LA PRECIPITACIÓN EN EL PIRINEO ESPAÑOL

Peio Oria Iriarte
Delegación Territorial de AEMET en Navarra

RESUMEN: La cordillera pirenaica, frontera natural que separa la península ibérica del resto del continente europeo, actúa a modo de gran escudo climático originando una fuerte asimetría entre la vertiente norte y la sur así como una marcada disminución de la precipitación media anual de oeste a este. Esta configuración en forma de gran barrera climática se explica fundamentalmente en base a la dependencia de la dinámica atmosférica general, a la orientación de las montañas respecto a la llegada de sistemas frontales propiciados por dicha dinámica y a la interferencia de los rasgos oceánicos y mediterráneos. En esta contribución se analizan algunos rasgos climáticos de la variable precipitación a lo largo de los Pirineos españoles. Por tanto, este trabajo quedará prácticamente restringido a la vertiente sur geográfica, cuyas aguas vierten al mar Mediterráneo, ya que la vertiente norte que queda encuadrada en territorio español presenta solo tres zonas diferenciadas: los valles navarros de Baztán y Bidasoa cuyas aguas vierten al Atlántico, la localidad de Valcarlos también en Navarra y el valle de Arán en el Pirineo leridano. La citada disminución de la precipitación y su estrecha relación con la circulación atmosférica en nuestras latitudes definen, junto a otras variables y fenómenos, uno de los rasgos climáticos del Pirineo más singulares: en una cadena montañosa de escasos 400 kilómetros de longitud y, en consecuencia, mucho menor que otros grandes sistemas de relieve de la Tierra, destaca la presencia de varios tipos de clima, entre los que se encuentran el oceánico y el de alta montaña así como subclimas de tipo mediterráneo, como el continental y el marítimo.

1. LA PRECIPITACIÓN EN EL PIRINEO Y SU VARIABILIDAD

Durante una gran parte del año la meteorología de la cordillera pirenaica está gobernada por los mecanismos propios del área templada, como son la presencia de las masas de aire polar y las típicas borrascas atlánticas con sus frentes asociados. Sin embargo, a medida que se aproximan los meses estivales, se aprecia una disminución de esta influencia y el progresivo dominio de las masas de aire cálido y de las configuraciones anticiclónicas de las regiones subtropicales, más concretamente del anticiclón de las Azores. Por tanto, la circulación de vientos del oeste es la que protagoniza la principal contribución a la precipitación anual aunque especialmente en el Pirineo central y oriental hay que reseñar la precipitación de origen convectivo y de los sistemas tormentosos estableciendo registros que en ocasiones se convierten en dominantes. No en vano, el mayor número de días de tormenta en la Península se da precisamente en el sector centro-este de la cordillera. En las proximidades del Mediterráneo destaca el irregular otoño que, pese a ser la estación que presenta mayor volumen de precipitaciones, muestra una tendencia a que se produzcan de manera torrencial, con alta intensidad y baja frecuencia en el tiempo así como asociadas a la influencia de los levantes mediterráneos.

En la figura 1 se muestra un mapa que refleja la precipitación media anual recogida en 168 estaciones manuales de titularidad de AEMET durante el último tercio del siglo pasado. Para la confección de dicho mapa se utiliza como método de interpolación un «krigeado» simple. Es significativo el gradiente latitudinal de la precipitación en Navarra y Pirineo occidental de Aragón, estrechamente relacionado con la compartimentación del relieve en forma de sucesiones de sierras y macizos montañosos dispuestos de norte a sur. Es aquí donde se producen los mayores gradientes pluviométricos norte-sur, especialmente durante el invierno y en situaciones de noroeste en todos los niveles y cuando el chorro en altura se sitúa en el norte del Pirineo. Con esta

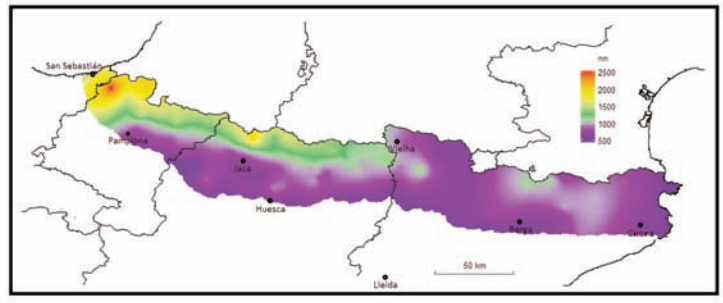

Figura 1.
Precipitación media anual en el Pirineo español (en mm).

