Lucas Mallada, **7**: 147 a 164
Huesca, 1995

IRREGULARIDAD PLUVIOMÉTRICA Y CONTINENTALIDAD TÉRMICA EN EL VALLE MEDIO DEL EBRO

José CREUS NOVAU[1]
Javier FERRAZ CAMPO[2]

RESUMEN.—Se analiza la influencia del relieve que rodea el valle del Ebro sobre el clima de su zona central. La escasez de precipitaciones, elevada evapotranspiración potencial y fuerte oscilación térmica son los rasgos más característicos que definen el clima de esta zona.

ABSTRACT.—It is analized in this paper the influence of the relief that are surrounding the Ebro valley on the climate its central zone. The smallness of rainfall, the high evapotranspiration potential and the strong thermal oscillation are the most characteristic features to define the climate of this zone.

KEY WORDS.—Rainfall, drought, continentality, Ebro valley, NE Spain.

---

[1] Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC. Ap. 64. E-22700 JACA (Huesca).
[2] Servicio Meteorológico de la Cuenca del Ebro. ZARAGOZA.

Introducción

El relieve es uno de los factores de mayor influencia sobre el clima, dada su capacidad para modificar el normal comportamiento espacial de sus elementos. Ello es particularmente notorio en los sistemas montañosos, donde a un normal descenso térmico provocado por la altitud se une la fuerte disimetría existente entre sus vertientes al incrementarse la precipitación en las expuestas a los vientos húmedos y reducirse en las de sotavento. La progresiva reducción de la humedad hace que el aire pierda su capacidad termorreguladora y el clima de las tierras situadas a sotavento o en el interior de zonas montañosas extensas se vuelva cada vez más contrastado, adquiriendo rasgos de auténtica continentalidad. Estas características también pueden reproducirse en zonas de menor altitud, siempre que se hallen rodeadas de importantes relieves capaces de crear la suficiente contención como para reducir la precipitación y quedar aisladas de la influencia benefactora de las masas de agua. Es más, si se trata de zonas topográficamente deprimidas (hondonadas, depresiones, etc.) tales características todavía son más patentes, porque los vientos que alcanzan su interior son de tipo catabático, más secos y favorecedores de la continentalidad.

En ese contexto debe situarse la depresión del Ebro, cuya disposición físico-espacial ayuda a comprender la gran influencia que el relieve ejerce sobre el clima, reforzada por su configuración triangular rodeada de montañas y con uno de sus vértices orientado a la dirección de la circulación zonal. Las masas de aire que alcanzan su extremo occidental sufren un progresivo desecamiento y consiguiente aumento térmico al ampliarse el marco geográfico que deben recorrer en su desplazamiento hacia el este. Por ello, el clima del valle medio del Ebro, lugar donde estos factores se manifiestan con mayor intensidad, presenta un conjunto de características muy definidas: a un trasfondo de indudable influencia mediterránea debe añadirse un acusado matiz continental derivado de su elevada oscilación térmica y una escasez de precipitaciones de fuerte irregularidad interanual que le confieren una acusada aridez, entendiendo como tal una constante anomalía negativa en el balance precipitación-evapotranspiración.

La bibliografía climática referida al valle del Ebro es muy abundante y en modo alguno pretendemos aludir a toda la publicada. Únicamente nos referiremos a aquellos trabajos más representativos, bien por ser pioneros en su estudio, bien por abarcar el conjunto del valle. Entre los primeros cabe destacar el de BIEL *et al.* (1962), referido al clima del valle, y el de PEDRAZA (1964), encaminado a la predicción climática. Ambos trabajos han marcado la pauta a otros muchos posteriores, generalmente de ámbito más local o regional, con indudables aportaciones todos ellos. Años después, LISO *et al.* (1969) publican un gran trabajo sobre los balances hídricos de la mayor parte de los observatorios de la cuenca. Igualmente dignos de destacar son los trabajos realizados por DAVY (1975) y ASCASO *et al.* (1981) sobre los periodos secos y sequías en la depresión del Ebro y el de ROLDÁN (1984) sobre el clima de Zaragoza. Durante la década de los setenta, el Servicio Meteorológico de la Cuenca del Ebro en Zaragoza preparó una serie de publicaciones de régimen interno, de gran valía por la información que aportaban, sobre la precipitación en Zaragoza (1974), insolación en la cuenca del Ebro (1975), nieblas en Zaragoza (1976), etc. También cabe citar obras más generales, pero que analizan parámetros muy importantes: ALMARZA (1984) aporta información hidrogeológica de España y FONT (1984) recopila los datos de radiación solar para todo el territorio. En el último decenio los estudios se han incrementado notablemente, ya sea como trabajos monográficos de climatología o capítulos de otros trabajos con temáticas muy concretas realizados desde el campo de la geografía, botánica, geomorfología, etc. Su enumeración se extendería más allá del objetivo de este artículo. A modo de ejemplo cabe citar los trabajos de CREUS (1983) y RUIZ (1982) sobre los gradientes de oceanidad que se generan de oeste a este en la cabecera del valle, el realizado por ASCASO (1983) sobre la aridez, el de CUADRAT (1991) sobre las sequías, el estudio de los regímenes pluviométricos en la Hoya de Huesca (DEL VALLE, 1989) y la evolución climática en los últimos 30 años en esta misma zona (DEL VALLE, 1990); más recientemente PÉREZ *et al.* (1994) analizaron la tendencia de la precipitación en Zaragoza en los últimos 120 años, etc.

