

VARIACIONES LONGITUDINALES DE LA PRECIPITACIÓN EN LA DEPRESIÓN MEDIA PIRENAICA

Juan R. DE LA RIVA FERNÁNDEZ¹

RESUMEN.—La “Canal de Berdún” y la “Val Ancha” conforman una depresión plana con orientación longitudinal, abierta a las influencias atlánticas. El sector en que se incluye es un espacio de transición climática, entre el oceánico y el mediterráneo continental. Por ello, el gradiente altitudinal de la precipitación en el área estudiada arroja correlaciones deficientes excepto para el verano. Con los datos de ocho estaciones climáticas de localización adecuada se analizan las variaciones O-E de la precipitación y se intenta establecer un gradiente pluviométrico longitudinal, una vez sustraído el incremento de la precipitación debido a la altitud. Los resultados son muy satisfactorios para el invierno y la primavera; las tormentas, numerosas en verano, son un elemento distorsionante.

ABSTRACT.—*Longitudinal variations of the rainfall in the “Depresion Media pirenaica”*. The “Canal de Berdún” and the “Val Ancha” shape a plain depression with a longitudinal orientation, opened to atlantic influences. The sector in which it is included is a space of climatic transition, between the oceanic and the continental mediterranean. So that, the altitudinal slope of the rainfall in the area of research shows deficient correlations except for the summer. With the data from eighth weather stations of suitable location we analyse the W-E variations of the rainfall and we try

¹ Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Zaragoza. E-50009 ZARAGOZA.

to establish a longitudinal pluviometric slope, once we have subtracted the increase of the rainfall due to the altitude. The results are highly satisfactory for winter and spring; the storms, which are numerous in the summer, are a distorting element.

KEY WORDS.—Rainfall, pluviometric regime, longitudinal pluviometric slope, "Depresión Media pirenaica".

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se van a considerar las variaciones de la precipitación que se observan en el área de estudio, intentando establecer, finalmente, un gradiente pluviométrico longitudinal, una vez sustraído el incremento de la precipitación relacionado con la altitud. Se entiende por Depresión Media pirenaica, en sentido estricto, el espacio continuo de aproximadamente sesenta kilómetros comprendido por la Canal de Berdún y la Val Ancha. Excavada sobre las margas azules eocenas, se destaca por su planitud topográfica, característica del sistema de glacia-terrazza sobre el que se asienta (río Aragón y barrancos afluentes del río Gállego en el sector oriental).

Sus especiales condiciones topográficas y de orientación posibilitan una apertura excepcional a los vientos oceánicos. Ello adquiere especial relevancia si se considera que esta depresión recorre longitudinalmente el Pirineo occidental aragonés, sector de transición climática entre el oceánico y el mediterráneo continental. Este hecho ha sido suficientemente estudiado desde hace años, especialmente por investigadores del Instituto Pirenaico de Ecología de Jaca (C.S.I.C.), como seguidamente se pone de manifiesto.

Habitualmente, se sitúa en el interfluvio Gállego-Ara un umbral pluviométrico importante entre la zona de lluvias oceánicas invernales y el sector oriental pirenaico de matices mediterráneos crecientes (GARCÍA RUIZ *et al.*, 1985: 29). En un estudio que se ha hecho clásico (MONTSERRAT, 1971; presentado al *IV Cong. Int. de Est. Pir.* en 1962), se puso de manifiesto el carácter transicional del clima de la zona, que se traduce además, y como consecuencia, en variaciones fitosociológicas. En este último trabajo, el área considerada fue más amplia, comprendiendo

también el Pirineo navarro; el autor estableció una correlación entre las variaciones climáticas y la vegetación.

Años más tarde, en otro conocido estudio (PUIGDEFÁBREGAS, 1969), retomando los argumentos de Montserrat, se define la zona como una transición entre el mediterráneo continentalizado y el oceánico húmedo; de las variantes climáticas de esta transición, según estos autores, en la Jacetania estarían presentes el cantábrico y el subcantábrico montanos. Existen otros estudios más puntuales sobre el clima del área aquí considerada, pero con orientaciones diversas (por ej., PUIGDEFÁBREGAS, 1970).

Un excelente trabajo de tesis doctoral (CREUS, 1983) analiza esta área del Pirineo occidental aragonés, pero deteniéndose, especialmente, en el análisis de los tipos de tiempo y en la clasificación climática con el apoyo del análisis de componentes principales. En un trabajo anterior (PUIGDEFÁBREGAS y CREUS, 1976), se había aplicado esta misma técnica de análisis factorial sobre 96 variables en 40 estaciones altoaragonesas para los datos del año 1972.

La Depresión Media, integrada en este conjunto mayor, de marcado carácter transicional, refleja excepcionalmente, por sus características ya reseñadas, la atenuación de las influencias contrapuestas de oceanidad y mediterraneidad. No se pretende aquí establecer barreras fijas, por otra parte inexistentes, a estas variaciones climáticas ni cuantificar rígidamente y con esquemas simplistas algo tan complejo, sino establecer algún criterio aproximado de variación en función de los factores más condicionantes, como son la altitud y la longitud. Recientemente, CREUS (1987) ha calculado mediante una regresión doble la ecuación de correlación entre altitud, longitud y precipitación; este autor trabajó 19 estaciones del Pirineo Central, situadas entre los 1.300 y los 2.800 metros de altitud, con resultados, por tanto, difícilmente comparables a los aquí presentados. PUIGDEFÁBREGAS (1969: 118) apuntó ya la utilidad de estos cálculos y la posibilidad de que dieran resultados satisfactorios.

MATERIAL Y MÉTODOS

En aquella ocasión, este último autor opinaba que el número de estaciones de que se disponía era todavía reducido para una correlación en

longitud, refiriéndose al conjunto del Pirineo occidental aragonés, debido a la heterogeneidad de los emplazamientos y las exposiciones. La utilización de los datos de nuevos observatorios y las características propias de la Depresión Media, que garantizan una relativa suavidad en las variaciones climáticas, nos llevan a pensar que el número de estaciones ahora utilizadas es suficiente y significativo. De hecho, la inclusión de otras estaciones algo marginales a la zona considerada apenas introducía variaciones en la tendencia ni desajustaba las correlaciones de forma significativa.

El paulatino aumento de la topografía en sentido oeste-este, prácticamente constante en el área de estudio, no permite disponer de estaciones con igual altitud en posiciones similares en longitud. Consecuentemente, se ha optado por la reducción hipotética de todas ellas a un mismo nivel altitudinal, en función del gradiente pluviométrico general calculado para la altitud en la zona. Este factor corrector puede introducir alguna distorsión en los datos, especialmente en algunos meses, pero es del todo necesario; en cualquier caso, las diferencias altitudinales no son muy fuertes.

Son ocho las estaciones utilizadas, todas ellas termopluviométricas, que se relacionan en el cuadro 1 ordenadas según su longitud:

Cuadro 1. Características de las estaciones utilizadas.