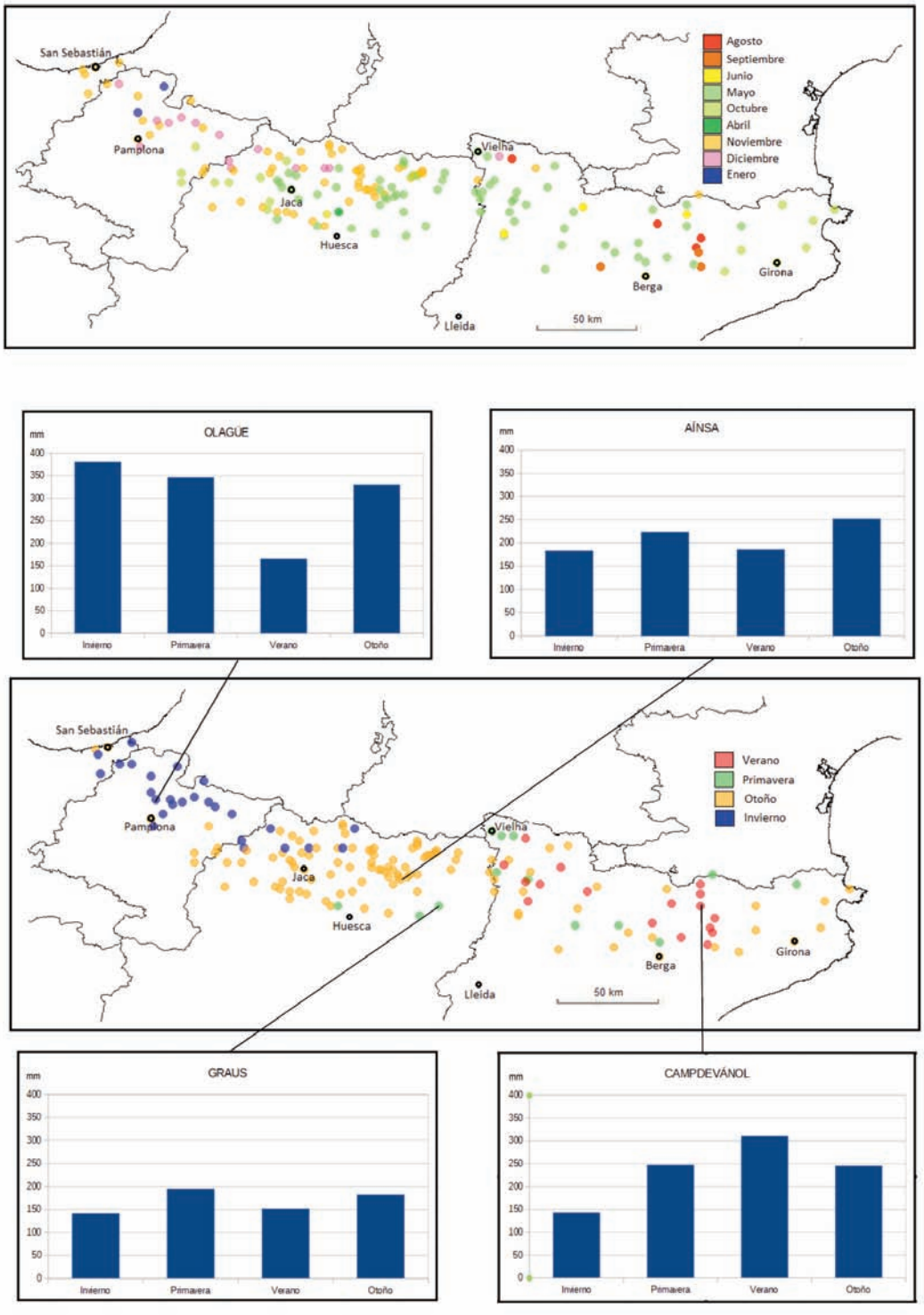

Figura 2. Meses y estaciones con mayor precipitación en el Pirineo español.