Comportamiento espacial de la precipitación asociada a determinados flujos

La cuenca del Ebro es una fosa de hundimiento de forma triangular, de escasa altitud media y rodeada de tres cordilleras montañosas (Pirineos, Ibérica y Costero-Catalanas) que actúan a modo de pantalla creando nubosidad de estancamiento en su parte exterior cuando los vientos húmedos tratan de penetrar en ella. Los más dominantes son los de componente W y NW asociados a la circulación general. Cuando se desplazan sobre la cuenca aumentan su velocidad, a la vez que reducen su humedad relativa debido al efecto embudo que crea la doble muralla montañosa situada a ambos lados, activando su poder evaporante. Si la situación es más estable, el aire descendente hacia la depresión tiende a ser caliente y seco en verano, mientras que en invierno es muy frío al proceder en gran parte, por desplome, de los relieves circundantes. De ahí que se registren valores térmicos muy bajos en determinados días de invierno, cuando la estabilidad atmosférica facilita la creación de potentes inversiones de temperatura que se prolongan durante varios días; las mínimas igualmente pueden ser muy frías cuando en invierno las advecciones de aire polar continental alcanzan y se remansan en la depresión. Las heladas llegan a ser intensas y persistentes.

Cuando la actividad frontal circula a latitudes superiores a los 45°N apenas tiene repercusiones pluviométricas sobre el valle, mientras que en la vertiente cantábrica pueden registrarse importantes lluvias. En el curso alto todavía pueden ser significativas, pero en la zona central sólo cabe esperar cierta nubosidad debido a que las masas de aire experimentan un descenso altitudinal y un incremento de velocidad que las alejan de su punto de saturación y a lo sumo ocasionan algún chubasco ocasional.

Los frentes cálidos todavía son menos sensibles, pues prácticamente pasan desapercibidos, al quedar muy amortiguados por las barreras orográficas que protegen la depresión de las trayectorias de las masas de aire. Sólo cuando se desplazan por latitudes inferiores a la citada suelen producirse lluvias de cierta importancia y de incidencia más generalizada. El régimen anticiclónico que les sigue suele restablecer rápidamente una situación de cierzo que contrarresta eficazmente la humedad ocasionada por las lluvias habidas pocas horas antes.

Estación	P	EP	a	b	c	d
Reinosa	893	606	27 sep.	28 nov.	14 may.	27 jul.
Logroño	434	743	8 nov.	**	2 mar.	26 may.
Zaragoza	326	792	7 nov.	**	20 feb.	8 may.
Calamocha	396	655	6 nov.	**	7 mar.	19 jun.
Lérida	384	804	10 nov.	**	3 mar.	28 may.

a.- Fecha en que comienza a constituirse la reserva de agua en el suelo.
b.- Fecha en que se alcanza la reserva 100 mm/m².
c.- Fecha en que comienza a disminuir la reserva.
d.- Fecha de agotamiento de la reserva.

Estación	T	Tc	Tf	Tc-Tf
Reinosa	9,0	15,8/ago.	2,4/ene.	13,4
Logroño	13,5	22,2/jul.	5,4/ene.	16,8
Zaragoza	14,5	24,1/jul.	5,5/ene.	18,6
Calamocha	10,6	19,9/jul.	1,8/ene.	18,1
Escatrón	15,4	24,8/jul.	5,8/ene.	19,8
Lérida	14,5	24,8/jul.	4,6/ene.	20,2

T.- Temperatura media anual.
Tc.- Temperatura media del mes más cálido.
Tf.- Temperatura media del mes más frío.
Tc-Tf.- Diferencia entre Tc y Tf.

Estación	Temp. media otoño	Temp. media primavera	Diferencia
Reinosa	10,2	8,0	2,2
Logroño	14,0	12,4	1,6
Zaragoza	15,2	13,6	1,6
Calamocha	11,4	9,7	1,7
Escatrón	16,1	14,6	1,5
Lérida	15,6	14,7	0,9

Tabla I. Valores de algunas variables climáticas en el valle del Ebro.

Con situaciones del suroeste tampoco cabe esperar grandes lluvias en el valle medio, pues a lo sumo tienen lugar en la vertiente meridional de la cordillera Ibérica y en algunos puntos de la vertiente sur pirenaica, donde los relieves pueden reactivar las precipitaciónes orográficas. Sin embargo, si con situaciones de este tipo queda atrapada una oclusión cálida sobre la masa de aire fría que con frecuencia ocupa el valle en invierno, las lluvias suelen ser suaves y bastante generales y, por su duración (hasta 24 horas), pueden dar totales elevados.

La entrada más fácil para que las precipitaciones alcancen el valle medio es la desembocadura del río Ebro, debido al menor efecto muralla que crean las sierras catalanas. Por este motivo las lluvias más importantes para el valle medio están asociadas a temporales de levante, cuyos vientos cálidos y húmedos se desplazan aguas arriba de la cuenca provocando precipitaciones generales que progresivamente van disminuyendo hacia el oeste. Su mayor frecuencia es la equinoccial, cuando mayor es la inestabilidad en el Mediterráneo.