Estación	N.º	Latitud	Longitud	Altitud	Año inic.	Año fin.
Yesa	223	42:37:18	02:29:58E	489	55	88
Artieda	215	42:36:05	02:42:00E	510	61	88
Bailo-Puente la Reina	210E	42:33:29	02:53:16E	595	67	88
Javierregay	210	42:35:16	02:57:10E	690	73	88
Caniás	204	42:35:54	03:04:40E	855	70	88
Jaca	202	42:34:05	03:08:02E	800	67	88
Sabiñánigo	460	42:31:08	03:19:39E	790	61	88
Yebra de Basa	461	42:29:12	03:24:26E	910	72	88

Si bien para alguna de ellas se disponía de una serie más larga, al comenzar las de Javierregay, Caniás y Yebra de Basa a principios de los años setenta, se ha optado por utilizar los datos de un período común homogéneo de quince años, que abarca de 1973 a 1987. Esta elección se

justifica también por el hecho de que, con una finalidad más amplia, se ha trabajado un total de 35 estaciones de la comarca de la Jacetania, entre las cuales es aún más frecuente el inicio de las series en estos años. Por otra parte, la necesidad del cálculo y aplicación, para este trabajo, de un gradiente pluviométrico altitudinal, requería inexcusablemente el trabajar un mayor número de estaciones en la comarca y con períodos homogéneos.

Las lagunas de información existentes en las series de datos han sido completadas mediante ajustes lineales con aquella estación que presentara un mayor índice de correlación. En cualquier caso, el estado de la información es bastante aceptable; hay que considerar que algunas de ellas son de las más antiguas de la comarca. Se escogieron sólo aquellas estaciones que se ajustaran más fielmente al concepto restringido de Depresión Media que más arriba se ha indicado. Se desecharon, por tanto, aquellas más marginales o que pudieran estar fuertemente condicionadas por su emplazamiento.

La estación de Salvatierra de Esca (con datos desde 1972 a 1988) no se incluyó por su posición ligeramente marginal, pero, fundamentalmente, por el hecho de su situación prácticamente idéntica a Artieda en longitud; en cualquier caso, su inclusión no variaba prácticamente los resultados obtenidos. La estación de Berdún, que hubiera resultado de sumo interés, dejó de registrar en el año 1977. La estación de Binacua se encuentra también en un emplazamiento algo marginal, por lo que fue desestimada.

Una vez calculados los promedios y totales de las diversas variables climáticas, se ha procedido a su tratamiento estadístico y gráfico. Se analizará brevemente el régimen pluviométrico de las estaciones consideradas, en cuanto éste ponga en evidencia variaciones relacionadas con su situación en longitud, para lo que se presentan gráficos individuales por cada estación. Entre los diferentes meteoros observados, sólo se atenderá a las tormentas por su importancia en el volumen precipitado en verano y la distorsión que suponen en el gradiente longitudinal. Finalmente, se presentan las correlaciones lineales con altitud y longitud de las precipitaciones; el ajuste de funciones logarítmicas arroja, en casi todos los casos, mejores resultados, pero se ha preferido utilizar aquéllas para unificar criterios con otros gradientes pluviométricos ya calculados.

RESULTADOS

Los volúmenes de precipitación de las estaciones consideradas aparecen recogidos en la tabla I, ellos han servido de base para la realización de los gráficos de volumen de precipitación estacional (figuras 1 a 8) y de los ombrotermogramas de Gaussén (figuras 9 a 16). En la tabla II se detallan las temperaturas medias, así como algún otro dato térmico significativo a nivel anual, pero que no van a ser objeto de comentario.

La estación que recoge mayor cantidad de agua en el período considerado es Yesa, con 922 mm (este promedio es ligeramente superior al calculado en otros trabajos, con períodos distintos, como CREUS, 1983, o PUIGDEFABREGAS, 1969). Le siguen las estaciones situadas a mayor altitud (el segundo puesto lo ocupa Yebra de Basa). El volumen de precipitación menor corresponde a Bailo-Puente la Reina; este sector de la Canal de Berdún va a presentar, en muchos aspectos, un comportamiento un tanto discordante con el conjunto general. El fenómeno de la menor precipitación en los tramos anchos de la depresión ha sido constatado ya anteriormente (PUIGDEFABREGAS y CREUS, 1976: 33).

Resulta interesante poner de manifiesto la diferente participación de cada estación del año en el volumen de precipitación total; las figuras 1 a 8 se pueden resumir en la distribución de máximos y mínimos pluviométricos estacionales (véase cuadro 2).

Cuadro 2. Distribución estacional de las precipitaciones.

Estación	Máx. 1.º	Máx. 2.º	Mín. 1.º	Mín. 2.º
Yesa	Invierno	Otoño	Primavera	Verano
Artieda	Invierno	Otoño	Primavera	Verano
Bailo-Puente la Reina	Otoño	Primavera	Invierno	Verano
Javierregay	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Caniás	Invierno	Primavera	Otoño	Verano
Jaca	Invierno	Primavera	Otoño	Verano
Sabiñánigo	Invierno	Primavera	Otoño	Verano
Yebra de Basa	Otoño	Primavera	Invierno	Verano

El máximo invernal en las precipitaciones, acompañado de un mínimo de verano, indica influencia oceánica acentuada. El régimen pluviométrico

co que caracteriza la mayor parte del Pirineo aragonés es de máximo otoñal seguido de un segundo máximo de primavera; el período seco invernal es cada vez más acentuado hacia el este, y las lluvias de verano son cada vez más importantes. La mayor significación de la primavera se relaciona con la influencia mediterránea creciente y la del verano con la continentalidad, en función de la mayor incidencia de las tormentas.

En las estaciones consideradas es claramente perceptible esta evolución. En la más occidental de ellas, la de Yesa, frente al máximo invernal destaca un mínimo de verano muy acentuado; las precipitaciones en esta estación sólo suponen el 13% del total (tabla I); se constata, no obstante, una participación muy considerable de la primavera y el otoño.

El importante papel de las precipitaciones invernales se mantiene en casi todas ellas, aunque disminuye paulatinamente de oeste a este desde el máximo del 30,3% en Yesa al mínimo del 26,2% en Yebra de Basa, con la sola matización del sector de Puente la Reina-Javierregay, con menores precipitaciones. El máximo otoñal, patente en estas dos últimas estaciones, se afianza en Yebra de Basa, donde supone el primer máximo. En este último máximo otoñal puede estar incidiendo también la mayor significación de las precipitaciones nivosas invernales, de más difícil medición, y que a los 910 metros de altitud de esta estación suponen una media de algo más de quince días al año (tabla III).

El paulatino aumento de la significación de las precipitaciones del verano, aunque siendo ésta, en todos los casos, la estación con menos agua recogida, es evidente. Desde el 13% que esta estación aporta al total pluviométrico en Yesa hasta el 20% de Yebra de Basa, la progresión es clara, si bien el dato de aquélla puede ser algo coyuntural, distanciándose bastante de los restantes valores (en Artieda supone el 17,5%). Puede resultar bastante sintético el índice obtenido del cociente de las precipitaciones estivales por las invernales, que presenta un claro incremento en longitud (tabla I).

