaussén).* Calculados por meses, correspondientes al probable periodo vegetativo (1 de junio a 31 de octubre). En el centro, la línea continua corresponde a los datos promedio. Arriba y abajo, sendas líneas quebradas ofrecen valores extremos según años. La franja central corresponde a valores de la mitad del mes (entre 15 y 16 días secos, según los meses sean de 30 o de 31 días).

9. VALORES Xp SEGÚN DECENAS DE DIAS. En el centro promedios. A ambos lados valores extremos en los ocho años (1981 - 1989).

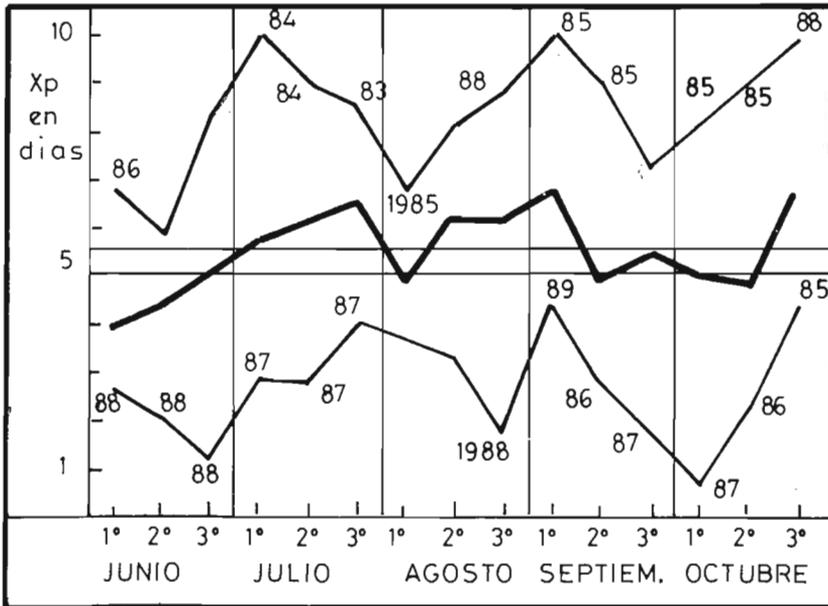
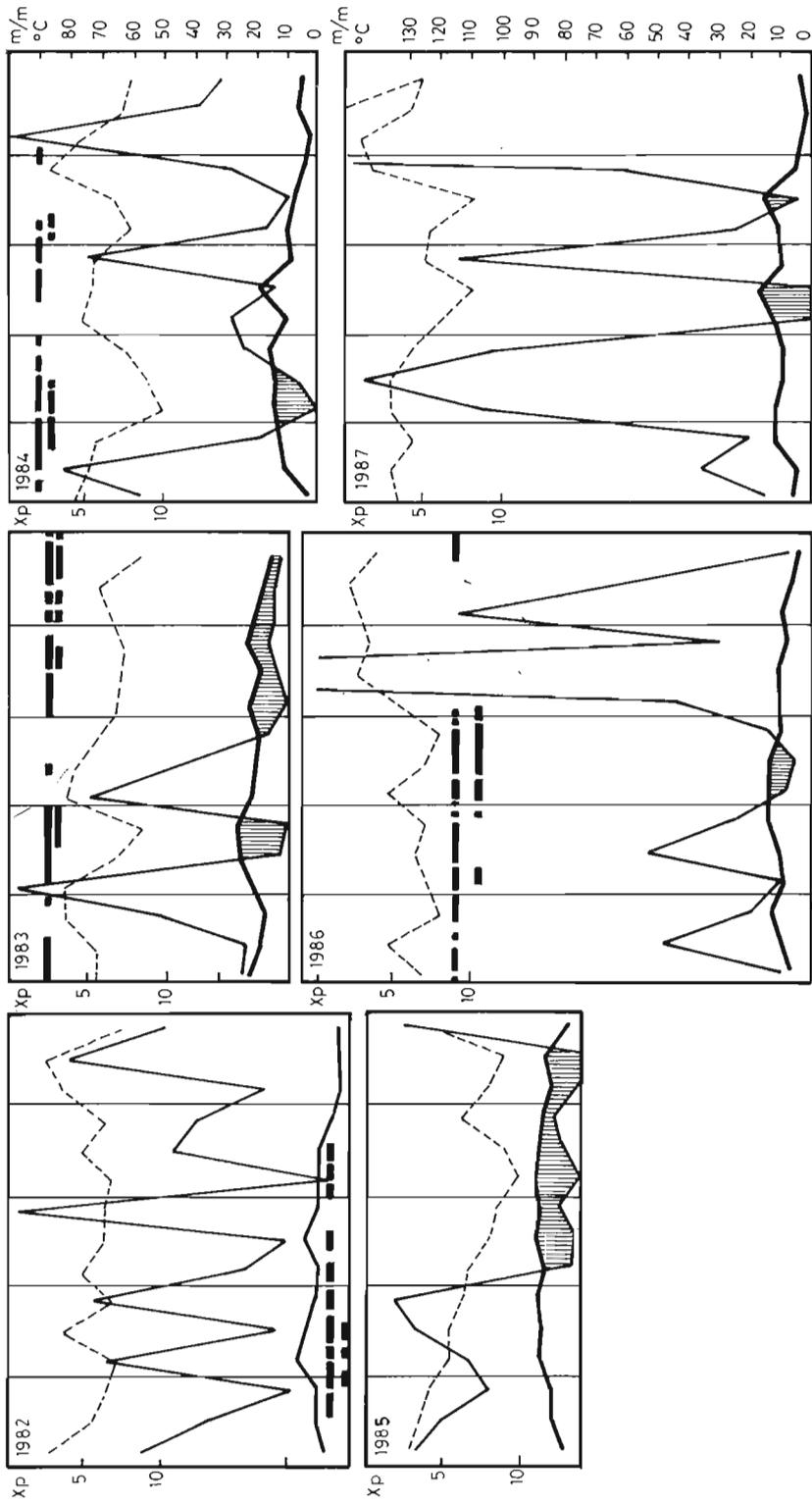


Gráfico 9. Valores de días secos por décadas. El gráfico se ha construido paralelamente al anterior, pero indicando los valores del índice xerotérmico (número de días secos según el criterio de Gausson y Bagnouls) por tercios de mes, en el segundo periodo vegetativo, entre el 1 de junio y el 31 de octubre.