Por su condición de depresión cerrada sometida a fuertes procesos radiativos, en verano es normal que el aire próximo al suelo aumente mucho su temperatura, generando inestabilidad en las capas bajas de la atmósfera que puede dar lugar a intensos chubascos. Son las típicas tormentas de calor asociadas a mínimos gradientes barométricos, muy frecuentes en ambientes continentalizados cuyo proceso de formación se ve favorecido por la extrema sequedad del aire. La cordillera Ibérica y sus somontanos, así como el centro de la depresión, son puntos de formación y descarga de tormentas de gran intensidad, escasa duración y temibles consecuencias. Empujadas por la curvatura ciclónica en altura, pueden desplazarse con dirección noreste hacia los contrafuertes pirenaicos, donde se reactivan por efecto del relieve al forzar su movimiento vertical. La época más propicia para ese tipo de lluvias coincide con el periodo cálido, ya que representan más del 50% de la lluvia entre julio y septiembre. Por el contrario, las más persistentes (2-3 días) y los chubascos asociados a frentes fríos son más frecuentes en los meses equinocciales (marzo a mayo y septiembre a octubre).

ESCASEZ E IRREGULARIDAD DE LA PRECIPITACIÓN

Una consecuencia directa de esta interacción entre el relieve y las masas de aire es una reducida pluviometría anual, comparable a la que se registra en las zonas más secas del sur y sureste español. En la zona central la lluvia anual apenas sobrepasa los 300 mm: 322 mm en Zaragoza como media desde 1860, con un máximo de 657 mm en 1971 y tan sólo 171 mm en 1912. Ello supone un coeficiente de irregularidad de casi 4 enteros. Dicho total medio anual se reparte en algo más de 60 días, incluidos los de precipitación inapreciable. En el centro de la depresión, pero más a occidente, se sobrepasan los 400 mm (434 en Logroño), repartidos en algo más de 100 días, y en los somontanos (Huesca) se alcanzan los 500 mm.

La distribución anual es claramente equinoccial, con máximo en primavera (32% de la precipitación anual), seguida de otoño (26%), verano (22%) e invierno (20%). La mayor cuantía del verano respecto del invierno es ejemplo de los rasgos continentales que caracterizan la depresión: inestabilidad en la época cálida al amparo de las altas presiones subtropicales y embolsamientos de aire frio en invierno que facilitan su comportamiento como pequeño centro de alta presión o favorecen la persistencia de los hemisféricos. La mayor cuantía estival, logicamente, es debida a su carácter tormentoso (poco frecuentes pero intensas) y en modo alguno supone un número de días de precipitación superior al invierno.

A esta penuria pluviométrica contribuyen los frecuentes y prolongados periodos secos estivales debidos al bloqueo que ejerce el anticiclón de Azores, cuyo borde oriental alcanza la península Ibérica, y a la prolongación del anticiclón centroeuropeo, que actúa de modo similar en invierno, reforzado a su vez por los embolsamientos fríos en la cuenca. En Zaragoza el 80% de los días pueden considerarse secos, porcentaje que aumenta al 88% en los meses de julio y agosto. Aun en enero este porcentaje alcanza la inesperada cifra del 80%. Los periodos secos están presentes en cualquier época del año, si bien alcanzan su máxima duración durante la estación cálida. En agosto el 3,5% de los periodos secos dura entre 26 y 31 días, en julio representan el 2,9% y en enero el 2,8%. En cualquier caso los meses estivales e invernales son los más afectados por

periodos secos. El centro de la depresión ha tenido periodos sin precipitación de hasta 88 días (5 de septiembre a 1 de diciembre de 1978) y 70 días (15 de agosto a 23 de septiembre de 1879). Las consecuencias de la escasa aportación anual se incrementan con la tendencia decreciente experimentada a partir de 1970, atribuible fundamentalmente a la disminución de las lluvias de septiembre. A pesar de ser un proceso con tendencia a consolidarse, todavía carece de significación estadística.

La elevada intensidad de la precipitación puede expresarse por medio del cociente, en porcentaje entre la lluvia máxima registrada en 24 horas y la media anual. En Zaragoza es del 30% anual, frente a la cabecera del valle, donde sólo es del 10-11% por disfrutar de un clima de mayor influencia oceánica. Descomponiendo el régimen de precipitación de dicha ciudad en intervalos de 24 horas obtenemos que el 26,8% de la precipitación anual corresponde a lluvias de 10-19 mm/día y el 22,3% a intensidades de 20-49 mm. Junto con el 2,8% que representan las superiores a 50 mm/día, resulta que el 52% de la precipitación anual supera la intensidad de 10 mm/día. Las más intensas tienen lugar en los meses equinocciales, como lo demuestra que el 47% de la precipitación de octubre corresponda al intervalo 20-49 mm y en mayo este mismo intervalo represente el 34,8%. Igualmente intensas son las asociadas a los procesos tormentosos de la época cálida, tomando como ejemplo el mes de agosto, en que el 35% de las lluvias corresponde al intervalo 20-49 mm/día. De forma esporádica, para intervalos de tiempo inferiores a las 24 horas las intensidades pueden ser mucho mayores. Tal es el caso del día 2 de octubre de 1986, en que en 10 minutos se alcanzó una equivalente a 96 mm/hora, valor muy respetable y no tan lejano de uno de los más notables conocidos: 360 mm en Baleares en dos horas. Una elevada irregularidad interanual contribuye a definir el comportamiento pluviométrico del valle medio del Ebro, puesta de manifiesto por el valor de la desviación estándar calculada, a modo de ejemplo, para la precipitación media anual (79,8), la de mayo (76) y junio (117).