configuración el Pirineo más occidental registra en ocasiones el máximo pluviométrico peninsular. Esta distribución zonal pierde protagonismo conforme se avanza hacia el este. A pesar de que la compartimentación orográfica es incluso más abrupta en el centro de la cordillera, donde tanto la zona axial y las sierras interiores del Pirineo como el Prepirineo alcanzan las mayores altitudes, las precipitaciones invernales llegan muy debilitadas a la vertiente sur del centro y del este de la cadena, circunstancia que veremos en diversas partes de este trabajo. Es aquí donde, como ya se ha indicado, la precipitación de origen convectivo gana el pulso a la frontal y donde la distribución más errática de los chubascos tormentosos dibuja un mapa de precipitación total que, sin entrar en diferencias locales, que por supuesto existen, no muestra gradientes espaciales tan marcados como en la zona occidental. En cuanto a los valores totales medios de las series de precipitación destaca el máximo pluviométrico del noroeste de Navarra, superando la serie anual de precipitación de la estación de Artikutza los 2500 mm y donde, en general, se registran valores superiores a los 2000 mm en las cuencas bien orientadas a las perturbaciones provenientes del Atlántico. Exceptuando emplazamientos de alta montaña en donde no se dispone de suficientes datos en el periodo escogido se puede situar la cabecera del valle del Aragón como el lugar que marca la frontera de la isoyeta de 2000 mm. Por el otro extremo, en las cercanías del mar Mediterráneo, los totales de precipitación disminuyen hasta valores que apenas superan los 500 mm. No en vano, en Cataluña no son muchos los observatorios que marcan registros superiores a los 1000 mm y se encuentran principalmente en las zonas montañosas de Arán, Boí, Ripollés, la Cerdanya y en la comarca de la Garrotxa. Habría que recalcar que quedan excluidas las zonas de alta montaña (por encima de 2000 metros) donde a lo largo de gran parte de la cordillera se rebasan los 2000 mm con creces. Al hilo de esto último es significativo pensar que la disimetría que presentan los extremos occidental y oriental de la cordillera no está en absoluto reforzada con el gradiente altitudinal de la precipitación, puesto que el Pirineo más occidental pierde altura muy paulatinamente mientras que en el oriental hay un verdadero escalón, como refleja el hecho de que los casi 2800 metros del Canigó se elevan sobre las llanuras del Rosselló y L'Empordá, a escasos 50 kilómetros del Mediterráneo. Para encontrar en el extremo opuesto una cumbre de similar altitud la distancia al Atlántico es de 125 km (Midi d'Ossau).

Al gran contraste de precipitaciones hay que sumarle la extraordinaria variedad de regímenes pluviométricos estacionales. Este hecho se revela de manera evidente si nos formulamos la simple pregunta de qué mes es el más lluvioso en cada una de las zonas del Pirineo. La respuesta es que de los doce meses del año tan solo febrero, marzo y julio no resultan ser el mes más lluvioso en alguno de los observatorios ubicados en el Pirineo (figura 2). Además, si agrupamos la precipitación por estaciones meteorológicas se obtiene que la precipitación en cada una de ellas es máxima en al menos uno de los puntos de observación. En la figura se muestran también histogramas de algunos observatorios.

Para profundizar un poco más en la cuestión de la distribución temporal de la precipitación se puede analizar el coeficiente de variabilidad, obtenido mediante un sencillo cálculo consistente en dividir la desviación estándar de los datos (es decir, cuánto se alejan los datos de precipitación del valor medio) entre la media de dicha precipitación. Un observatorio que recogiese el mismo número de litros todos los meses presentaría un 0 % de variabilidad y si toda la precipitación anual se registrase en un solo mes del año se tendría un valor máximo de la misma. En la figura 3 se presenta el coeficiente de variabilidad obtenido a partir de los valores medidos en los observatorios del Pirineo e interpolados a todo el territorio. El mapa superior corresponde a los datos mensuales y el inferior a los datos estacionales agrupados por meses meteorológicos (DEF, MAM, JJA, SON). Se acompañan histogramas de precipitación de algunas estaciones. En los mapas se observa que a medida que nos alejamos hacia el este desde el Cantábrico oriental, el efecto de la proximidad al océano Atlántico en la variabilidad de las precipitaciones desaparece mucho más rápidamente que en el comportamiento de los totales pluviométricos. De hecho, es significativo que solo se obtengan valores del 20 % tan solo a unos pocos kilómetros de la costa, de manera que la zona central del Pirineo navarro marca un acusado máximo alcanzando el 37 % en Eugui (valle de Esteribar, Navarra). Como se puede observar en el histograma de la precipitación de esta localidad, lo que verdaderamente contribuye a valores tan elevados del coeficiente de variabilidad es el mínimo de precipitación estival, que aun teniendo un valor nada desdeñable e incluso superior al de zonas situadas más al este, se sitúa en valores muy inferiores al del resto de las estaciones del año, donde, como se ha hecho mención previamente, la precipitación alcanza registros muy importantes debido a la influencia de los sistemas de bajas presiones provenientes del Atlántico. Además, en el Pirineo navarro el máximo pluviométrico tiene lugar en la estación invernal debido a la mayor frecuencia del paso de dichos sistemas. En cualquier caso, la disminución estival no supone la aparición de aridez, salvo por debajo de los 650 metros de altitud, donde las pérdidas por evaporación no son en absoluto despreciables tal y como refleja el paisaje de la Depresión Media o canal de Berdún en el tramo Pamplona-Jacetania. Al máximo pluviométrico invernal le sucede (en la mayoría de los observatorios estudiados) el otoño como máximo secundario.