10. OMBROTERMOGRAMAS POR DECADAS



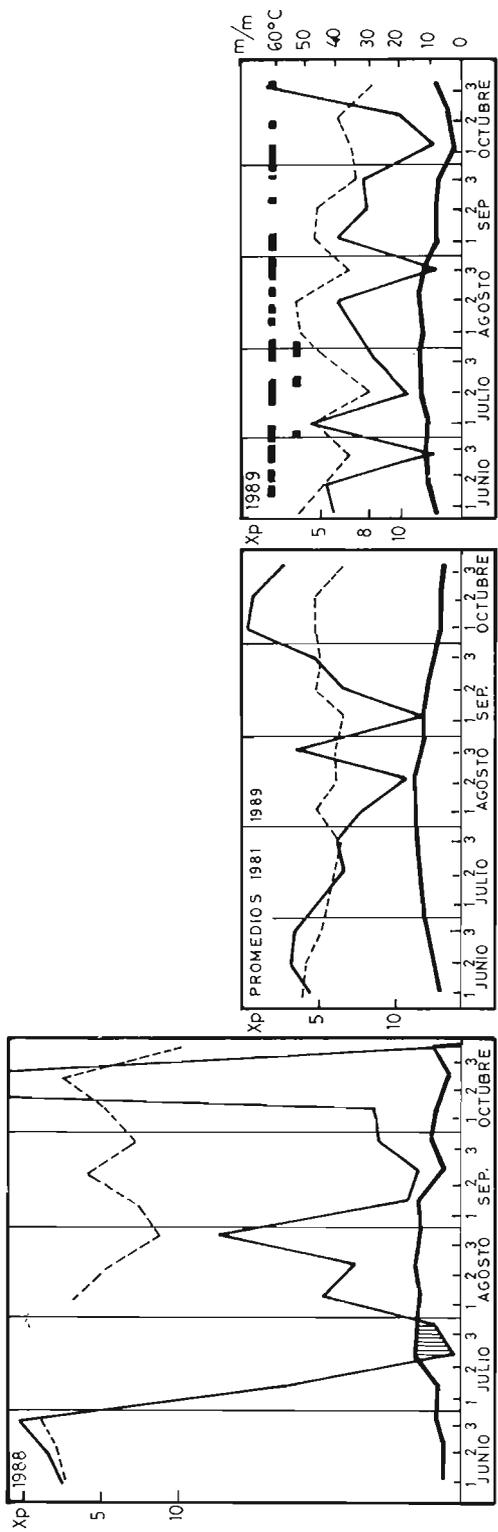


Gráfico 10. Gráficos ombrotérmicos por décadas, referidos al periodo vegetativo de cada año (1 de junio al 31 de octubre) y el mismo cálculo promedio para los ocho años (1981-1989). En cada gráfico se ha construido el ombrotermograma por tercios de mes, igualando la escala entre precipitación en milímetros y temperatura media de cada periodo en grados. Los periodos presumiblemente secos se hallan rayados con trazos verticales. Se han superpuesto además invertidos los valores del índice xerotérmico (Xp) de Gausse y Bagnouls (línea quebrada de trazos). En los años en que ha sido posible se ha calculado el índice de Penman, también superpuesto a trazos gruesos. Los trazos superiores, que ofrecen menor discontinuidad, se refieren al probable déficit hídrico en suelos con escasa capacidad de campo (10 mm/m²). La hiteria inferior supondría déficit en los de 50 mm/m². Cabe añadir que la ausencia de datos suficientes no ha permitido a veces calcular los periodos con déficit presumible de algunos años.

TABLAS

**I. VALORES MEDIOS DE
TEMPERATURA**

I.A. Exposición de datos de periodos mensuales normales.
I.A.a. Promedios de temperatura, medias mensuales y anuales.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Promedio año	Promedio anualidad	Anualidades
1981	-	-	-	-	-	-	11'8	12'75	10'4	6'25	6'05	-2'00	-	5'12*	1981/82
1982	0'6	-0'2	-1'5	2'85	4'95	9'55	13'65	11'55	8'9	4'03	1'85	-0'95	4'61	4'47*	1982/83
1983	4'0	-3'85	1'65	0'15	2'85	9'80	14'40	10'50	11'57	7'25	3'55	1'5	5'60	4'44*	1983/84
1984	-2'1	-3'95	-3'60	4'25	1'05	8'90	14'45	12'60	8'05	5'25	1'65	0'35	3'91	4'02*	1984/85
1985	-6'1	1'4	-2'70	2'50	1'80	9'0	13'35	12'80	13'00	7'50	0'10	2'1	4'56	4'95*	1985/86
1986	-2'75	-3'75	2'50	-1'85	7'05	9'35	12'70	11'85	10'10	6'50	3'10	1'4	4'68	4'54*	1986/87
1987	-2'40	-2'30	-1'80	2'85	3'95	8'50	11'25	13'75	11'80	3'95	0'80	2'93	4'44	4'70*	1987/88
1988	-1'00	-1'90	0'45	2'35	5'00	7'0	12'35	13'20	9'65	7'10	3'40	2'1	4'98	5'53*	1988/89
1989	0'75	-0'80	3'35	-0'85	6'75	9'35	13'5						-	37'77	1981/89
Totales	-9'00	-15'35	-1'65	12'25	33'40	71'35	103'95	99'00	83'47	47'83	20'50	6'93	32'78	4'72*	8 anualidades
Promedios	-1'125	-1'92	-0'21	1'53	4'18	8'92	12'99	12'38	10'43	5'98	2'56	0'93	4'68*		

I.A.b. Promedios de la temperatura: medias de las máximas.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1981							15'3	15'7	12'4	8'0	8'6	1'0
1982	3'6	2'9	2'7	7'1	8'3	12'3	16'5	14'8	11'9	7'1	5'1	3'0
1983	8'2	0'1	6'2	3'7	6'4	13'4	17'6	13'6	14'84	10'8	6'4	4'8
1984	1'9	-0'2	0'2	9'2	4'9	12'8	18'6	18'5	11'8	8'4	4'5	2'8
1985	-2'6	5'0	1'5	6'4	6'6	11'8	16'5	16'5	16'6	10'5	3'4	5'0
1986	0'9	0'1	5'3	1'8	10'8	13'5	16'5	15'3	13'3	9'4	6'3	4'9
1987	0'8	1'2	1'3	6'5	7'7	11'9	14'4	17'0	14'7	6'8	4'1	6'0
1988	2'7	2'5	4'8	6'6	8'7	10'3	15'8	17'1	13'5	10'7	6'6	6'5
1989	4'2	2'8	7'5	3'5	10'6	13'0	18'1					
Totales	19'7	14'4	29'5	44'8	64'0	99'0	131'2	128'5	109'04	71'7	45'0	34'0
Valores medios	2'46	1'8	3'69	5'6	8'0	12'38	16'4	16'06	13'63	8'96	5'62	4'25

1.A.c. Promedios de la temperatura: medias de las mínimas.
Cálculos de media mensual de los valores mínimos.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1981							8'3	9'8	7'3	4'5	3'5	-5'0
1982	-2'4	-3'3	-5'7	-1'4	1'6	6'8	10'8	8'3	5'9	0'95	-1'4	-4'9
1983	-0'2	-7'8	-2'9	-3'4	-0'7	-6'2	11'2	7'4	8'32	3'7	0'7	-1'8
1984	-6'1	-7'7	-7'4	-0'7	-2'8	5'0	10'3	6'7	4'3	2'1	-1'2	-2'1
1985	-9'6	-2'2	-6'9	-1'4	-3'0	6'2	10'2	9'1	9'4	4'5	-3'2	-0'8
1986	-6'4	-7'6	-0'3	-5'5	3'3	6'2	8'9	8'4	6'9	3'6	-0'1	-2'1
1987	-5'6	-5'8	-4'9	-0'8	0'2	5'1	8'1	10'3	8'9	1'1	-2'5	-0'15
1988	-4'7	-6'3	-3'9	-1'9	1'3	3'7	8'9	9'3	5'8	3'5	0'2	-2'3
1989	-2'7	-4'4	-0'8	-5'2	2'9	5'7	8'9					
Totales	-37'7	-45'1	-31'8	-20'3	2'8	32'7	76'7	69'3	56'82	23'95	-4'0	-19'15
Valores medios	-4'7	-5'64	-3'98	-2'54	0'35	4'09	9'58	8'66	7'10	2'99	-0'5	-2'39

1.A.d. Temperatura: extremas del periodo estudiado.

1.A.d.1. Máximas:

16'5°C	14°C	12'0°C	16'5°C	16'0°C	22'5°C	24'5°C	25'5°C	24°C	16°C	15'2°C	14'5°C
31/82	2/85	27/86	23/84	25/86	28/86	30/83	15/87	6/1988	14 y 15/85	16/88	28/83

Máxima absoluta en el periodo
25'5°C: 15-VIII-1987.