El papel de la primavera, por último, tiende a afianzarse hacia el este; desde la posición de primer mínimo que supone en Yesa (aunque con una significación porcentual quizá excesiva), Artieda y Javierregay, hasta la de segundo máximo que ocupa en las restantes estaciones. Toda la evolu-

ción anterior se refleja en Yebra de Basa, donde se percibe ya el régimen característico del sector pirenaico central, con un máximo de otoño, un segundo máximo de primavera y un mínimo de verano.

No parece necesario el comentario detallado de los volúmenes mensuales de precipitación, que aparecen reflejados en las figuras 9 a 16, tan sólo queremos resaltar algún hecho destacado. El máximo corresponde, en Yesa, a octubre, con una cantidad de precipitación que supera el doble de la de septiembre; el segundo máximo es de enero. La primavera, de precipitación considerable, presenta su mes más lluvioso en mayo; no obstante, lo que más destaca es el mínimo estival de julio.

El desplazamiento en sentido longitudinal determina el afianzamiento del máximo de mayo, que en Jaca, Sabiñánigo y Yebra de Basa se convierte en primer máximo mensual. El máximo de octubre sigue conservando, no obstante, un papel destacado en todas ellas, pudiendo desplazarse a noviembre (única excepción de Caniás, donde la curva de precipitaciones es más atenuada, destacando sólo mayo y diciembre). El mínimo de julio es cada vez menos evidente y la precipitación de diciembre-enero se reduce paulatinamente, como pone de manifiesto su participación al total anual, considerado como indicador de oceanidad (PUIGDEFABREGAS, 199: 123). La estación de Yebra de Basa presenta ya un máximo destacado en mayo, seguido de otro en diciembre y un tercero en octubre; la precipitación de julio y agosto casi alcanza la de marzo, mientras que la de enero y febrero han descendido considerablemente.

No parece existir una correlación clara entre el número total de días de lluvia y la ubicación longitudinal de las estaciones (tabla III), el número de factores que entran en juego es mucho mayor y algunos de ellos de carácter local; la estación con mayor número es Javierregay (111 días), siendo la que presenta menos su vecina de Bailo-Puente la Reina (76 días). En su conjunto, las barras que definen el número de días de lluvia (figuras 17 a 24) traducen con bastante fidelidad los máximos y mínimos en el volumen de precipitaciones.

Mucho más interesante es, sin embargo, el número de días con tormentas (también reflejados en las figuras 17 a 24 y en la tabla IV). Desafortunadamente, la apreciación de los meteoros está más sujeta al cri-

terio personal del observador, que es por tanto variable, y en mayor medida en sectores llanos con amplia visibilidad como el que se está considerando (ello pudiera estar influyendo en los datos de Puente la Reina y Caniás). La importante significación del número de días con fenómenos tormentosos en verano explica, en gran parte, el creciente papel de las precipitaciones en esta época del año.

Estos fenómenos, ocasionados por el calentamiento de las capas más bajas de la atmósfera, suponen un aumento en el volumen de las precipitaciones que opera de forma inversa al gradiente longitudinal que se pretende establecer, y ello en el momento del año en que las precipitaciones debidas a las masas de aire atlánticas tienen menor significación. Ciertamente, las estaciones con un mayor número de días de tormenta son las cuatro más orientales; algo parecido sucede con el porcentaje que éstos representan sobre el total de los días de lluvia (tabla IV).

DISCUSIÓN

Una vez puestas de manifiesto, brevemente, algunas variaciones longitudinales de la precipitación observadas en el área de estudio, por otra parte de fácil apreciación, y presentados los datos obtenidos para el período considerado (1973-1987), se abordan ahora las correlaciones entre los volúmenes de precipitación con la altitud y la longitud. Se obtendrán así las consiguientes ecuaciones y gradientes pluviométricos.

Una primera aproximación al establecimiento de un gradiente pluviométrico consiste en la correlación de las precipitaciones con la altitud. En las figuras 25 a 27 se representan dichas correlaciones para las tres estaciones del año más significativas. Para el total anual hay una ausencia absoluta de ajuste, produciéndose un coeficiente de determinación, r^2 , de 0'09 (explicándose, por tanto, el 9% de la variación total). Como ya se ha señalado anteriormente, al aumento de precipitación con la altitud, que opera en la depresión, en líneas generales, de oeste a este, se contrapone el descenso de las precipitaciones por la longitud, de sentido contrario (función de la decreciente significación de las precipitaciones atlánticas).

Resulta necesaria, por tanto, una matización para diferentes períodos del año. En otoño y en invierno la correlación presenta los valores más

bajos; la recta de ajuste es casi plana para el invierno (figura 27) y de suave sesgo negativo para el otoño (figura 26). De hecho, si se hiciera abstracción del excepcionalmente bajo volumen de precipitaciones de Bailo-Puente la Reina en invierno, la recta de ajuste adoptaría un sentido de descenso de precipitaciones con la altitud (al hablar de "recta de ajuste" en estos casos de falta de correlación, se pretende indicar la tendencia pues no puede hablarse lógicamente de ajuste). Más arriba se ha hecho mención al comportamiento característico de las precipitaciones en este sector de la Canal.

Por el contrario, en el verano el coeficiente de determinación, r^2 , es bastante adecuado para las precipitaciones y la altitud (figura 25), suponiendo un valor de 0'85 (85% de la variación total). La explicación ha quedado suficientemente explícita con anterioridad al considerar el papel de los fenómenos tormentosos. Concentrados mayoritariamente en esta estación del año, tienen una incidencia creciente en altitud, lo que, dadas las características topográficas de la depresión, se contrapone al sentido longitudinal. Por otra parte, también se ha puesto de manifiesto anteriormente el incremento del papel de las tormentas en longitud (continentalidad creciente), tanto en el número de días en valores absolutos, como en el porcentaje que representan sobre el total de días de lluvia. Ya PUIGDEFABREGAS (1969: 127) había advertido este hecho, si bien la correlación establecida en aquella ocasión era para el conjunto del Altoaragón.

Consecuentemente, la correlación con altitud no explica más que las precipitaciones del período estival, siendo necesario introducir el factor longitudinal para la mayor parte del año (ello se vería matizado si se presentaran las correlaciones a nivel mensual, pero dilataría innecesariamente este trabajo). Para ello fue necesario reducir todas las estaciones a una hipotética altitud, idéntica para todas ellas, que, por motivos metodológicos, fue la de 488 metros, en el extremo inferior de las estaciones consideradas.

El gradiente altitudinal aplicado para sustraer de las precipitaciones totales las que pudieran imputarse directamente a la altitud, debía calcularse sobre un conjunto más amplio de estaciones. Este gradiente estará también inevitablemente afectado por las variaciones longitudinales, aun-

que de una forma más atenuada, dado que para su cálculo se han tomado las estaciones de la cuenca alta del Gállego y las del valle del Aragón en su curso alto de sentido meridiano.