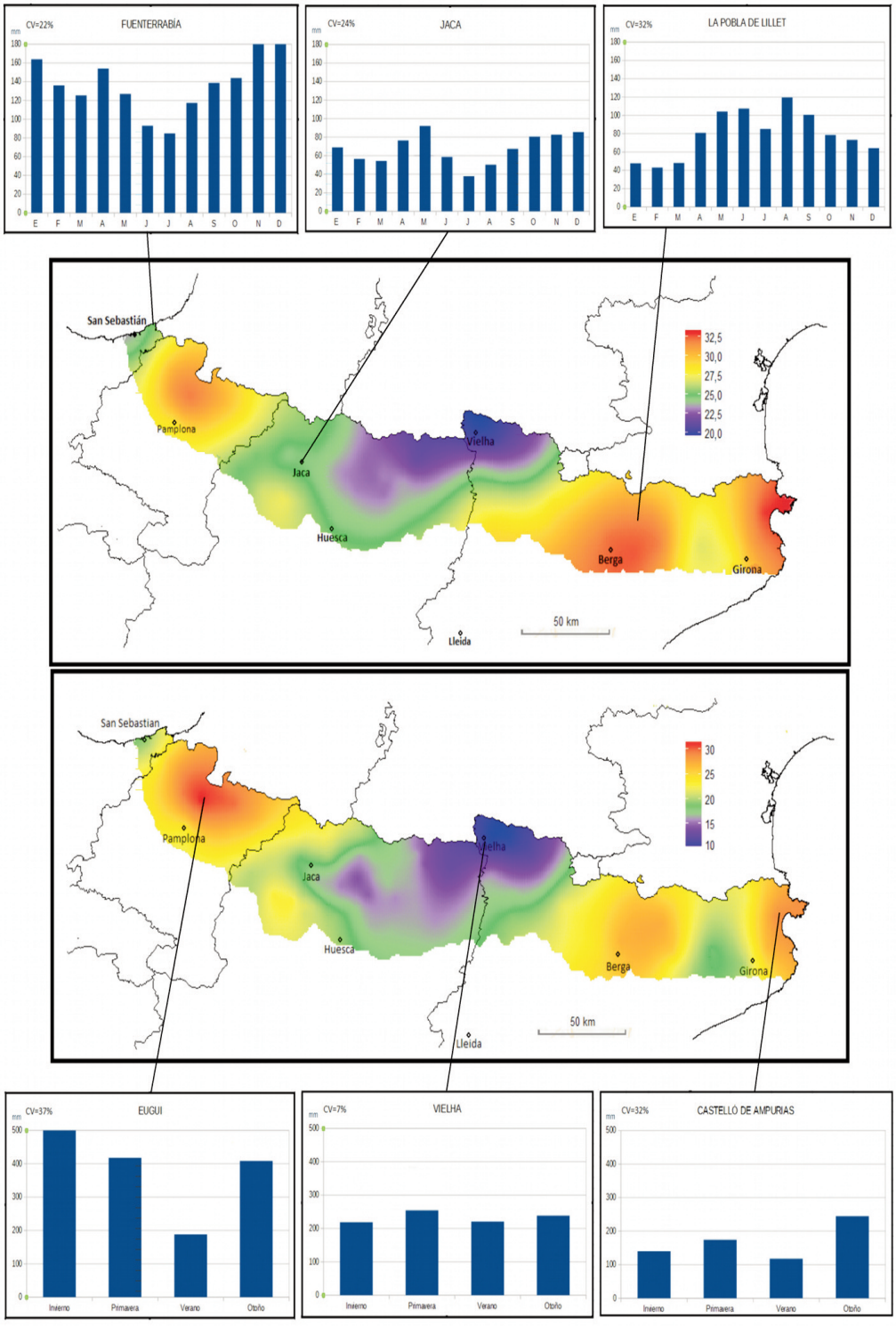

Figura 3. Coeficiente de variabilidad por meses y estaciones en el Pirineo español.