1.A.d.2. Mínimas:

-21'0°C	-18°C	-15'5°C	-13'5	-9'6°C	-4'5°C	2'0°C	-2'0°C	-3'5°C	-8'2°C	-12°C	-13'5°C
8/85	10/83	10/84	12/86	8/86	6/84	18/88	6/85	25/84	26/81	22/88	19/81

Mínima absoluta en el periodo
-21'0°C: 8-I-1985

1.8. Exposición de datos por treintenas estacionales.

1.8.a. Promedios de temperatura media de treintenas y anualidades:

	XII/I	I/II	II/III	III/IV	IV/V	V/VI	VI/VII	VII/VIII	VIII/IX	IX/X	X/XI	XI/XII	Promedios de anualidades estacionales	Anualidades
1981	-	-	-	-	-	-	-	12'29	12'1	7'22	5'92	0'73	5'26°	1981/82
1982	-0'36	0'13	-1'71	1'31	3'39	8'38	13'59	11'80	10'23	4'68	3'42	-0'65	4'01°	1982/83
1983	0'84	-0'67	2'19	0'45	1'17	6'97	11'68	12'81	10'41	10'02	3'72	0'63	4'74°	1983/84
1984	1'38	-3'06	-5'19	4'32	2'74	5'23	13'46	14'61	9'55	5'05	2'74	2'80	4'07°	1984/85
1985	-7'22	0'85	-2'28	1'10	1'95	7'42	12'34	12'90	13'47	10'39	4'36	1'78	5'03°	1985/86
1986	-1'68	-0'87	0'76	-1'37	3'72	8'20	12'68	13'45	10'45	7'68	3'46	3'27	4'55°	1986/87
1987	-2'44	-2'64	-0'4	-0'34	3'71	6'38	12'05	13'71	12'65	5'04	3'73	-1'11	4'61°	1987/88
1988	2'09	-0'54	-2'21	2'19	3'92	5'95	10'31	14'34	10'19	7'73	6'44	0'12	5'725°	1988/89
1989	3'65	-0'54	1'57	0'81	4'60	6'96	12'83							
TOTALES	-3'74	-15'34	-7'27	8'47	25'20	55'49	98'94	105'91	89'01	57'81	33'79	7'57	37'895	Suma
PROMEDIOS	-0'47	-1'92	-0'91	1'06	3'15	6'94	12'37	13'24	11'13	7'22	4'22	0'95	4'75°C	Promedio periodo

1.8.b. Promedios de temperatura: máximas:

	XII/I	I/II	II/III	III/IV	IV/V	V/VI	VI/VII	VII/VIII	VIII/IX	IX/X	X/XI	XI/XII
1981	-	-	-	-	-	-	-	14'63	14'92	9'44	7'99	3'15
1982	2'45	3'47	1'97	5'55	7'29	11'8	16'49	14'80	13'52	7'58	6'62	3'04
1983	4'08	1'82	7'20	4'08	4'18	12'42	14'78	16'01	13'56	13'23	6'84	3'83
1984	5'48	0'67	-1'30	5'35	6'85	9'51	17'53	17'59	14'25	8'21	5'18	5'36
1985	3'79	4'09	1'96	5'18	5'77	10'38	15'47	16'37	17'26	13'50	5'48	4'76
1986	1'65	-1'21	5'09	2'85	7'30	12'03	16'44	16'72	13'91	10'47	6'39	6'9
1987	1'25	0'47	2'71	3'09	7'48	9'79	15'27	17'18	15'99	7'59	6'95	1'9
1988	5'05	3'75	2'21	6'25	8'07	9'48	13'50	18'01	14'19	10'80	9'76	4'32
1989	7'07	3'44	5'45	4'68	8'92	10'20	16'81	-	-	-	-	-
TOTALES	32'42	16'70	25'29	37'03	55'85	84'89	126'29	131'31	117'60	100'82	55'21	33'26
Valores medios	4'05	2'9	3'16	4'63	6'98	10'61	15'79	16'41	14'70	10'10	6'9	4'16

Comentarios a la oscilación mensual promedio:

Valores de M-m promedio en las sucesivas treintenas.

XII/I 7'96°C	}	6'49°
I/II ... 6'93°C		
II/III... 6'78°C	}	7'09°
III/IV... 8'06°C		
IV/V.... 7'64°C	}	7'68°
V/VI.... 7'64°C		
VI/VII... 6'49°C	}	6'49°
VII/VIII... 8'88°C		
VIII/IX.... 7'41°C	}	5'20°C
IX/X		
X/XI 5'45°C	}	6'49°
XI/XII... 6'63°C		

I.B.c. Promedios de temperaturas mínimas:

	XII/I	I/II	II/III	III/IV	IV/V	V/VI	VI/VII	VII/VIII	VIII/IX	IX/X	X/XI	XI/XII
1981	-	-	-	-	-	-	-	9'95	9'26	11'2	3'86	-2'41
1982	-3'17	-3'21	-5'41	-2'93	-0'54	5'66	10'69	8'18	6'94	1'78	0'22	-4'36
1983	-2'71	-2'85	0'33	-4'15	-1'84	3'66	8'6	9'58	7'26	6'81	4'22	-2'58
1984	-2'71	-6'79	-0'91	-3'18	-1'37	-1'28	12'73	8'35	6'38	1'89	-0'33	0'23
1985	-10'35	-2'38	-6'53	-2'98	-1'87	4'45	9'20	9'42	9'67	7'28	-0'69	-1'39
1986	-5'00	-8'52	-3'6	-4'94	0'14	4'37	8'93	10'18	7'01	4'89	0'53	-0'68
1987	-6'13	-5'59	-3'89	-3'78	-0'07	2'96	8'84	10'24	5'58	2'49	0'51	-4'18
1988	-1'65	-4'84	-6'63	-1'87	-0'03	2'42	7'12	10'68	6'18	3'84	3'12	-4'39
1989	0'42	-4'53	-2'31	-3'88	0'30	3'54	8'29	-	-	-	-	-
Totales	-31'30	-36'71	-28'95	-27'47	-5'28	23'78	74'40	76'20	58'28	39'18	11'56	-19'76
Valores medios	-3'91	-4'84	-3'62	-3'43	-0'66	2'97	9'30	9'53	7'29	4'90	1'45	-2'47

I.B.d. Valores extremos de la temperatura en las treintenas:

I.B.d.1. Valores de temperatura máxima y fechas:

Absolutas	XII/I	I/II	II/III	III/IV	IV/V	V/VI	VI/VII	VII/VIII	VIII/IX	IX/X	X/XI	XI/XII
M	14'58	16'58	15'58	14'58	16'58	20°	23'58	25'58	24°	21°	15'28	13'58
Fecha	26/XII/1983	31/I/1982	10-III/88	20-IV/84 7-18-IV-87	23-IV/1984	6/VI/1983	6/7-VII/1982	15/VIII/1987	6/IX/1988	25/26-IX/1983	16/XI/1988	28/1984 16-17/85

I.B.d.2. Valores de temperatura mínima y fechas:

Absolutas	XII/I	I/II	II/III	III/IV	IV/V	V/VI	VI/VII	VII/VIII	VIII/IX	IX/X	X/XI	XI/XII
M	-21°	-18°	-16°	-148	-9'68	-4'58	1°	-2°	-2°	-4'58	-15'58	-15'58
Fecha	8-I/1985	10-II/1983	27-II/1988	25/83 29/87	8-V/1984	6-VI/1984	19-VII/1981	6-VIII/1985	14a 16-IX/1983	6 y 7-X/1984	19-20-XI/1985	19-XII/1981

Comentario: La oscilación mensual promedio, no alcanza los 8°C, es sólo de 7'09°C

Aparece una cierta tendencia a aumentar en los meses de días largos: 7'69s (máximo en la treintena VII/VIII con 8'88°C).