La correlación lineal entre precipitación anual y altitud para las 35 estaciones de la Jacetania arrojaba, en conjunto, un resultado poco satisfactorio, con un coeficiente de determinación, r^2 , de 0'62 (62% de la variación total explicada); siendo las estaciones de la Depresión Media aquellas que en mayor medida contribuían a distorsionar el resultado. El gradiente anual era de 0'94 mm/metro. Al disponer de un elevado número de estaciones para este período homogéneo de 15 años pudieron establecerse gradientes diferenciados para la cuenca del Gállego y el Aragón sobre Jaca (prescindiendo de las estaciones sobre la Canal y la Val Ancha).

El volumen de precipitación desciende, lógicamente, también en los altos valles en sentido longitudinal y el gradiente altitudinal se atenúa. Para el conjunto del Gállego el gradiente observado es de 1'07 mm/metro, para el alto valle del Aragón es de 1'19 mm/metro y si a este último se añaden las estaciones ubicadas en los valles más occidentales el gradiente aumenta a 1'42 mm/metro. Las correlaciones, sin ser excepcionalmente buenas, eran aceptables, obteniéndose coeficientes de determinación, r^2 , de 0'7 en los tres casos para el total anual; lógicamente, los resultados a nivel estacional y mensual arrojaban resultados más variables.

Finalmente, el gradiente altitudinal que ha sido aplicado para corregir los volúmenes de precipitación de las estaciones de la Depresión Media, presenta los siguientes valores mensuales: enero, 0'14; febrero, 0'11; marzo, 0'09; abril, 0'08; mayo, 0'10; junio, 0'05; julio, 0'06; agosto, 0'06; septiembre, 0'05; octubre, 0'13; noviembre, 0'12; diciembre, 0'14; anual, 1'13 (todos en mm/metro).

Corregidos así los valores de precipitación de las estaciones (tabla V), se pueden correlacionar con la longitud. Las ecuaciones obtenidas y los coeficientes de determinación figuran en el cuadro 3.

Las figuras 28 a 32 representan las rectas de regresión para el total anual y las cuatro estaciones del año. El ajuste es bastante satisfactorio

Cuadro 3. Correlación entre precipitación corregida y longitud.

Período	Ecuación lineal	Coef. r ²	Polinomial	Coef. r ²
Anual	$y = -533,4 x + 2.174,626$	0,90	$y = 6.676,228 - 3.606,13 x + 519,332x^2$	0,97
Primavera	$y = -127,783 x + 543,234$	0,82	$y = 1.999,572 - 1.121,859 x + 168,012x^2$	0,94
Verano	$y = -27,568 x + 194,024$	0,50	$y = 118,601 + 23,914 x - 8,701x^2$	0,50
Otoño	$y = -168,455 x + 663,447$	0,82	$y = 2.176,619 - 1.201,324 x + 174,569x^2$	0,90
Invierno	$y = -209,595 x + 773,922$	0,90	$y = 2.381,436 - 1.306,861 x + 185,453x^2$	0,96

Mes	Ecuación lineal	Coef. r ²	Mes	Ecuación lineal	Coef. r ²
Enero	$y = -90,425 x + 312,326$	0,88	Julio	$y = -15,08 x + 70,432$	0,51
Febrero	$y = -69,626 x + 253,338$	0,93	Agosto	$y = -18,101 x + 89,352$	0,47
Marzo	$y = -64,267 x + 235,695$	0,86	Septiembre	$y = -10,189 x + 72,865$	0,26
Abril	$y = -35,834 x + 155,557$	0,77	Octubre	$y = -85,473 x + 318,906$	0,74
Mayo	$y = -27,682 x + 151,981$	0,70	Noviembre	$y = -72,522 x + 271,676$	0,90
Junio	$y = -5,613 x + 34,24$	0,30	Diciembre	$y = -49,544 x + 208,258$	0,80

El coeficiente de determinación, r², expresado en %, indica la parte de la variación total explicada por el ajuste.

para el total anual, más aún si se procede a ajustar una curva, en cuyo caso el coeficiente de determinación, r², es de 0'97. Invierno y primavera son asimismo igualmente satisfactorios, con coeficientes de 0'96 y 0'94 respectivamente en el caso de la regresión polinomial. Como era de esperar, el verano resulta con un coeficiente muy desajustado (aunque queda explicada algo más del 50% de la variación total), presentando el otoño un valor intermedio.

Los resultados mensuales matizan lo anterior. Hay que destacar el mes de septiembre, en función del cual el total del otoño aparece tan desajustado, ya que octubre y, sobre todo, noviembre, presentan coeficientes bastante aceptables. En este sentido hay que destacar también el mes de junio, en el que la recta de ajuste llega a tener una trayectoria inversa aumentando la precipitación con la longitud, como indica el signo de la ecuación resultante y en sintonía con lo anteriormente expuesto.

Quizá resulte interesante la realización de estas correlaciones con la longitud para el conjunto más amplio de la Jacetania; no obstante, se cuenta para ello con más dificultades en relación con la fuerte diversidad de exposiciones y las ubicaciones particulares de las estaciones disponibles en los altos valles. Parece, por otra parte, más prudente, el establecer correlaciones individuales por valles, cuando sea posible, con la altitud y,

posteriormente, comparar los gradientes obtenidos y los valores previstos para unas mismas altitudes interpoladas.

CONCLUSIONES

Del presente trabajo se derivan una serie de consideraciones sobre las variaciones en el régimen de precipitaciones del área estudiada. Asimismo, de los cálculos anteriores se desprende un gradiente pluviométrico de longitud para la Depresión Media pirenaica, decreciente entre Yesa y Yebra de Basa. Los resultados obtenidos se reflejan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Gradiente pluviométrico de longitud, sentido O-E.

Período	Ecuación lineal		Polinomial	
	mm/grado	mm/minuto	mm/grado	mm/minuto
Primavera	-127,78	-2,13	-113,79	-1,90
Verano	-27,57*	-0,46*	-28,29*	-0,47*
Otoño	-168,46	-2,81	-153,91	-2,57
Invierno	-209,60	-3,49	-194,14	-3,24
Anual	-533,40	-8,89	-490,14	8,17

Período	mm/grado	mm/minuto	Periodo	mm/grado	mm/minuto
Enero	-90,43	-1,51	Julio	-15,08*	-0,25*
Febrero	-69,63	-1,16	Agosto	-18,10*	-0,30*
Marzo	-64,27	-1,07	Septiembre	-10,19*	-0,17*
Abril	-35,83	-0,60	Octubre	-85,74	-1,43
Mayo	-27,68	-0,46	Noviembre	-72,52	-1,21
Junio	5,61*	-0,09*	Diciembre	-49,54	-0,83

*Con correlación insuficiente, datos inutilizables.