Continuando hacia el este, los valores de precipitación invernales disminuyen progresivamente a medida que se configuran dos máximos anuales, uno en primavera y otro en otoño (véase histograma de Jaca). De este modo, a pesar de que en numerosas estaciones del Pirineo central (así como algunas del Prepirineo occidental) se da el máximo de precipitaciones en la primavera tardía (generalmente en mayo) es el otoño la estación más lluviosa sucediéndole un máximo secundario primaveral. En gran parte del Pirineo central se podría asociar el establecimiento de este máximo equinoccial con la mayor frecuencia de la llegada de temporales del oeste y sudoeste en dichas estaciones coincidiendo con el desplazamiento latitudinal de toda la circulación general atmosférica. La llegada de frentes de poniente, con flujo de componente sur en niveles bajos por delante del frente, deja cuantiosas precipitaciones en algunos valles pirenaicos de la vertiente meridional como los de las comarcas del Sobrarbe y la Ribagorza. Valga como ejemplo que la estación sobrarbense de Pineta, situada en el valle del mismo nombre, suele ser la estación que registra el máximo pluviométrico con situaciones de suroeste sinóptico. Como es de esperar, a medida que nos desplazamos hacia el este se hacen aún más patentes las características mediterráneas de tipo equinoccial. Al máximo primario de otoño y máximo secundario de primavera (en algunas ocasiones es al contrario) hay que añadir los acusados matices continentales que se traducen en un incremento considerable de las precipitaciones estivales, generalmente de carácter tormentoso. Tal circunstancia hace que en determinadas zonas del Pirineo aragonés el verano ostente el mínimo secundario, con precipitación superior a la invernal. Por tanto, en el Pirineo central aragonés los máximos equinocciales de precipitación dividen generalmente al año en dos épocas húmedas y dos secas, si bien no pueden emplearse los términos de sequía invernal y estival. Mientras la primera coincide con la época fría y además disfruta de un mayor número de días de precipitación, la estival es mucho más acusada por coincidir con la época de máxima evaporación y con un menor número de días de lluvia así como por exhibir una fuerte variabilidad interanual.

Tan solo en algunos valles orientales del Pirineo central aragonés (Chistau, Benasque) y, especialmente, en el leridano de Arán la precipitación se reparte a lo largo del año de modo tan uniforme entre las cuatro estaciones, que puede hablarse de un régimen equilibrado. Según Martín Vide y Estrada (1998), es en el singular territorio histórico leridano donde la precipitación es más uniforme a lo largo de todo el año (si bien originada por distintos mecanismos), y no solo para el dominio pirenaico sino para el conjunto de la península ibérica.

A la evidente complejidad que resulta de analizar la precipitación en la cordillera pirenaica hasta su tramo oriental hay que sumarle dos rasgos muy singulares que se hacen notorios en el Pirineo catalán. El primero de ellos es que algunos observatorios registran un máximo estival de la precipitación tal y como se muestra en los histogramas de la Puebla de Lillet y Campdevánol. Dentro del verano agosto destaca como el mes con más lluvia en las comarcas del Ripollés y Berguedá coincidiendo con el máximo de actividad tormentosa. Por otro lado, la baja que se origina frecuentemente a finales de verano y en otoño en el golfo de León con flujo de sudeste asociado confiere un matiz húmedo al Pirineo oriental tanto en número de días de precipitación como en el total anual superando en precipitación tanto al extremo sudeste del Pirineo central como a la vertiente francesa del Pirineo oriental. No es por tanto coincidencia que en la mitad este del Pirineo catalán los meses más lluviosos sean agosto, septiembre y octubre. Junto a la costa, la superioridad de la precipitación otoñal respecto a otras estaciones da un máximo local para el coeficiente de variabilidad, tal y como lo ejemplifica el histograma de Castello de Ampurias.