Disminuye en cambio en las estaciones de días cortos: Promedio de 6'49°C, con mínimo en IX/X = 5'20°C,

I.B.c. Promedios de temperatura de las estaciones:

	INVERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
1981	-	-	-	4'62°
1982	0'64	4'36	11'87	2'48
1983	-0'55	2'66	11'36	4'79
1984	-2'29	4'10	12'54	3'53
1985	-2'88	3'49	12'90	5'51
1986	-1'93	3'52	12'20	4'80
1987	-1'82	3'25	12'80	2'55
1988	-0'22	4'02	11'61	4'76
1989	1'56	4'12	-	-
Total	-7'49	20'72	85'58/7	33'04
Prome-medios	-0'94	3'72	12'22	4'13

1.C. Estudio de los valores relativos de la oscilación y estadístico de la variabilidad (la oscilación en % respecto al valor medio; la variabilidad en valores de tal coeficiente y del de precisión).

1.C.a. Meses y anualidades normales:

Periodo	Val. máx. y fecha	Val. mín. y fecha	Oscilac.	% Oscilación respecto al promedio	Promedio	Dispersión	Variabilidad*	P.*
Enero	4'0 (1983)	-6'1 (1985)	10'10	138'8 %	-1'125 ± 0'99	2'8 ± 0'7	31'55 ± 7'89	11'16 %
Febrero	1'4 (1985)	-3'95 (1984)	5'35	66'21 %	-1'92 ± 0'70	1'969 ± 0'492	8'66 ± 2'16	8'62 %
Marzo	3'35 (1989)	-3'60 (1984)	6'95	70'99 %	-0'21 ± 0'846	2'3926 ± 0'598	24'44 ± 6'11	8'64 %
Abril	4'25 (1984)	-1'85 (1986)	6'10	52'91 %	1'53 ± 0'70	1'98 ± 0'495	17'17 ± 4'29	6'07 %
Mayo	7'05 (1986)	1'05 (1984)	6'00	42'31 %	4'18 ± 0'722	2'043 ± 0'51	14'41 ± 3'60	5'09 %
Junio	9'80 (1983)	7'00 (1988)	2'80	14'8 %	8'92 ± 0'31	0'89 ± 0'198	4'70 ± 1'176	1'64 %
Julio	14'45 (1984)	11'25 (1987)	3'20	13'96 %	12'99 ± 0'407	1'15 ± 0'2875	5'00 ± 1'25	1'77 %
Agosto	13'75 (1987)	10'50 (1983)	3'25	14'52 %	12'38 ± 0'343	0'97 ± 0'2425	4'334 ± 1'08	1'53 %
Septiembre	13'00 (1985)	8'05 (1984)	4'95	24'23 %	10'43 ± 0'485	1'37 ± 0'343	6'71 ± 1'68	2'37 %
Octubre	7'50 (1985)	3'95 (1987)	3'55	22'21 %	5'98 ± 0'469	1'326 ± 0'332	8'30 ± 2'07	2'93 %
Noviembre	6'05 (1981)	0'10 (1985)	5'95	47'37 %	2'56 ± 0'621	1'755 ± 0'439	13'97 ± 3'49	4'94 %
Diciembre	2'93 (1987)	-2'00 (1981)	4'93	45'105 %	0'93 ± 0'556	1'571 ± 0'393	14'37 ± 3'59	5'09 %
Anual **	5'53° (1988) 1983	4'02° (1984) 1985	1'51	10'26 %	4'72 ± 0'155	0'439 ± 0'11	2'98 ± 0'746	1'053 %

I.C.b. Treintenas y anualidades:

Periodo	Val. máx. y fecha	Val. mín. y fecha	Oscilac.	% respecto a promedio	Promedio	Dispersión	Variabilidad*	P *
12/1	3'65 (1984/80)	-7'22 (1984/85)	10'87	114'06 %	-0'47 ± 1'08	3'064 ± 0'76	32'04 ± 8'01	11'34 %
1/2	0'95 (1985)	-4'67 (1986)	5'72	70'79 %	-1'92 ± 0'726	2'054 ± 0'514	25'42 ± 6'36	8'99 %
2/3	2'19 (1988)	-5'19 (1983)	7'38	81'19 %	-0'91 ± 0'73	2'053 ± 1'053	22'58 ± 5'65	7'99 %
3/4	4'32 (1984)	-1'37 (1986)	5'69	51'45 %	1'06 ± 0'56	1'59 ± 0'40	14'41 ± 3'60	5'05 %
4/5	4'60 (1989)	1'17 (1983)	3'43	26'08 %	3'15 ± 0'37	1'06 ± 0'26	8'02 ± 2'006	2'84 %
5/6	8'38 (1982)	5'23 (1984)	3'15	18'60 %	6'94 ± 0'36	1'01 ± 0'25	5'94 ± 1'49	2'10 %
6/7	13'59 (1982)	10'31 (1988)	3'28	14'66 %	12'37 ± 0'35	0'988 ± 0'247	4'42 ± 1'104	1'56 %
7/8	14'61 (1984)	11'80 (1982)	2'80	12'05 %	13'24 ± 0'29	0'82 ± 0'206	3'54 ± 0'886	1'25 %
8/9	13'47 (1985)	9'55 (1984)	3'92	18'55 %	11'13 ± 0'47	1'318 ± 0'33	6'24 ± 1'56	2'21 %
9/10	10'39 (1985)	4'68 (1982)	5'71	33'16 %	7'22 ± 0'73	2'07 ± 0'52	12'02 ± 3'005	4'25 %
10/11	6'44 (1988)	2'74 (1984)	3'70	26'02 %	4'22 ± 0'43	1'21 ± 0'3028	8'52 ± 2'130	3'01 %
11/12	2'80 (1984)	-1'11 (1987)	3'91	35'71 %	0'95 ± 0'52	1'46 ± 0'366	13'36 ± 3'34	4'73 %
Anualidad **	5'725 (1989-1987)	4'01 (1982-1983)	1'715	11'63 %	4'75 ± 0'192	0'5435 ± 0'136	3'685 ± 0'92	1'303 %

I.C.c. Estudio promedios estacionales:

Periodo	Val. máx. y fecha	Val. mín. y fecha	Oscilac.	% respecto a promedio	Promedio	Dispersión	Variabilidad *	P *
Invierno	1'56 (1989)	-2'88 (1985)	4'44	49'01 %	-0'94 ± 0'51	1'45 ± 0'362	15'96 ± 3'99	5'64 %
Primavera	4'36 (1982)	2'06 (1983)	1'50	10'93 %	3'72 ± 0'170	0'482 ± 0'120	3'51 ± 0'88	1'24 %
Verano	12'90 (1985)	11'61 (1988)	1'29	5'81 %	12'22 ± 0'189	0'499 ± 0'135	2'25 ± 0'60	0'849 %
Otoño	5'51 (1982)	2'48 (1985)	3'03	21'43 %	4'14 ± 0'375	1'060 ± 0'265	7'496 ± 1'874	2'651 %

* Calculados sumando 10°C a los valores promedio. ** Valores calculados sumando semestres desde VII-1981 a VI-1989.