PREDOMINIO DE UN RÉGIMEN TÉRMICO EXTREMADO

La marcha anual de la temperatura pone de manifiesto los acusados rasgos continentales existentes en la parte central de la depresión, reflejados en unas largas estaciones extremas que contrastan con una primavera y otoño de corta duración. El invierno dura unos 120 días (de mediados de noviembre a mediados de marzo), al que le sigue una primavera no superior a 60 días (hasta mediados de mayo). El verano se prolonga durante más de 150 días (hasta mediados de octubre) y el otoño tan sólo dura unos 40 días. Dicha evolución térmica teórica no está exenta de excepciones, como ocurre con las anomalías frías o cálidas asociadas a olas de estas características que interrumpen o prolongan dichas estaciones y dan lugar a días en los que la temperatura desciende o se incrementa muy por debajo o encima de los valores normales. Aunque no es un proceso exclusivo del valle del Ebro, ya que puede estar relacionado con advecciones frías o cálidas procedentes de otras latitudes, aquí adquiere especial relevancia dada su peculiar topografía, que facilita la retención de dichas masas alóctonas. Especialmente temibles por sus repercusiones agrícolas son las heladas tardías, que incluso en abril pueden arruinar gran parte de las cosechas (frutales, viña). El caso contrario son los veranillos que con frecuencia suelen darse en octubre y noviembre y que cuando adquieren cierta intensidad son capaces de provocar floraciones en diciembre y enero, evidentemente con escaso futuro.

Esta no coincidencia de los periodos térmicos con los astronómicos debe relacionarse con la capacidad que tiene la cuenca del Ebro para retener el aire frío o cálido procedente del exterior o de generar masas semiautóctonas de similares características que contribuyen a que persistan las condiciones iniciales. El aire frío y seco de carácter continental suele remansarse durante los meses invernales. Ocurre cuando sobre Europa se establece un flujo del noreste y desplaza aire continental frío con espesor suficiente como para rebasar los Pirineos. Una vez alcanzada la cuenca, estas masas de aire pueden permanecer varios días a la vez que tienden a deslizarse hacia su parte oriental, donde pueden registrarse valores mínimos de hasta -17°C, con una potencia de embolsamiento capaz de frenar los frentes que quieren cruzar sobre ella al encontrarse con aire más frío que el que les acompaña.

Estos acusados descensos térmicos no sólo deben relacionarse con procesos externos, ya que también van asociados a frecuentes y potentes inversiones de temperatura. Bien sea por la irradiación que enfría el aire durante las noches despejadas y encalmadas de invierno o por embolsamiento del que se desploma desde las cumbres que rodean la depresión, su frecuencia anual supera los 30 días. Este número de inversiones puede matizarse, incluso incrementarse, para lugares concretos, dado que suelen establecerse subinversiones locales menos potentes cuando dichos procesos generadores son de menor intensidad. Por debajo del límite de la inversión se forman bancos de niebla cuyo espesor alcanza los 200-300 m, de gran persistencia en el triángulo Zaragoza-Lérida-Caspe, donde los cursos de agua facilitan el incremento de la humedad relativa y el embolsamiento es más efectivo.

Durante el verano, después de sucesivos días con elevada insolación, pueden formarse masas de aire cálidas favorecidas por el estancamiento que ejerce el relieve circundante, facilitando su comportamiento como pequeña región-manantial. La elevada energía recibida y el fuerte calor resultante suelen desembocar en procesos de tipo tormentoso que, cuando dan lugar a precipitaciones, recortan los prolongados periodos secos de la época cálida. En situaciones anticiclónicas, el aire de las capas bajas alcanza valores térmicos superiores a 40°C, la humedad relativa puede ser inferior al 30%, las tasas de evaporación se incrementan grandemente y la transpiración frena la actividad fotosintética de los vegetales.

La temperatura media anual en la zona central del valle del Ebro oscila entre 14 y 15°C, con valores ligeramente inferiores en su cabecera (13,5°C en Logroño) y muy superiores en su desembocadura (17,6°C en Tortosa). La extrema mínima conocida son los -17,2°C registrados en enero de 1918 y una máxima de 44°C en julio de 1908. Esta última cifra es perfectamente comparable con los 47°C registrados en Sevilla en agosto de 1946. La oscilación es muy elevada, por lo que es uno de los rasgos que mejor definen su continentalidad: la oscilación media es de 20°C, la media extrema alcanza los 29°C y la absoluta ronda los 60°C. Comparando con su cabecera (Vitoria), estas dos últimas cifras se reducen a 24 y 40°C, respectivamente. Los datos de oscilación permiten deducir

que la principal diferencia entre la cabecera del valle y su tramo medio, al que siempre nos referimos, reside más en el calor estival que en el frío invernal. Aquél es mucho más acusado en la parte central de la depresión, mientras que este último tiende a homogeneizarla y a disminuir las diferencias entre zonas.