A pesar de que, como se ha indicado al inicio, es aventurado establecer, de una forma tajante, variaciones constantes en el espacio a los fenómenos climáticos, el presente trabajo puede contribuir a conocer las variaciones de la precipitación en el área estudiada y a facilitar la interpolación de los volúmenes de precipitación en función de los gradientes longitudinales y altitudinales calculados.

BIBLIOGRAFÍA

- CREUS NOVAU, J., 1983. *El clima del Alto Aragón Occidental*. Monografía del Instituto de Estudios Pirenaicos, n.º 109, Jaca.
- CREUS NOVAU, J., 1987. Algunas características climáticas de la alta montaña en los Pirineos centrales, Comunicación al X Congreso Nacional de Geografía, vol. I: 137-146. Zaragoza.
- GARCÍA RUIZ, J.M. *et al.*, 1985. *Los recursos hídricos superficiales del Alto Aragón*. Colección de Estudios Altoaragoneses, n.º 2. Instituto de Estudios Altoaragoneses, Huesca.
- MONTSERRAT RECODER, P., 1971. El clima subcantábrico en el Pirineo Occidental español. *Pirineos*, 102: 5-19. Jaca. Comunicación al IV Congreso Internacional de Estudios Pirenaicos, Pau, 1962.
- PUIGDEFÁBREGAS, J., 1969. Avance para un estudio climatológico del Alto Aragón. *Pirineos*, 79-80: 115-140. Jaca.
- PUIGDEFÁBREGAS, J., 1970. Características de la inversión térmica en el extremo oriental de la depresión interior altoaragonesa. *Pirineos*, 96: 21-46. Jaca.
- PUIGDEFÁBREGAS, J. y CREUS, J., 1976. Pautas espaciales de variación climática en el Alto Aragón. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, vol. 7, fasc. I: 23-34. Jaca.

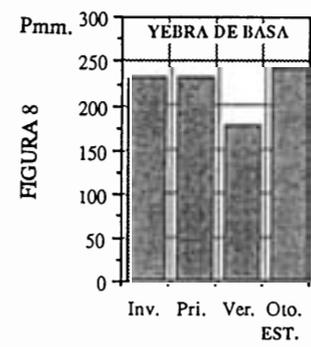
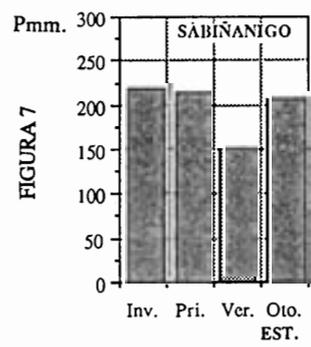
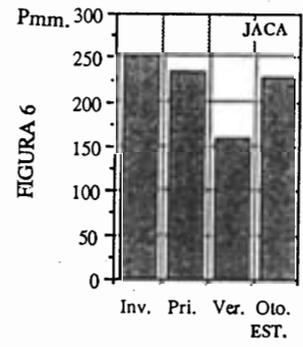
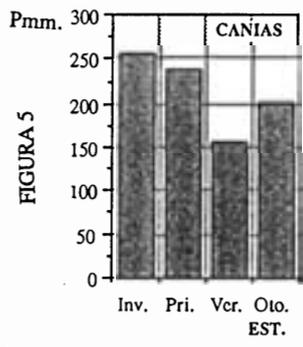
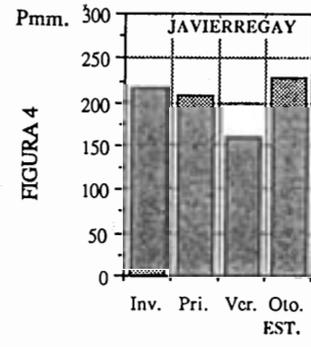
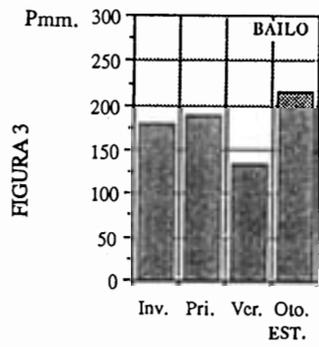
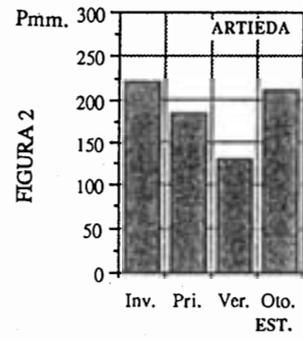
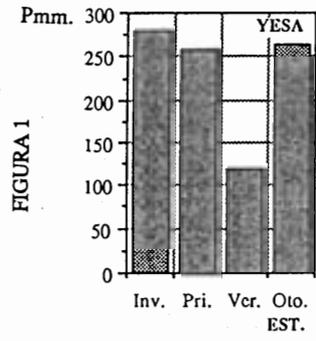


Fig. 1-8. Distribución estacional de las precipitaciones
(Fuente: Servicio Meteorológico. Zaragoza. Elab. propia).

PRECIPITACIONES

TEMPERATURA MEDIA

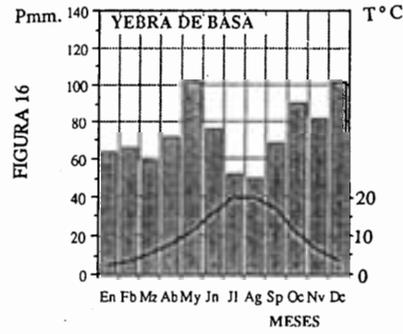
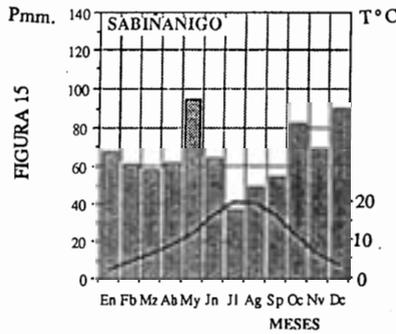
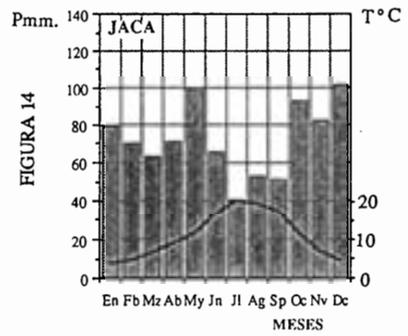
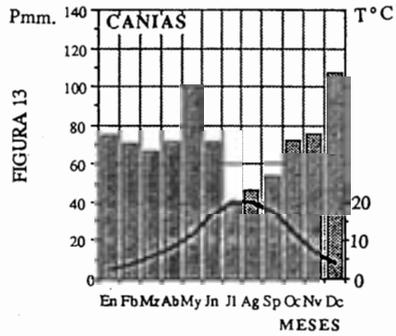
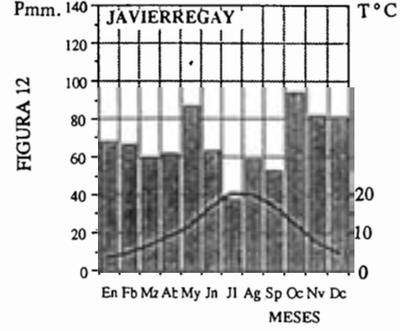
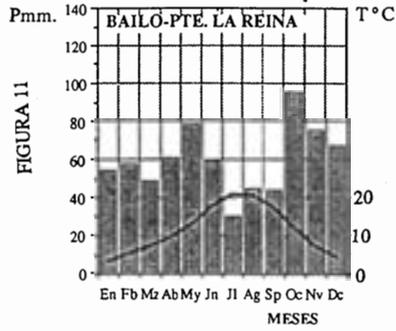
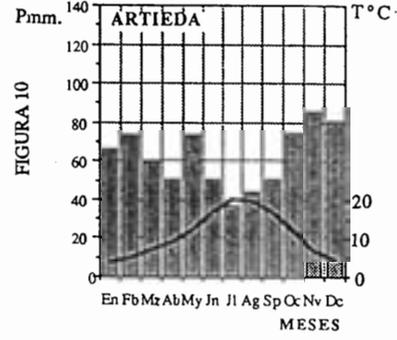
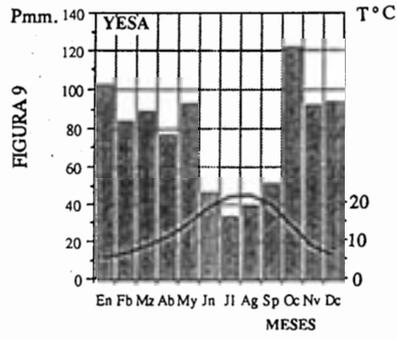