Promedios de los tantos por ciento de los valores de la oscilación y de los valores de P. en los tres pares de series:

Valores de 12 meses normales: 46'118 %

Valores de 12 treintenas: 41'96 %

Valores de 4 estaciones: 21'795 %

Valores de 12 meses normales: 46'118 % Promedio P = 4'9875 %

Valores de 12 treintenas: 41'96 % Promedio P = 4'6134 %

Valores de 4 estaciones: 21'795 % Promedio: P = 2'595 %

2. VALORES MEDIOS DE PRECIPITACIÓN

2.A. Exposición de datos de períodos mensuales normales.

2.A.a. Precipitación mensual y anual

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total por años normales	Total precip. por anualidades.	Anualidades.
1981	-	-	-	-	-	-	35'7	77'9	208'2	92'9	5'5	414'4	-	1417'2	1981/82
1982	90'3	89'9	79'0	52'5	151'2	119'7	183'9	163'0	112'1	169'0	592'0*	118'0	>1920'6	1783'9	1982/83
1983	1'0	28'0	45'0	173'5	130'3	68'1	91'0	178'4	10'0	10'2	284'0	64'0	1083'5	1384'8	1983/84
1984	88'7	30'5	227'0	64'0	188'1	148'9	31'8	117'4	44'2	170'3	321'2	58'6	1490'7	1472'2	1984/85
1985	169'3	72'4	46'2	203'6	112'0	125'2	151'3	13'0	14'0	56'8	88'1	107'8	1159'7	1268'0	1985/86
1986	154'7	92'2	32'1	350'8	129'2	78'0	87'0	27'0	245'5	177'2	183'0	90'0	1646'7	1362'0	1986/87
1987	73'0	64'4	35'0	236'2	71'0	72'7	356'0	114'8	82'9	657'6	39'7	213'5	2016'8	2905'6	1987/88
1988	298'9	91'5	76'4	297'5	180'8	496'0	70'0	77'0	55'4	207'3	114'3	38'8	2003'9	1312'8	1988/89
1989	15'5	101'8	73'5	255'3	115'6	94'3	94'0								
Total	891'4	570'7	614'2	1633'4	1078'2	1202'9	1100'7	768'5	772'3	1541'3	1627'8	1105'1	11321'9	12.906'500	Total
Promedios	111'425	71'338	76'775	204'175	134'775	150'353	122'300	96'053	96'538	192'653	203'475	136'130	1617'414	1.613'31	1981/89
													1594'023		

2.A.b. Meses en que se han dado valores extremos de precipitación, años y anualidades.

2.A.b.1. Valores máximos y fechas:

1988	101'8	227'0	350'8	188'1	496'0	356'0	178'4	245'5	657'6	592'0*	414'4	2016'8
1989	1989	1984	1986	1984	1988	1987	1983	1986	1987	1982	1981	1987
												¿1982?

2.A.b.2. Valores mínimos y fechas:

1'0	28'0	32'1	64'0	71	68'1	31'8	27'0	10	10'2	5'5	38'8	1083'5
1983	1983	1986	1984	1987	1983	1984	1986	1983	1983	1981	1988	1983

* En un día, 7 de noviembre de 1982, más de 300 l/m².

2.B. Exposición de datos por treintenas estacionales.

2.B.a. Precipitación por treintenas estacionales y anualidades:

	XI/I	I/II	II/III	III/IV	IV/V	V/VI	VI/VII	VII/VIII	VIII/IX	IX/X	X/XI	XI/XII	Anuales	Precipitación por anualidades	Anualidades
1981	-	-	-	-	-	-	-	77'4	64'9	219'9	25'3	214'9	-	1.598'1	1981/82
1981/82	241'0	78'7	87'0	87'5	193'7	197'7	110'1	137	170'6	159'5	618'0	110'0	2.190'8	1.798'0	1982/83
1982/83	42'0	25'0	44'0	113'0	201'5	45'2	132'2	97'4	112'0	14'0	278'0	61'0	1.165'3	1.310'4	1983/84
1983/84	59'1	53'1	65'9	162'1	198'8	182'4	26'6	66'5	88'1	169'1	293'4	109'4	1.474'5	1.554'1	1984/85
1984/85	81'3	162'4	49'4	150'4	148'2	114'6	121'3	65'6	14'0	13'0	137'7	19'7	1.077'6	1.245'8	1985/86
1985/86	182'4	151'1	29'6	173'5	293'1	85'1	81'0	38'0	231'0	201'7	172'0	48'0	1.686'5	1.493'1	1986/87
1986/87	96'0	73'7	28'7	60'4	51'8	219'8	272'0	114'0	133'9	591'3	153'1	228'4	2.023'1	2.723'8	1987/88
1987/88	157'5	220'9	56'2	263'5	187'6	319'4	298'0	85'0	106'4	233'3	105'7	47'4	2.080'9	1.308'8	1988/89
1988/89	15'5	29'6	100'6	212'4	101'0	169'8	75'0						-	13.032'1	En el periodo de 8 años
Periodo	109'35	99'31	57'68	152'85	171'96	166'5	137'03	83'99	115'11	190'96	222'99	104'85	1.671'2	1.629'0	

2.B.b. Valores extremos en treintenas y fechas:

2.B.b.1. Valores máximos:

241'0	220'9	100'6	263'5	293'1	319'4	298'0	137	231'0	591'3	618'0	228'4	2.190'8
1981/82	1988	1989	1988	1986	1988	1988	1982	1986	1987	1982	1987	1981/1982

2.B.b.2. Valores mínimos:

15'5	25'0	28'7	60'4	51'8	45'2	26'6	38'0	14	13	25'3	19'7	1.077'6
1988/89	1983	1987	1987	1987	1983	1984	1986	1985	1985	1981	1985	1984/1985

2.b.c. Valores de precipitación por estaciones:

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
1981				460'1
1981/82	406'7	478'9	417'7	588'5
1982/83	111'0	359'7	341'6	353'0
1983/84	178'1	543'3	181'2	571'9
1984/85	293'1	413'2	200'9	170'4
1985/86	363'1	551'7	350'0	421'7
1986/87	198'4	332'0	519'9	972'8
1987/88	434'6	770'5	489'4	386'4
1988/89	145'7	483'2		-
Total	2130'7	3932'5	2500'7	4223'8
Promedios.	266'34	491'58	357'24	527'78

2. C. Estudio de los valores relativos de la oscilación y estadístico de la variabilidad.

2.C.c. Estudio de los promedios estacionales:

Estación	Valor máximo y fecha	Valor mínimo y fecha	Oscilación	% oscil. respect. valor medio	Valor medio	Dispersión.	V = Coefic. de variabilidad	P = Coefic. de precis.
INVIERNO	434'6 87/1983	111'0 82/1983	323'60	121'50 %	266'34 + 41'312	116'83 + 29'20	43'86 + 10'966	15'511 %
PRIMAVERA.	770'5 87/1988	332'0 86/1987	438'5	89'20 %	491'58 + 51'02	144'296 + 36'074	29'3535 + 7'338	10'379 %
VERANO	519'9 86/1987	181'2 83/1984	338'7	94'81 %	357'24 + 42'67	112'95 + 30'201	31'6174 + 8'454	11'945 %
OTOÑO:	972'8 86/1987	170'4 84/1985	802'4	152'03 %	527'78 + 90'45	255'79 + 63'95	48'465 + 12'116	17'138 %

2.C.b. Estudio de los promedios por treintenas:

Periodo	Valor máximo y fecha	Valor mínimo y fecha	Oscilac.	% oscil. resp.val.med.	Valor medio	Dispersión	V=Coefic. de variabilidad	P = Coefic. de precisión
XII/I	241'0 1981/82	15'5 1988/89	225'5	206'22 %	109'35 ± 25'55	72'267 ± 18'07	66'09 ± 16'52	23'369 %
I/II	220'9 1988	25'0 1983	195'9	197'26 %	99'31 ± 23'07	65'235 ± 16'31	65'69 ± 16'42	23'228 %
II/III	100'6 1989	28'7 1987	71'9	124'65 %	57'68 ± 8'53	24'124 ± 6'031	41'82 ± 10'46	14'789 %
III/IV	263'5 1988	60'4 1987	203'1	132'88 %	152'85 ± 21'91	61'96 ± 15'49	40'53 ± 10'13	14'334 %
IV/V	293'1 1986	51'8 1987	233'1	135'55 %	171'96 ± 24'06	68'029 ± 17'00	39'56 ± 9'89	13'989 %
V/VI	319'4 1988	45'2 1983	274'2	164'68 %	166'50 ± 28'37	80'226 ± 20'06	48'18 ± 12'05	17'038 %
VI/VII	298'0 1988	26'6 1984	271'4	198'06 %	137'03 ± 20'42	79'126 ± 19'78	57'74 ± 14'44	14'898 %
VII/VIII	137'0 1982	38'0 1986	99'0	117'87 %	83'99 ± 10'54	29'80 ± 7'45	35'48 ± 8'87	12'546 %
VIII/IX	231'0 1986	64'9 1981	166'1	144'23 %	115'11 ± 21'81	61'67 ± 15'42	53'57 ± 13'39	18'944 %
IX/X	591'3 1988	13'0 1985	578'3	290'90 %	198'98 ± 59'54	168'38 ± 42'10	84'62 ± 21'16	29'923 %
X/XI	618'0 1982	25'3 1981	592'7	265'81 %	222'98 ± 56'135	158'75 ± 39'69	71'20 ± 17'80	25'175 %
XI/XII	228'4 1987	19'7 1985	208'7	199'05 %	104'85 ± 25'96	73'423 ± 18'36	70'03 ± 17'51	24'762 %
Anual	2190'8 1981/82	1077'6 1984/85	1113'2	66'61 %	1.671'2 ± 156'97	415'49 ± 111'09	24'86 ± 6'64	9'392 %

2.C.a.a. Estudio de los promedios por meses:

Periodo	Valor máximo y fecha	Valor mínimo y fecha	Oscilac. resp.val. mod.	% Oscil. resp.val. mod.	Valor medio	Dispersión	V= Coefic. de variabilidad	P = Coefic. de precisión
Enero	298'9 1988	1'0 1983	297'9	267'35 %	111'425 + 31'68	80'577+22'39	80'39 + 20'1	28'427 %
Febrero	101'8 1989	28'0 1983	73'8	103'45 %	71'338 + 9'45	26'715+ 6'68	37'45 + 9'36	13'242 %
Marzo	227'0 1984	32'1 1986	194'9	253'86 %	76'775 + 21'02	59'44 +14'86	77'42 + 19'36	27'378 %
Abril	305'8 1986	52'5 1982	253'3	124'06 %	204'175 + 34'79	98'39+24'59	48'19 + 12'05	17'04 %
Mayo	188'1 1984	71'0 1987	117'1	86'89 %	134'775 + 12'65	35'77 + 8'94	26'54 + 6'64	9'385 %
Junio	496'0 1988	68'1 1983	427'9	284'58 %	150'363 + 45'46	128'56+ 32'14	85'50 + 21'37	30'23 %
Julio	356'0 1987	31'8 1984	324'2	265'09 %	122'300 + 31'565	94'695+23'67	77'428 + 18'22	25'81 %
Agosto	178'4 1983	13'0 1985	165'4	172'18 %	96'063 + 22'78	64'422+16'11	67'062 + 16'77	23'71 %
Septiembre	245'5 1986	10'0 1983	135'5	243'95 %	96'538 + 29'00	82'02 + 20'51	84'96 + 21'24	30'04 %
Octubre	657'6 1987	10'2 1983	647'4	336'03 %	192'663 + 66'08	186'87+46'7	96'99 + 24'25	34'297 %
Noviembre	592'0 1982	5'5 1981	586'5	288'24 %	203'475 + 63'62	179'93+44'98	88'429+ 22'11	31'269 %
Diciembre	414'4 1981	38'8 1988	375'6	271'90 %	138'138 + 40'89	115'64+28'91	83'71 + 29'92	29'602 %
Años	2016'8 1987	1083'5 1983	933'3	57'70 %	1.617'4 + 136'38	361'00+96'52	22'32 + 5'97	8'432 %

3. PROMEDIOS DE INNIVACIÓN

3.A. Número relativo de días de innivación en el periodo de 10 meses (septiembre a junio).

3.A.a. Días de innivación por meses naturales o julianos (en %) :

Años	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1981	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	-	-	-	3(9'68%)	-	22(70'97%)
1982	31(100%)	28(100%)	31(100%)	30(100%)	12(38'71%)	-	-	-	-	3(9'68%)	16(53'33%)	31(100%)
1983	31(100%)	28(100%)	31(100%)	19(63'33%)	31(100%)	3(10%)	-	-	-	-	6(20%)	17(54'84%)
1984	31(100%)	29(100%)	31(100%)	30(100%)	31(100%)	14(46'67%)	-	-	-	-	27(90%)	31(100%)
1985	31(100%)	28(100%)	31(100%)	30(100%)	29(93'58%)	-	-	-	-	1(3'22%)	19(63'33%)	23(74'19%)
1986	31(100%)	28(100%)	31(100%)	30(100%)	23(74'19%)	-	-	-	-	-	18(60%)	31(100%)
1987	31(100%)	28(100%)	17(54'84%)	27(90%)	6(19'35%)	-	-	-	-	5(16'13%)	30(100%)	31(100%)
1988	31(100%)	29(100%)	31(100%)	30(100%)	24(77'42%)	-	-	-	-	1(3'33%)	6(19'35%)	3(9'68%)
1989	4(12'9%)	22(78'57%)	17(54'84%)	30(100%)	10(32'26%)	-	-	-	-	-	-	-
Total	221	220	220	226	166	17	-	-	1	18	116	189
	712'9	778'57	708'68	753'33	535'48	56'67	-	-	3'33	58'06	386'66	609'68
Promedios	27'63	27'5	27'5	28'25	20'75	2'125	-	-	0'125	2'25	14'5	23'625
	88'12	97'32	88'59	94'17	66'94	7'08	-	-	0'42	7'26	48'33	76'21

3.A.b. Días de innivación por treintenas estacionales (en %) :

Anualidades	XI/I	I/II	II/III	III/IV	IV/V	V/VI	VI/VII	VII/VIII	VIII/IX	IX/X	X/XI	XI/XII
1981	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	-	-	3(10%)	-	11(35'3%)
1982	31(100%)	31(100%)	28(100%)	31(100%)	22(73'23%)	-	-	-	-	2(6'67%)	7(22'58%)	30(100%)
1983	31(100%)	31(100%)	28(100%)	31(100%)	30(100%)	14(45'16%)	-	-	-	-	5(16'13%)	7(23'33%)
1984	31(100%)	31(100%)	29(100%)	31(100%)	30(100%)	24(77'42%)	-	-	-	-	17(54'84%)	30(100%)
1985	31(100%)	31(100%)	29(100%)	31(100%)	30(100%)	9(29'03%)	-	-	-	-	10(32'28%)	24(80%)
1986	29(93'58%)	31(100%)	28(100%)	31(100%)	30(100%)	3(9'68%)	-	-	-	-	8(25'81%)	30(100%)
1987	31(100%)	31(100%)	19(61'83%)	26(83'87%)	11(36'67%)	2(6'45%)	-	-	-	1(3'33%)	24(77'41%)	30(100%)
1988	31(100%)	31(100%)	29(100%)	31(100%)	30(100%)	4(12'9%)	-	-	1(3'23%)	6(20%)	-	3(10%)
1989	4(12'90%)	22(70'97%)	22(78'57%)	21(67'74%)	20(66'67%)	-	-	-	-	?	?	?
Totales	219	239	211	233	203	54	-	1	1	12	63	165
	712'45	770'97	746'23	751'61	676'17	180'64	-	-	3'3	40%	148'96	548'83
Promedios	27'375	29'875	26'375	29'125	25'375	6'75	-	0'125	0'125	1'5	7'88	20'625
	89'08%	96'37%	93'28%	93'95%	84'52%	22'58%	-	-	0'42%	5%	28'64%	68'6%