CIERZO, INSOLACIÓN Y EVAPORACIÓN

A las escasas precipitaciones y extremados valores térmicos se unen los efectos combinados de una elevada frecuencia de cierzo. Con este nombre se designa a todo viento que cruza el valle con dirección NW-SE impuesta por la topografía, a pesar de que en su origen puede tener componente oeste e incluso norte obedeciendo a las distintas configuraciones barométricas que pueden provocarlo. Se establece durante una media de 109 días al año; son invierno y primavera las estaciones más afectadas y verano la que menos. Su velocidad instantánea puede ser muy elevada, ya que el 3% de las veces alcanza velocidades medias de 100 km/hora y el 20% supera los 45 km/hora. Aparte de sus posibilidades como fuente de energía, insuficientemente aprovechada, su influencia sobre el clima (contribuyendo a incrementar la aridez de la zona) y paisaje (condicionando el tipo de vegetación) es evidente.

Los sistemas nubosos desaparecen rápidamente, las caídas higrométricas son espectaculares (de forma excepcional puede reducirse al 20%) y su acción desecante es muy intensa al activar la evapotranspiración. Todo ello puede verse sintetizado en el grado de nubosidad que tiene lugar en el valle: los 166 días cubiertos de promedio anual en la cabecera del valle (Vitoria) disminuyen a 115 en Logroño y a 80 días en Zaragoza. En términos parecidos puede hablarse de la evolución de la humedad relativa, que pasa de un valor medio anual del 77% al 70% y 60% en dichas ciudades, respectivamente. De la misma forma que disminuye la nubosidad y la humedad relativa de oeste a este, se incrementa la insolación en este mismo sentido: 1.680 horas anuales de sol en Vitoria, 2.210 en Logroño y 2.272 en Zaragoza, donde se registra una radiación anual de 17 megajulios/m^2, que se incrementa a 27 en verano.

La acción del cierzo, unida a las bajas humedades relativas y elevadas temperaturas de la época estival, genera importantes pérdidas reales por evaporación que como tales no son fáciles de evaluar. Habitualmente se mide, por medio del evaporímetro de Piché o Tanque, la cantidad de agua que se evaporaría si realmente hubiera agua capaz de ser evaporada. En el centro del valle se miden unas pérdidas teóricas superiores a los 2.000 mm/m²/año, equivalentes a un valor medio diario de 5,9 mm/m², que en verano se incrementa a 9,1 mm/m²/día. Sin embargo la humedad no siempre está disponible y, cuando lo está, sus pérdidas se incrementan con la transpiración de los vegetales. Mediante fórmulas semiempíricas puede estimarse el valor de la evapotranspiración en 750 mm anuales en la parte central del valle, el cual aumenta a casi 900 mm en el espacio enmarcado por los núcleos de Sariñena-Fraga-Escatrón-Alcañiz-Caspe, sin duda la zona con mayor potencial evaporante. Su distribución mensual agrupa el 50% de la evaporación en los tres meses estivales.

Balance de humedad

Relacionando la precipitación con la evapotranspiración potencial se genera un déficit anual de humedad de 375 mm/m² en la parte más central de la depresión que afecta a casi todos los meses de la época cálida (Figs. 1 y 2). Dicho déficit se incrementa a 475 mm en la citada zona centro-oriental, de caracteres climáticos más extremos. Tanto la primavera (-56 mm) como el verano (-388 mm) y el otoño (-81 mm) presentan balance negativo entre las aportaciones de la lluvia y las exigencias potenciales de la atmósfera. Tan sólo se equilibran en invierno. Hacia la parte occidental de la cuenca, donde las precipitaciones son mayores y menor la capacidad evaporante de la atmósfera, el déficit anual va disminuyendo: 349 mm en Logroño y 101 en Vitoria. De Logroño hacia el este no se alcanza la reserva 100, por lo que el excedente anual es nulo en un supuesto suelo de este tipo. A partir de primeros de mayo se va agotando la reserva del suelo en todo el centro de la depresión aragonesa y se inicia un periodo de máximo déficit de agua por agotamiento de la reserva que dura 151 días en el valle medio (Zaragoza) y algo menos en sus márgenes oriental y occidental (135 días en Lérida y Logroño, respectivamente).