Fig. 9-16. Diagramas ombrotérmicos
(Fuente: Servicio Meteorológico. Zaragoza. Elab. propia).

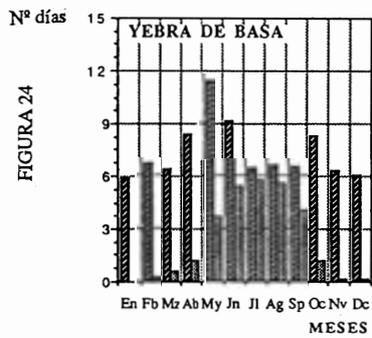
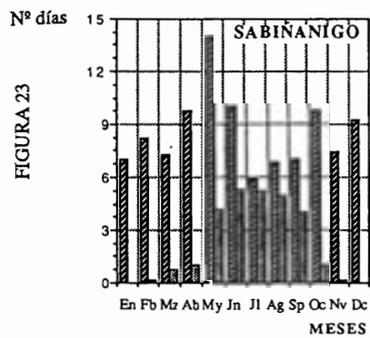
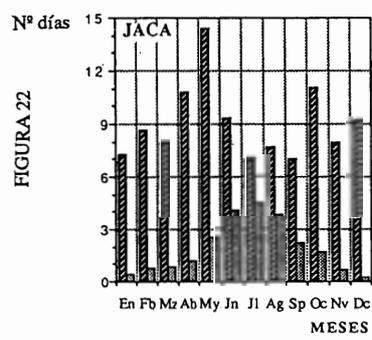
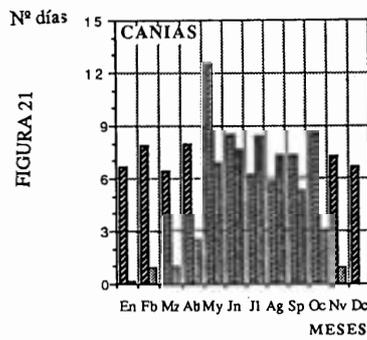
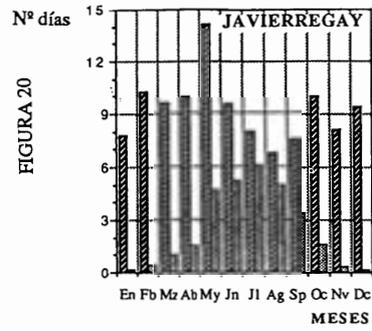
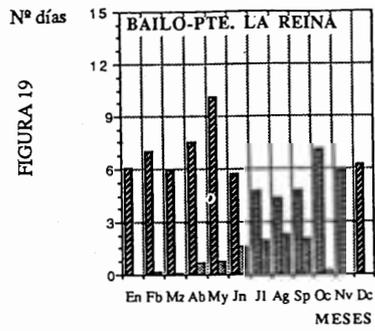
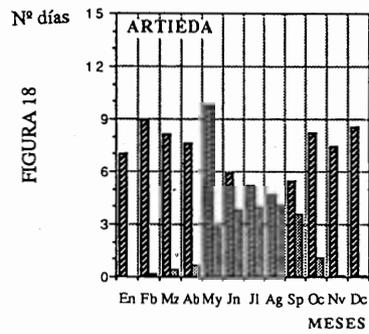
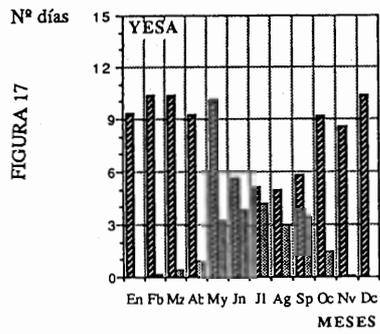


Fig. 17-24. Número de días de lluvia y de tormenta
(Fuente: Servicio Meteorológico. Zaragoza. Elab. propia).