3.A.c. Dias por estaciones (en %):

	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
1981	?	?	?	14 15'38%
81 / 1982	90 100%	53 57'61%	-	39 42'86%
82 / 1983	90 100%	75 81'52%	-	12 13'187%
83 / 1984	91 100%	85 92'39%	-	47 51'65%
84 / 1985	90 100%	70 76'09%	-	34 37'36%
85 / 1986	88 97'98%	64 69'57%	-	38 41'75%
86 / 1987	81 90%	39 43'39%	-	55 60'44%
87 / 1988	91 100%	65 70'652%	1 3'226%	9 9'89%
88 / 1989	48 53'3%	41 44'57%	-	?
	669 741'2	492 535'792	1 3'226	248 272'525
	83'63 92'65%	61'5 66'97%	0'125 0'40%	31 34'07%

3.A.e. Estudio de la variabilidad interanual en treintenas estacionales (en % de treintena):

	Val. máx y fecha	Val. mín y fecha	Oscilac.	% Oscilación resp.val.med.	Valor medio	Dispersión	V = coefic.variab.	P
XII/I	100% (en 6 años)	12'90 % (1989)	87'1	97'80 %	89'06 ± 10'109	28'589 ± 7'1473	32'101 ± 8'025	11'35 %
I/II	100% (en 7 años)	70'97 % (1989)	29'03	30'12 %	96'37 ± 3'314	9'601 ± 2'400	9'962 ± 2'491	3'52 %
II/III	100% (en 6 años)	67'86% (1987)	32'14	34'46 %	93'28 ± 4'209	11'903 ± 2'975	12'761 ± 3'190	4'51 %
III/IV	100% (en 6 años)	67'74 % (1989)	32'26	34'33 %	93'95 ± 3'969	11'225 ± 2'806	11'948 ± 2'987	4'22 %
IV/V	100% (en 5 años)	36'67 % (1987)	63'33	74'93 %	84'52 ± 7'841	22'175 ± 5'544	26'236 ± 6'559	9'28 %
V/VI	77'42% (1984)	0 (en 2 años)	77'42	342'87 %	22'58 ± 10'370	29'327 ± 7'332	129'880 ± 32'47	45'93 %
VIII/IX	3'23% (1988)	0 (en 7 años)	2'23	530'95 %	0'42 ± 0'378	1'0682 ± 0'267	254'333 ± 63'58	89'93 %
IX/X	20'0 % (1988)	0 (en 4 años)	20'0	400'0 %	5'0 ± 2'351	6'648 ± 1'662	132'96 ± 33'24	47'02 %
X/XI	77'41% (1987)	0 (en 2 años)	77'41	270'29 %	28'64 ± 8'766	24'79 ± 6'1975	86'557 ± 21'64	30'61 %
XI/XII	100% (en 4 años)	10% (1988)	90'0	131'2 %	68'60 ± 12'903	36'49 ± 9'1225	53'192 ± 13'30	18'81 %
Totales								264'18
Promedios								26'418%

3.A.f. Variabilidad interanual por estaciones:

Esta- ción	Val. máx. y fecha	Val. mín. y fecha	Osci- ción	% Oscil. respect. valor medio	Valor medio	Dispersión	V=Coefic.de variabilidad	P= Coefic. de precisión
In- vierno	100% 5 años	53'3% 1989	46'7	50'4 %	92'65% ± 5'384	15'227 ± 3'807	16'43 ± 4'109	5'81 %
Prima- vera	92'39% 1984	43'39 1987	49'0	73'17 %	66'97% ± 6'528	18'46 ± 4'615	27'56 ± 6'89	9'75 %
Verano	0'4% 1988	0 7 años	0'4	10 %	0'40% ± 0'377	1'0669 ± 0'27	266'73 ± 66'68 (!)	94'32 %
Otoño	60'44% 1987	9'89 1988	50'55	148'4 %	34'07% ± 6'313	17'863 ± 4'46	52'43 ± 13'11	18'53 %

3.B. Espesor de la capa de nieve promedio en centímetros:

3.B.a. En meses de año natural juliano:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1981	?	?	?	?	?	?	-	-	-	1'065	-	37'323
1982	35'871	122'036	124'290	104'300	8'358	-	-	-	-	1'452	4'133	28'740
1983	17'870	26'214	15'355	22'433	60'968	1'667	-	-	-	-	1'667	36'250
1984	49'149	60'069	92'290	98'634	72'516	28'667	-	-	-	-	4'934	96'065
1985	90'000	113'392	115'935	109'033	51'968	-	-	-	-	0'097	4'800	11'129
1986	76'581	67'571	56'871	40'834	68'871	-	-	-	-	-	19'334	27'226
1987	19'161	23'107	5'161	40'200	1'390	-	-	-	-	1'000	1'100	42'000
1988	93'968	160'887	139'226	129'500	57'774	-	-	-	0'333	1'226	-	0'839
1989	0'903	12'296	10'516	59'700	10'516	-	-	-	-	-	-	-
T o t a l e s	383'548	585'572	557'644	604'634	332'361	30'334	-	-	0'333	4'840	65'968	279'572
Promedios	47'944	73'197	69'706	75'579	41'345	3'792	-	-	0'042	0'605	8'246	34'946

3.B.b. En treintenas estacionales :

	XII/I	I/II	II/III	III/IV	IV/V	V/VI	VI/VII	VII/VIII	VIII/IX	IX/X	X/XI	XI/XII
1981	?	?	?	?	?	?	-	-	-	-	1'065	8'367
81/1982	<u>106'613</u>	128'419	128'107	128'032	32'636	-	-	-	0'667	-	1'451	17'100
82/1983	29'580	20'452	23'32	4'129	61'6	21'645	-	-	-	-	1'483	10'267
83/1984	51'258	59'323	66'820	124'839	121'967	<u>54'548</u>	-	-	-	-	<u>26'903</u>	<u>82'967</u>
84/1985	84'903	110'935	114'250	127'030	79'467	9'871	-	-	-	-	2'032	3'934
85/1986	59'065	70'194	64'214	80'355	120'83	1'129	-	-	-	-	8'419	28'234
86/1987	23'129	22'580	9'821	36'387	5'900	0'323	-	-	-	0'167	1'484	32'600
87/1988	60'419	<u>155'806</u>	<u>148'28</u>	<u>132'90</u>	95'83	3'000	-	-	0'323	1'067	<u>0'516</u>	<u>0'867</u>
88/1989	0'903	<u>4'516</u>	18'535	38'194	32'967	-	-	-	-	-	-	-
Totales	415'870	572'226	571'347	631'866	549'997	90'516	-	-	0'323	1'901	43'353	185'36
Promedios	5'984	71'528	71'418	83'983	68'750	11'315	-	-	0'040	0'238	5'419	23'17

3. B.c. Durante las estaciones:

	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
1981			?	3'144
81/1982	119'046	53'575	-	6'406
82/1983	24'451	29'125	-	0'392
83/1984	59'134	100'251	-	36'620
84/1985	103'627	72'123	-	0'199
85/1986	64'491	70'77	-	12'218
86/1987	18'51	14'203	-	11'414
87/1988	121'501	77'243	0'108	0'817
88/1989	7'985	23'520	-	?
Totales	518'745	441'610	0'108	71'210
Promedios en cm.	64'84	55'2	0'0135	8'90125

3.B.e. Estudio de la variabilidad interanual en treintenas estacionales.