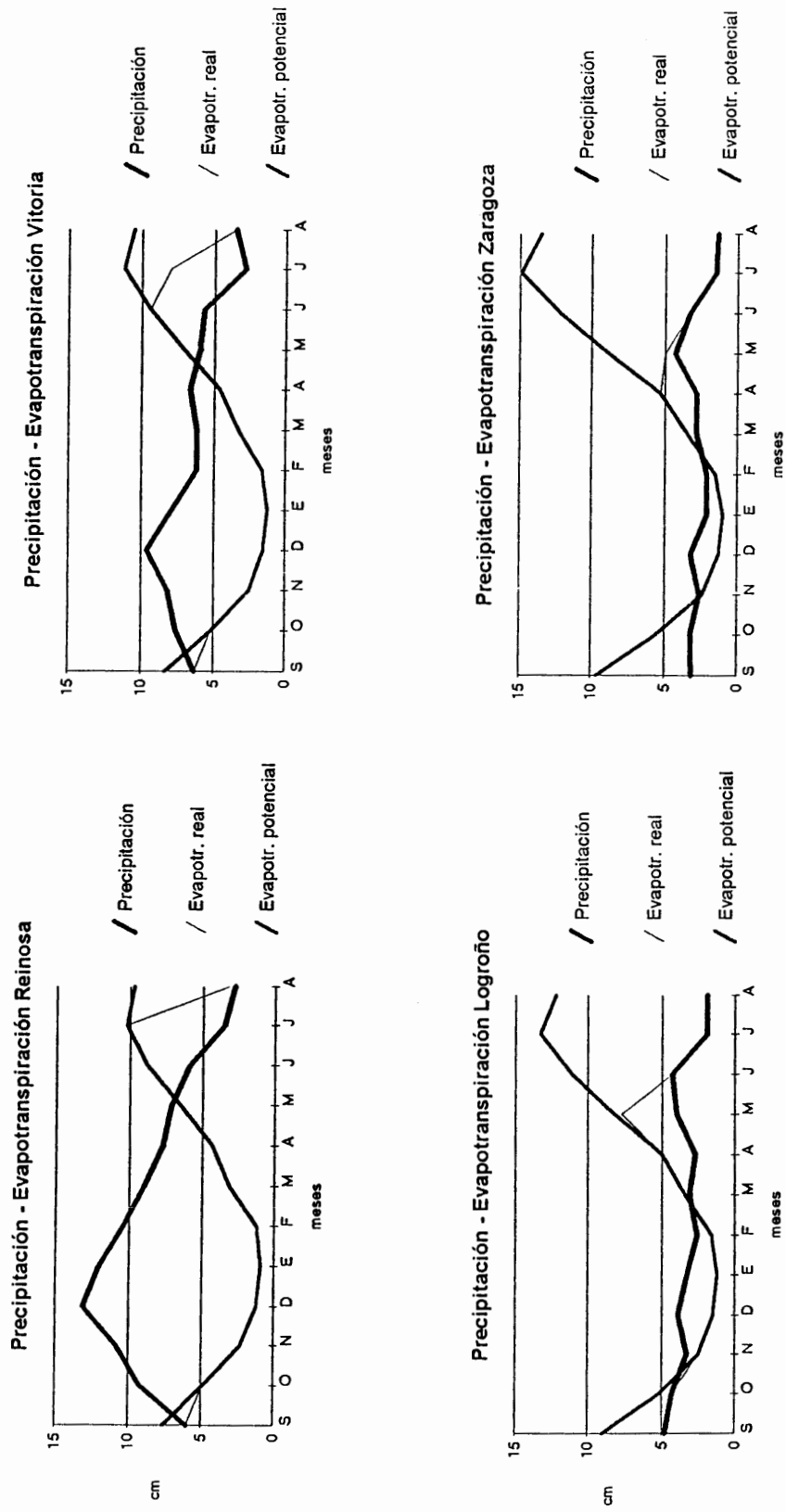

Fig. 1. Valores de precipitación y evapotranspiración según un gradiente hacia el centro del valle del Ebro.