FIGURA 25

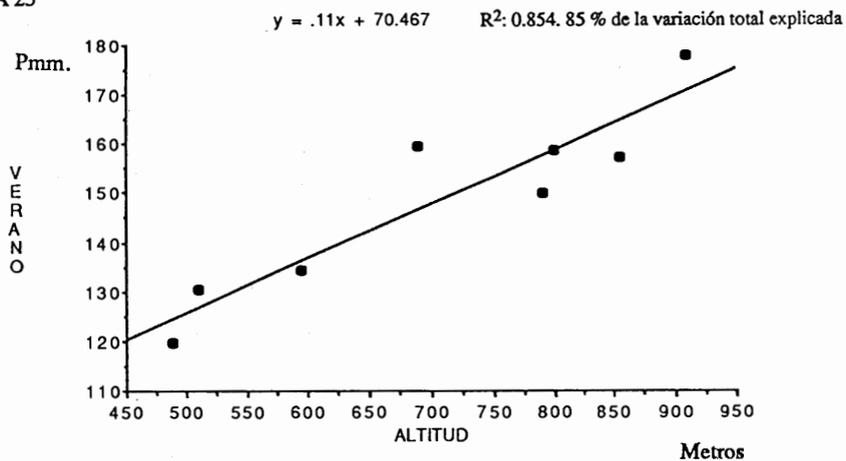


FIGURA 26

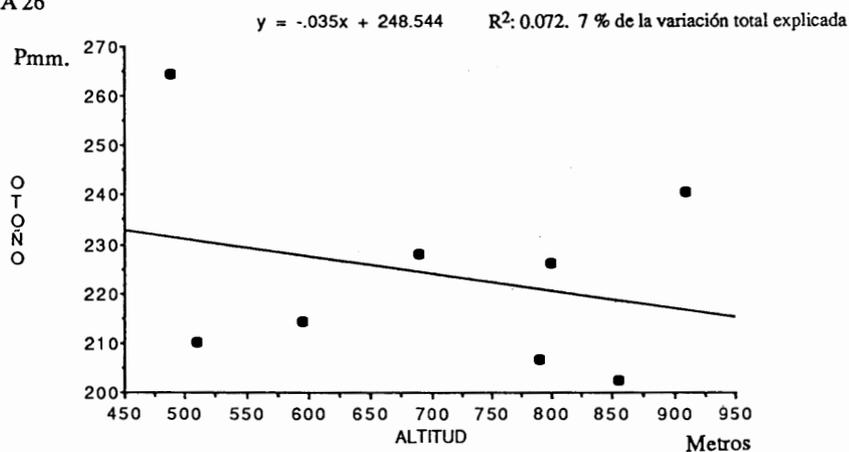


FIGURA 27

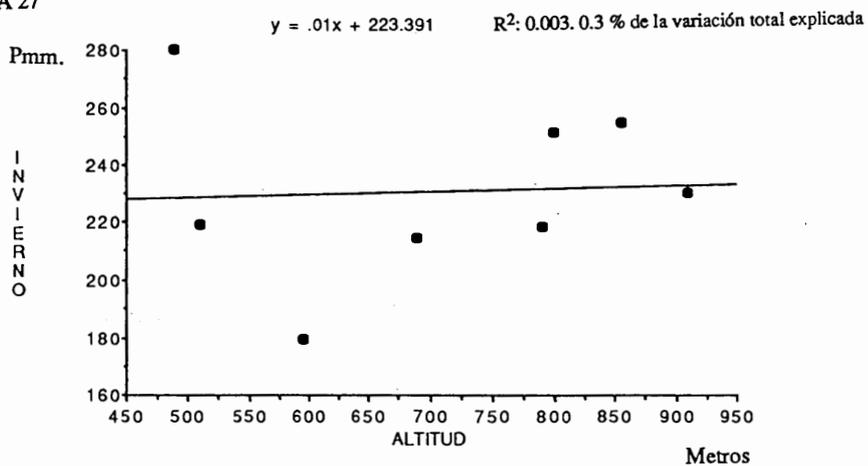


Fig. 25-27. Correlaciones lineales de las precipitaciones con la altitud (Fuente: Servicio Meteorológico. Zaragoza. Elab. propia).