2. INCREMENTO ALTITUDINAL DE LA PRECIPITACIÓN

Otra de las cuestiones interesantes a analizar es cómo está distribuida la precipitación con la altitud. Para ello se escogen tres valles del Pirineo aragonés con estaciones a distintas altitudes, uno de ellos enmarcado en el

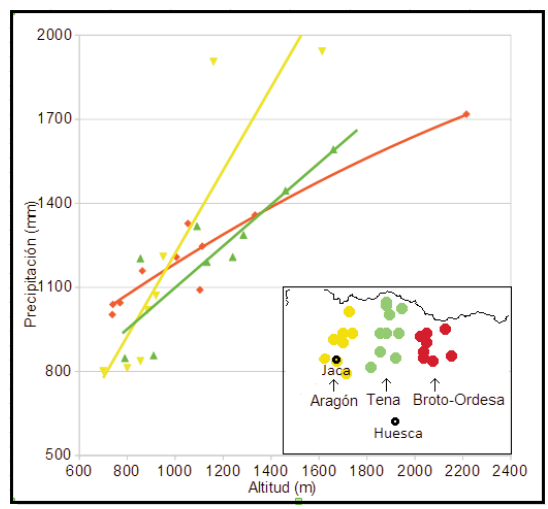

Figura 4. Gradiente pluviométrico altitudinal en tres valles del Pirineo.

extremo este del Pirineo occidental (Aragón), otro entre el occidental y el central (Tena) y el tercero en el Pirineo central (Broto-Ordesa) (véase recuadro de la figura 4).

Destaca el hecho de que cuanto mayor es la influencia mediterránea-continental la pendiente de la curva de la precipitación con la altitud disminuye, dando indicios de que a medida que las precipitaciones convectivas ganan en importancia a las de tipo frontal la dependencia con la altitud es más suave. Más al este llueve más en el fondo de los valles (por ejemplo Castiello de Jaca, a 885 metros en el valle del Aragón, recoge un 10 % menos que Sarvisé, a la misma altura en el valle de Broto). Y continuando hacia arriba en estos mismos valles, Canfranc, a escasos 1200 metros, supera en precipitación al refugio de Góriz, en el Parque Nacional de Ordesa, situado 1000 metros más alto.

En este último caso son fundamentales las diferencias orográficas: Canfranc, pese a estar en la vertiente sur, se sitúa en la cabecera de un valle donde los episodios de noroeste dejan precipitaciones muy cuantiosas mientras que Góriz se encuentra en plena sombra pluviométrica de los macizos de Vignemale y Monte Perdido, por encima de los 3000 metros. También es muy reseñable el enorme gradiente latitudinal en las zonas donde los valles occidentales confluyen con la Depresión Media. Por ejemplo, Sabiñánigo recoge 850 mm al año y Biescas, a comienzo del valle de Tena y situado tan solo 15 kilómetros más al norte y 50 metros más alto, marca un registro de 1200 mm. Por lo tanto, al efecto altitudinal observado en la figura 4 contribuye la disminución del gradiente latitudinal hacia el este mostrado en la figura 1.

3. LA PRECIPITACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL PAISAJE Y LA VEGETACIÓN DEL PIRINEO

El complejo y variado mosaico espacial que conforma la variable precipitación tiene un claro efecto sobre los paisajes y la vegetación. Sin embargo, existen muchas otras variables meteorológicas (temperatura, evapotranspiración, días de precipitación, insolación, etc.) que serían necesarias a la hora de establecer rigurosas clasificaciones climáticas para caracterizar el medio natural. En cualquier caso baste la precipitación y sus fuertes contrastes y variabilidad para entender que, desde el punto de vista de la vegetación, los Pirineos sean también unas montañas fronterizas entre la región biogeográfica eurosiberiana, que abarca toda la vertiente norte así como el alto Pirineo de la vertiente sur, y la región mediterránea en la que quedan incluidos fundamentalmente los Pirineos y Prepirineos meridionales. Sin embargo, existe una amplia franja de transición en donde se mezclan la vegetación eurosiberiana y la mediterránea dominando una u otra en función de la altitud, de la orientación de las laderas, y de condiciones microclimáticas más o menos locales como pueden ser la presencia de algún importante relieve que se oponga a la penetración de las precipitaciones rodeando y aislando el curso superior de algunos valles (caso del macizo de las Maladetas y el valle de Benasque) o de amplias depresiones donde los vientos húmedos no encuentran obstáculos topográficos para provocar la condensación (como sucede en la Depresión Media o canal de Berdún).