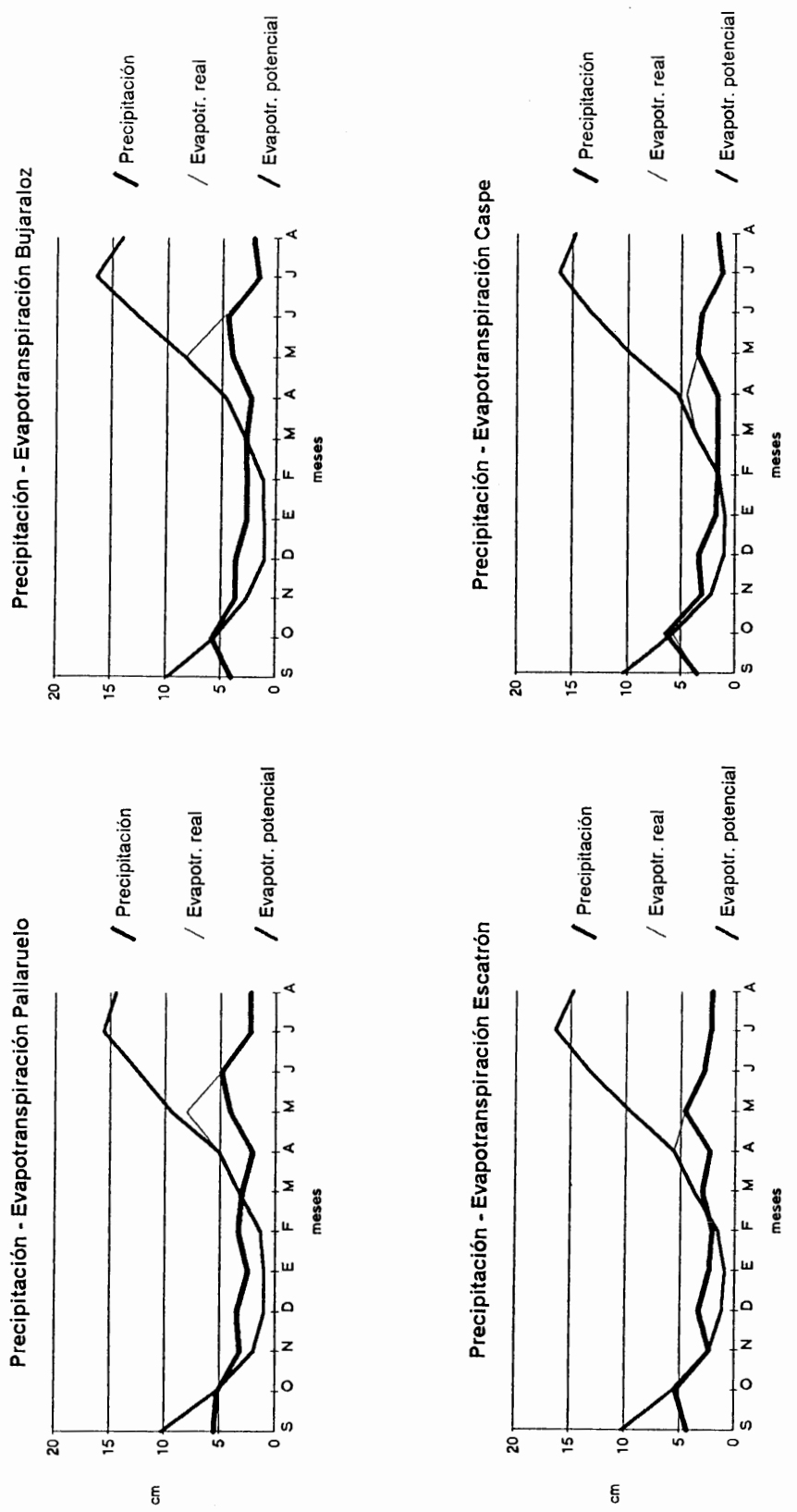

Fig. 2. Valores de precipitación y evapotranspiración en el centro del valle del Ebro.

ARIDEZ Y CONTINENTALIDAD. ÍNDICES

El conjunto de datos expuestos permite deducir fácilmente la fuerte aridez y el acusado matiz continental que caracterizan el clima del valle medio del Ebro. Una forma de expresar un conjunto de caracteres climáticos es utilizar formulaciones más o menos sencillas que permitan sintetizar los datos climáticos, siendo conscientes de los riesgos que conlleva tratar de encerrar en un número algo tan complejo como el clima. A pesar de las insuficiencias y limitaciones que tienen casi todos los índices, pero con el deseo de resumir los aspectos más significativos del clima centroaragonés, exponemos a continuación el valor que toman algunos de ellos.

El índice de Gorcynski, utilizado para valorar el grado de continentalidad, señala un claro gradiente que se incrementa desde la periferia a la zona central del valle: en Vitoria el índice apenas alcanza el valor 18, en Logroño se incrementa a 24,8 y en Zaragoza es de 30. Si admitimos que la continentalidad puede ser expresada por un incremento significativo de la precipitación estival y por una elevada oscilación térmica y tomamos como límite de la primera el 25% de la anual centrada en verano y los 20°C de oscilación para la segunda, se observa que en el valle medio del Ebro son muy escasos los observatorios que superan el primer valor y en cambio más frecuentes los que se acercan e incluso superan el segundo. La mayoría de los observatorios se acerca a ambos valores, lo cual indica que los rasgos de continentalidad son evidentes, pero éstos se deben más a las fuertes variaciones térmicas que al ritmo estacional de la precipitación, pues su carácter equinoccial es más potente que el matiz estival-continental. Se trata de una continentalidad de tipo térmico, ya que la pluviometría parece más influida por el carácter mediterráneo de condiciones semiáridas que domina en el valle medio. Esta continentalidad pluviométrica es más patente en zonas montañosas de su periferia, donde es posible delimitar espacios con máximos estivales (alto valle del Cinca) provocados por tormentas estivales muy intensas aunque no frecuentes. En la zona central del valle, salvo años concretos (1983), son raros los que registran una precipitación estival superior a la de cualquier otro trimestre. Por todo ello, la zona de mayor continentalidad del valle medio corresponde a la delimitada por los núcleos de Cariñena, Calatayud, Gallur, Sariñena, Bujaraloz, Fraga, Mequinenza, Caspe, Alcañiz y

Escatrón, zona que coincide con la de mayor oscilación térmica, menor precipitación, máxima evaporación, etc.

El índice de aridez de Emberguer igualmente pone de manifiesto el incremento de este parámetro hacia el centro de la depresión, por medio de un valor que cuanto menos elevado representa mayor grado de aridez. En Vitoria toma el valor de 57, en Logroño de 20,6 y en Zaragoza de sólo 9,4. Lo mismo refleja el cociente de Moral, que en la primera localidad es de 3,1, en la segunda 1,3 y en Zaragoza 0,9.

Según el índice de Thorntwhaite, la aridez del valle medio del Ebro supera el valor 50, mientras que en los somontanos de ambas vertientes se reduce a 30 y 40. Según ese criterio nuevamente destaca el triángulo Sariñena-Fraga-Caspe como zona de máxima aridez, donde dicho índice alcanza el valor 60. Este mismo autor propone una clasificación que utiliza, además de este índice, otros que intentan reflejar el grado de humedad, la evapotranspiración potencial, su concentración en verano, etc. Según él, todo el valle medio del Ebro queda dentro del grupo de climas semiáridos, diferenciándose tan sólo distintos niveles mesotérmicos en función de su temperatura.