	Val. max y fecha	Val. mín y fecha	Oscilac.	% oscilación res. Val. mod.	Valor medio	Dispersión	V = Coef. variabil.	P
XII / I	106'613 (81/1982)	0'903 (83/1989)	105'71	203'35%	51'984 ± 10'957	30'988 ± 7'747	56'61 ± 14'903	21'079 %
I / II	155'806 (1988)	4'516 (1989)	151'29	211'51%	71'528 ± 17'75	50'204 ± 12'55	70'188 ± 17'55	24'82 %
II / III	148'28 (1988)	9'821 (1987)	138'46	193'87%	71'418 ± 17'666	44'96 ± 12'49	69'954 ± 17'49	24'74 %
III / IV	132'90 (1988)	4'129 (1983)	128'771	153'33%	83'983 ± 17'055	48'231 ± 12'058	57'429 ± 14'357	20'31 %
IV / V	120'83 (1986)	5'900 (1987)	114'93	167'17%	68'750 ± 14'231	40'246 ± 10'062	58'54 ± 14'635	20'70 %
V / VI	54'548 (1984)	0 (en 2 años)	54'548	482'09%	11'315 ± 6'285	17'775 ± 4'444	157'09 ± 39'27	55'55 %
VI / VII	0'323 (1988)	0 (en 7 años)	0'323	807'50%	0'040 ± 0'035	0'10005 ± 0'025	250'125 ± 62'53	88'45 %
VII / VIII	1'067 (1988)	0 (en 5 años)	1'067	448'32%	0'238 ± 0'135	0'3806 ± 0'095	159'92 ± 39'98	65'55 %
VIII / IX	26'903 (1984)	0'516 (1988)	26'387	486'93%	5'419 ± 2'99	8'45 ± 2'113	155'93 ± 38'98	55'14 %
IX / X	82'967 (1984)	0'867 (1988)	82'100	354'34%	23'17 ± 8'823	24'951 ± 6'2378	107'687 ± 13'46	38'08 %
X / XI								
XI / XII								
Totales								414'42
Promedios								41'442 %

Comentarios: También la variabilidad de las treintenas es algo menos en conjunto (v.P). La variabilidad es acusadamente más baja en las dos primeras treintenas primaverales (20'31 + 20'70/2 = 20'505%) que en el conjunto del invierno (21'079 + 24'82 + 24'74/3 = 23'546). La variabilidad es muy elevada (salvo la última treintena) en otoño (65'55 + 55'14 + 38'08/3 = 52'923) aspectos que también confirma el estudio por estaciones (v.3.B.f.).

3.B.f. Variabilidad interanual por estaciones:

Estación	Val. max. y fecha	Val. min. y fecha	Oscilación	% oscil. respect. valor medio	Valor medio	Dispersión	V = Coefic. de variabilidad	P = Coefic. de precisión
Invierno	121'501 87/1988	7'985 88/1989	113'516	175'07 %	64'84 ± 15'16	42'87 ± 10'72	66'117 ± 16'53	23'38 %
Primavera	100'251 1984	14'203 1987	86'048	155'884 %	55'2 ± 10'01	28'309 ± 7'078	51'284 ± 12'82	18'13 %
Verano	0'108 1988	0 7 años	0'108	100'0 %	0'0135 ± 0'0126	0'0357 ± 0'00032	264'44 ± 66'111	93'509 %
Otoño	36'620 1984	0'199 1985	36'421	409'17 %	8'90125 ± 4'029	11'393 ± 2'848	127'199 ± 31'998	45'26 %

NORMAS DE PUBLICACIÓN

“Lucas Mallada” publica artículos y notas de investigación inéditos encuadrados en las distintas ramas de las Ciencias.

1. Los trabajos, que no podrán sobrepasar las 20 páginas, serán mecanografiados en hojas DIN A-4 (30 líneas de 70 espacios cada una) por una sola cara y a doble espacio. Se presentará el original acompañado de dos copias, con las páginas numeradas.
2. El texto podrá redactarse en castellano, aragonés o inglés.
3. Los caracteres en cursiva se utilizarán para los nombres científicos de géneros y de especies y para los neologismos intraducibles; las citas textuales, independientemente de la lengua, se consignarán en letra redonda y entre comillas, y los nombres de autor que sigan a un taxon irán en redonda. Un subrayado simple significa letra cursiva, un doble subrayado letra versalita, un triple subrayado versales o mayúsculas, un subrayado con cuatro líneas versales cursivas. En el texto no ha de figurar ninguna referencia que deba ser indicada con negritas.

Los topónimos se escribirán en su forma original o bien en la lengua en que esté escrito el trabajo, siguiendo siempre el mismo criterio.

Los números del uno al diez, siempre que aparezcan en el texto, se escribirán con letra.

Se evitarán siempre las notas a pie de página.

4. Cada autor recibirá una prueba de imprenta de su trabajo para su corrección, que devolverá en el plazo de diez días.
5. Los artículos constarán, en principio, de los apartados que a continuación se describen. En todo caso, siempre que el trabajo lo requiera, esta estructura podrá modificarse del modo que resulte más conveniente.

Título. El título será conciso pero suficientemente indicador de su contenido; género y especie irán acompañados de los táxones correspondientes.

Nombre del autor o autores, con su dirección postal.

Resumen en castellano que no supere las doce líneas mecanografiadas y que recoja lo esencial del manuscrito.

Abstract en inglés con las mismas características que el resumen. Estará encabezado por el título del trabajo en *cursiva*.

Palabras clave en inglés (seis como máximo), que orienteñ sobre el contenido del trabajo en orden de importancia, dejando en último lugar el área geográfica.

Introducción. Se ofrecerá en la introducción una idea de los antecedentes históricos del tema, así como del interés y la finalidad del trabajo.

Material y métodos. Incluirá la información pertinente de las especies estudiadas, aparatos utilizados, métodos de estudio y de análisis de los datos y zona de estudio.

Resultados. En esta sección se presentarán únicamente los datos obtenidos (inéditos).

Discusión. Se discutirán los resultados y su comparación con trabajos relacionados: las sugerencias de investigaciones futuras podrán aportarse al final de este apartado.

Conclusiones (optativo). Cuando las haya, deberán presentarse en forma de afirmaciones concretas y ordenadas.

Bibliografía. Cada trabajo deberá ir acompañado de una bibliografía, que solamente contendrá las publicaciones citadas en el texto.

6. *Tablas y figuras*. Los pies de tablas y figuras serán claros y concisos. En el caso de que la figura presente una leyenda, ésta se incluirá preferentemente en el pie. Las tablas se numerarán I, II, III, etc. y deberán estar siempre reseñadas en el texto. Las ilustraciones deberán presentarse separadas del texto e indicando en su dorso el título del trabajo y el nombre del autor o autores escritos a lápiz. Toda clase de ilustraciones (gráficos, figuras o fotografías) entrarán con el nombre de figura y se numerarán 1, 2, 3, etc., siendo siempre reseñadas en el texto. Los autores deberán indicar en el original, al margen, en qué parte del texto desean intercalar las figuras y las tablas.



INSTITUTO DE ESTUDIOS ALTOARAGONESES
DIPUTACIÓN DE HUESCA



9 770214 831004