Por tanto habría que enmarcar el clima del Pirineo en una zona de fuerte transición donde no es posible clasificarlo ni por oceánico ni por mediterráneo puro, a excepción de los extremos más occidental y oriental. Así, tan solo en la franja comprendida entre el mar Cantábrico y las montañas de la vertiente atlántica del Pirineo navarro es donde las precipitaciones son abundantes a lo largo de todo el año, con relativa predominancia invernal. Es un clima altamente similar al de toda la cornisa cantábrica peninsular y así lo atestigua la presencia de abundantes poblaciones de roble carballo (*Quercus robur*) o castaño (*Castanea sativa*). En el momento en el que la divisoria cantábrico-mediterránea alcanza los 1000 metros de altitud se obtiene un mínimo estival a sotavento frente a una precipitación bastante bien repartida durante las otras tres estaciones que a menudo supera los 1500 mm en cómputo anual. Como se ha indicado, este mínimo estival no supone carencia hídrica alguna pues en el periodo veraniego se recogen entre 100 y más de 200 mm y además son muy frecuentes los días de niebla y estratos orográficos de retención con débil flujo norteño restringiendo de este modo las pérdidas por evaporación. Es el territorio ideal para que se desarrollen grandes hayedos (*Fagus sylvatica*) como los que se hallan en los bosques navarros de Quinto Real e Irati donde se extienden las poblaciones más importantes de la península ibérica. Es frecuente observar hayedos acompañados de abetales (*Abies alba*) y bojerales (*Buxus sempervirens*). Como vegetación arbustiva predominan el brezo y el helecho. La presencia del haya se extenderá de forma muy aislada a lo largo de las umbrías del Pirineo central para reaparecer en el Pirineo oriental en suelos más ácidos que en la zona occidental. Algo similar ocurre con el roble albar (*Quercus petraea*), que si bien cuenta con sus mayores extensiones en el macizo navarro de Oroz-Betelu, reaparece significativamente en la comarca de la Selva en Girona ligado a un clima más marítimo con lluvias en verano y dando cuenta de un curioso paisaje de mezcla de vegetación mediterránea y eurosiberiana que demuestran este clima excepcional para el Mediterráneo.

Allá donde el máximo pluviométrico de mayo se va destacando a la vez que la pluviosidad anual se mantiene por encima de los 800 mm con breves periodos secos, dominan el quejigo (*Quercus faginea*), especie marcescente de carácter mediterráneo, y el boj. En enclaves suficientemente abrigados de las sierras interiores y en las zonas más secas de la Depresión Media y sierras exteriores la carrasca (*Quercus coccifera*) constituye islotes de tamaño notable dentro de los quejigales. En el piso inmediatamente superior y buscando terrenos de clima más continentalizado con gran luminosidad y periodos de atmósfera seca intercalados con abundantes tormentas, aparece el pino albar (*Pinus sylvestris*). A mayor altitud todavía, en el piso subalpino entre 1600 y 2200 metros, destaca la reducida presencia del abeto en zonas suficiente húmedas, pero es el pino negro (*Pinus uncinata*) la especie arbórea capaz de sobrellevar mejor el peso de la nieve y tolerar las duras condiciones climáticas gracias a un periodo vegetativo suficientemente corto. Está considerado como el árbol más resistente al frío en la península ibérica y al parecer requiere de una precipitación estival suficientemente alta.

Bosque de Fanlo-Sarvisé (Sobrarbe, Pirineo aragonés).

Por encima de 2200 metros de altitud la innivación prolongada durante al menos 4 o 5 meses limita el periodo vegetativo de las plantas, lo cual elimina la vida vegetal exceptuando contadas especies subarbustivas y la vegetación rupícola. Por último, hay que hacer referencia al bosque mixto que crece en el ambiente húmedo del fondo de algunos valles, como en el valle de Chistau o el cañón de Añisclo. Como muestra representativa destaca el bosque de Fanlo-Sarvisé, en plena comarca del Sobrarbe. Cuenta con una mezcla de abetos, hayas, arces, álamos temblones, avellanos, serbales de cazadores, fresnos, cerezos, pinos silvestres, abedules, bojes y quejigos y es, en opinión de muchos, uno de los bosques más espectaculares de todo el continente europeo en la época otoñal.

4. CONCLUSIONES

La localización de la cordillera pirenaica, situada por un lado entre la península ibérica y el resto del continente y, por otro, entre dos masas de aguas de tan diferentes características, origina un acusado contraste en las variables que caracterizan el clima. Así sucede con la precipitación que, generada a través de diferentes mecanismos, dibuja un complejo mosaico en el cómputo total y en la distribución por meses y estaciones. Entre esos mecanismos se encuentran las perturbaciones del frente polar, los fuertes chubascos tormentosos generados por la combinación de la continentalidad, la alta montaña y el aporte de humedad (del Mediterráneo principalmente) y los inestables flujos de levante otoñales procedentes de un Mediterráneo especialmente caldeado.