Conclusiones

El clima del valle medio del Ebro se caracteriza por una elevada aridez y acusados rasgos continentales superpuestos a un trasfondo mediterráneo que domina en casi toda la depresión. Al estar enmarcado por importantes sistemas montañosos, se ve privado del efecto termorregulador de las masas de aire con elevado grado de humedad procedentes del océano Atlántico o del mar Mediterráneo.

A la vez es la causa de que la precipitación anual se reduzca a niveles extremadamente pequeños, especialmente en verano, cuando a dicho efecto orográfico se une la influencia de las altas presiones subtropicales cuya fachada oriental ocupa con frecuencia estas latitudes. Con todo, su régimen es claramente equinoccial y los rasgos de continentalidad pluviométrica no son muy evidentes. Sí lo son más en algunas zonas del Pirineo oriental oscense, fuera del valle medio del Ebro que aquí se considera.

Su disposición topográfica en forma de cubeta cerrada incrementa los efectos del viento dominante (cierzo), que por subsidencia es siempre desecante, incrementa su temperatura y provoca elevadas tasas de evaporación y transpiración.

Dicha configuración contribuye al progresivo calentamiento del aire en verano, al igual que el embolsamiento de aire frío en invierno generado por fuertes procesos de irradiación, ya sea por desplome desde los relieves circundantes una vez enfriado durante las noches de la época fría o por simple advección. Consecuencia de ello es una oscilación térmica muy marcada, provocada por el fuerte calor estival y los acusados descensos térmicos en invierno, asociados mayormente a fenómenos de inversión, que junto con las frecuentes nieblas son los dos elementos más característicos de la época fría. Este régimen da lugar a una continentalidad muy manifiesta, pero más apoyada en razones de tipo térmico que pluviométrico.

La aridez intenta representar la síntesis de los factores climáticos y por las razones antedichas es normal que sea muy elevada. Actúa sobre los seres vivos como un factor condicionante de primer orden, más que la propia oscilación. Sus causas están en las escasas precipitaciones que se registran, muy especialmente durante la época cálida, en el gran poder evaporante de su atmósfera y en los prolongados periodos secos que pueden darse en cualquier época del año, aunque de forma más frecuente y prolongada en verano.

BIBLIOGRAFÍA

ALMARZA, C., 1984. *Fichas hídricas normalizadas y otros parámetros hidrometeorológicos*. INM, Madrid.

ASCASO, A. y CASALS, M., 1981. Periodos secos y sequías en la depresión central del Ebro. *Geographicalia*, 11-12, Zaragoza.

ASCASO, A., 1983. Las zonas áridas de la depresión del Ebro. *XIV Jornadas de la AME*, Almería.

BIEL, A. y GARCÍA DE PEDRAZA, L., 1962. El clima de Zaragoza y ensayo climatológico para el valle del Ebro. SMN, serie A, n° 30, Madrid, 57 p.

CENTRO METEOROLÓGICO ZONAL DE LA CUENCA DEL EBRO, 1974. *La precipitación en Zaragoza (1931-1960)*. Mecanografiado. Zaragoza.

Centro Meteorológico Zonal de la Cuenca del Ebro, 1975. *Valores diarios de insolación en la cuenca del Ebro*. Mecanografiado. Zaragoza.

Centro Meteorológico Zonal de la Cuenca del Ebro, 1976. *Persistencia de las nieblas en Zaragoza*. Mecanografiado. Zaragoza.

Creus, J., 1983. *El clima del Alto Aragón occidental*. IPE-CSIC, Jaca, 233 p.

Cuadrat, J., 1991. La sequía en el valle del Ebro. Aspectos climáticos y consecuencias económicas. *Revista Real Academia de Ciencias*, 85, Madrid, 537-545.

Davy, L., Une nouvelle approche de la sécheresse dans le bassin de l'Èbre. *Revue Géographique de l'Est*. Nancy.

Del Valle, J., 1989. El régimen pluviométrico de la Hoya de Huesca. *Lucas Mallada*, 1, Huesca, 167-187.

Del Valle, J., 1990. Tendencias climáticas en la zona central de la provincia de Huesca durante los últimos 30 años. *Geographicalia*, 27, Zaragoza, 225-240.

Font, I., 1984. *Atlas de la radiación solar en España*. INM, Madrid.

García de Pedraza, L., 1964. *La predicción del tiempo en el valle del Ebro*. SMN, serie A, 38, Madrid.

Liso, M. y Ascaso, A., 1969. Introducción al estudio de la evapotranspiración y clasificación climática del valle del Ebro. *Anales de Aula Dei*, 10, Zaragoza.

Pérez, J. y Creus, J., 1994. Tendencia secular de la precipitación en Zaragoza (1865-1984). *In*: *Cambios y Variaciones Climáticas en España*. Ed. Universidad de Sevilla y Fundación «El Monte», Sevilla, 169-182.

Roldán, A., 1984. *Notas para una climatología de Zaragoza*. Publicación K-5, INM, Madrid, 47 p.

Ruiz, E., 1982. *La transición climática del Cantábrico oriental al valle medio del Ebro*. Diputación Foral de Álava, Vitoria.