A la propia variabilidad espacial hay que sumarle la temporal, lo que hace que el estudio de la misma sea muy sensible al periodo considerado. De este modo, la extrema variabilidad interanual de las lluvias y la presencia de dilatados periodos secos, especialmente en el Pirineo oriental, tiene como consecuencia que cualquiera que sea la escala temporal analizada (mensual, estacional o anual) el número de registros próximos a la media histórica de la serie sea minoría y que las precipitaciones presenten fluctuaciones tan grandes que la diferencia entre el valor máximo y el mínimo alcanzado sea, en ocasiones, superior al valor medio.

Además, como parece indicar un reciente estudio (De Luis y otros, 2010) se está produciendo en la península ibérica un progresivo traslado hacia el oeste de los máximos otoñales de precipitación. Es lo que resulta de analizar la distribución estacional de la precipitación en los periodos 1946-1975 y 1976-2005, de la cual se constatan tres hechos fundamentales en el Pirineo español: en primer lugar, que la zona del máximo invernal asociado al clima más oceánico queda exclusivamente restringido a Navarra y no al Pirineo occidental aragonés. En segundo lugar, que la zona del máximo estival queda fuertemente reducida a una pequeña franja central del Pirineo catalán. Y, por último, que ya no existen en la cordillera rincones donde la precipitación primaveral sea dominante. En este sentido los escasos puntos de observación que en este trabajo dan como estación más lluviosa la primavera

son quizás un relicto de un clima cambiante que modifica sus patrones de precipitación. Por otro lado, en cuanto a la distribución del mes más lluvioso se han publicado recientemente mapas del periodo 1981-2010 en los que ya no se observan lugares del Pirineo navarro donde enero o diciembre sean los meses más húmedos (en su lugar lo es noviembre) así como que en el Pirineo central aragonés el mes más lluvioso ya no es ni mayo ni noviembre sino octubre.

AGRADECIMIENTOS

A Francisco Javier Rodríguez Marcos y Carmen Díez Cornago, de AEMET, por sus aportaciones.

REFERENCIAS

Álvarez Lamata, E., F. Espejo Gil, F. J. Cortés Rabinad, C. Lafragüeta Pérez y R. Serrano Notivoli, 2011. Caracterización sinóptica de los procesos convectivos en el interior del nordeste peninsular. Nota técnica 3 de AEMET.

Cano Barbacil, C. y J. Cano Sánchez, 2014. Los árboles más resistentes a los extremos climáticos en España. Calendario Meteorológico 2014, AEMET.

Creus Novau, J., 1983. El clima del alto Aragón occidental. *Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos*, n.º 109.

Cuadrat Prats, J. M., 2004, El Clima de Aragón. En J. L. Peña, L. A. Longares y M. Sánchez (eds.), Geografía Física de Aragón. Aspectos generales y temáticos, Zaragoza, Universidad de Zaragoza e Institución «Fernando el Católico», pp. 15-26.

De Castro, M., J. Martín Vide y S. Alonso, 2005. El Clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. En: J. M. Moreno (ed.), *Evaluación Preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático.* Ministerio de Medio Ambiente. pp. 1-64.

De Luis, M., M. Brunetti, J. C. González-Hidalgo, L. A. Longares y J. Martín Vide, 2010: Changes in seasonal precipitation in the Iberian Peninsula during 1946-2005. *Global and Planetary Change*, 74, 27-33.

Ibarra Benlloch, P., 2004. El medio natural de los Pirineos: límites y condicionantes para el desarrollo de actividades económicas. *Ager*, n.º 2. 2002.

López Martín, F., M. Cabrera Mollet y J. M. Cuadrat Prats, 2007. Atlas Climático de Aragón, Departamento de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón.

Martín Vide, J. y J. Estrada Mateu, 1998. Una nueva propuesta metodológica de regímenes pluviométricos estacionales para la Península Ibérica. *Nimbus*, Almería, n.º 1-2, pp. 85-92.

Pejenaute Goñi, J. M., 1994. El tiempo en Navarra. *Temas de Navarra*, 12.

Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural, pp. 9-42.

Rivas-Martínez, S.,1983. Pisos bioclimáticos de España, *Lazaroa*, 5: 33-43.

Rodríguez Ballesteros, C., 2015. Comunicación privada.

Villar, L.,1982. Introducción bioclimática al Pirineo centro-occidental. Jornadas Científicas de la AME y I Simposio Nacional de Meteorología de Alta Montaña, Jaca, 4 al 9 de mayo de 1982.