FIGURA 28

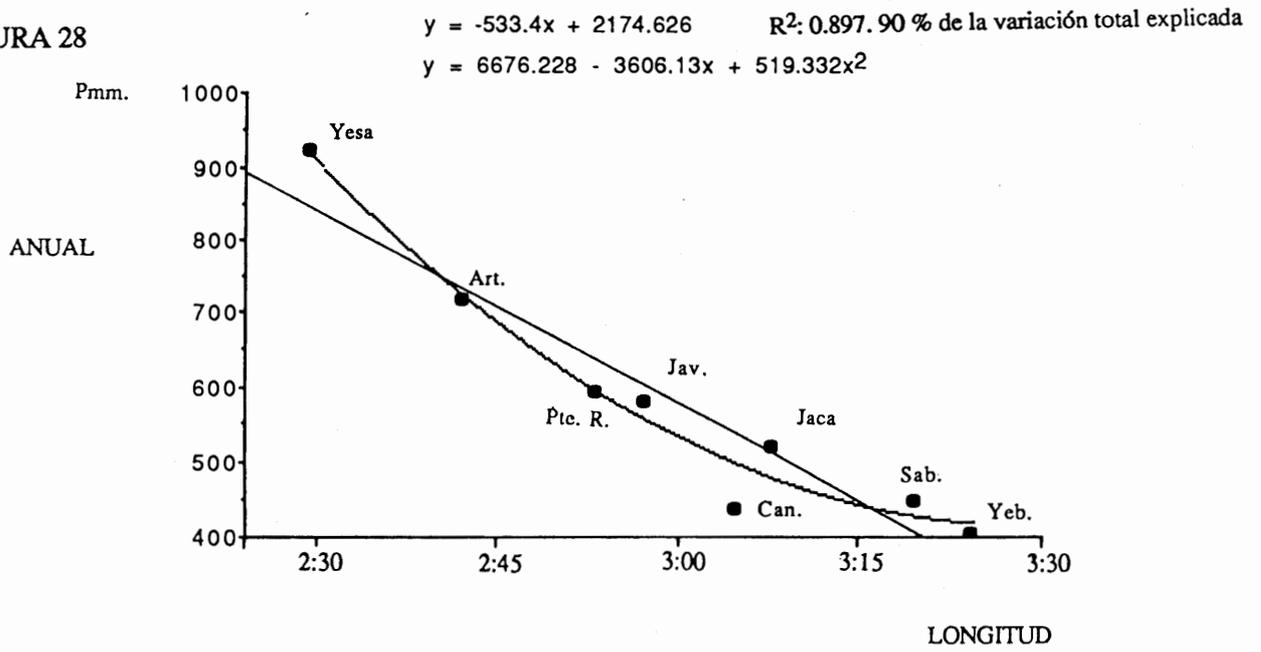


FIGURA 29

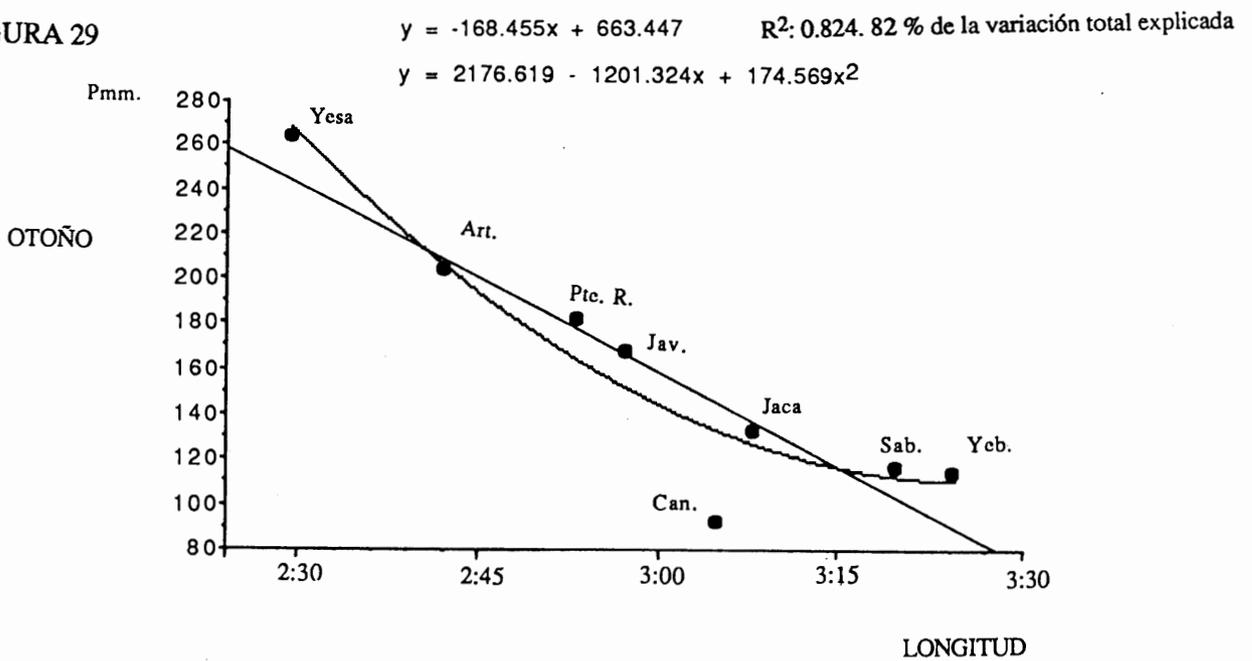


Fig. 28-29. Correlaciones lineales y polinomiales de las precipitaciones y la longitud (volúmenes de precipitación corregidos a altitud hipotética de 488 metros).

FIGURA 30

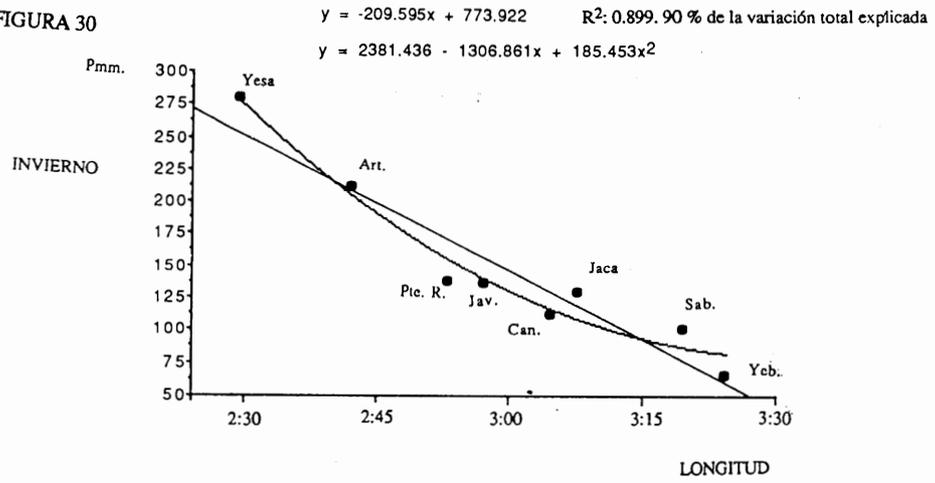


FIGURA 31

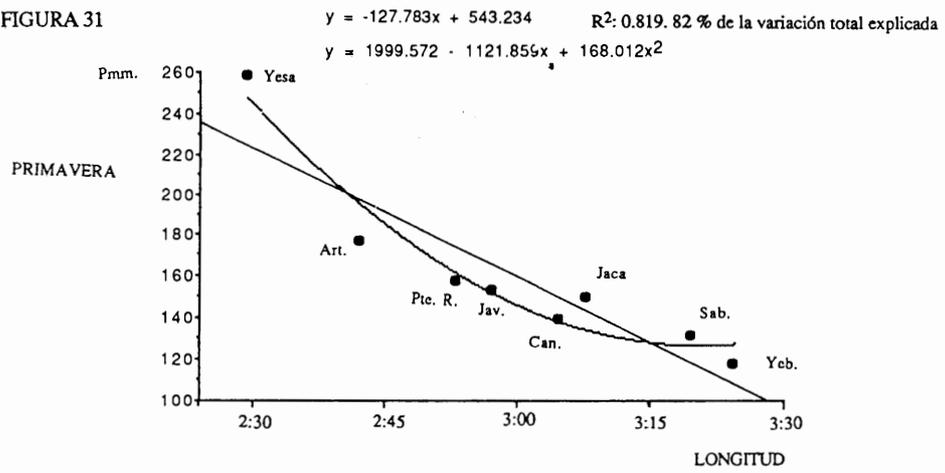


FIGURA 32

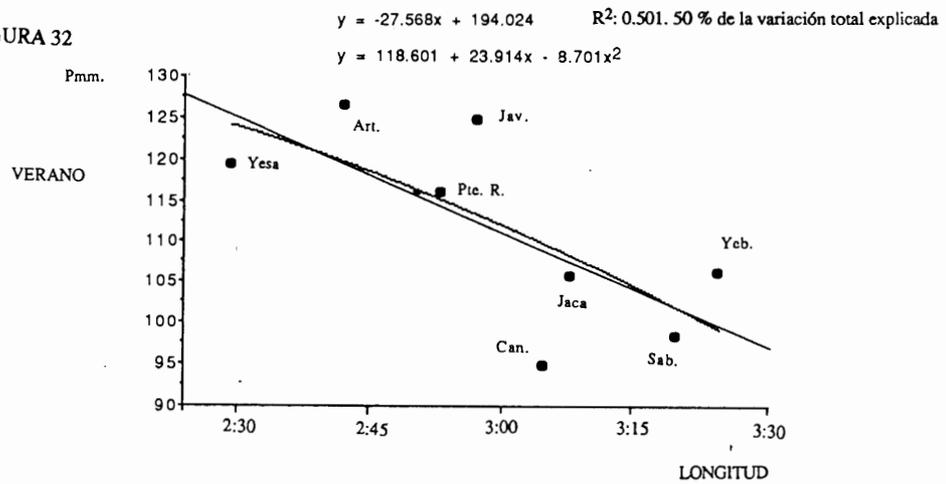


Fig. 30-32. Correlaciones lineales y polinomiales de las precipitaciones y la longitud (volúmenes de precipitación corregidos a altitud hipotética de 488 metros).

TABLA I

VOLUMENES DE PRECIPITACION OBSERVADOS (mm)

	En	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc	AÑO	INV.	%	PRIM.	%	VER.	%	OTON.	%	V/I
Artieda	65.9	72.9	59.6	50.7	72.9	50.1	36.3	43.9	50.4	74.3	85.4	80.4	742.9	219.2	29.5	183.2	24.7	130.3	17.5	210.1	28.3	0.6
Bailo-Pte la Reina	54.5	57.6	48.5	60.4	78.1	58.9	30.4	44.8	43.7	94.9	75.5	66.8	714.1	178.9	25.1	187.0	26.2	134.1	18.8	214.1	30.0	0.7
Canisás	75.2	71.2	67.0	71.3	100.1	71.6	38.9	46.7	53.7	72.7	75.8	107.8	851.9	254.1	29.8	238.3	28.0	157.2	18.5	202.2	23.7	0.6
Jaca	79.3	70.5	62.8	71.1	99.9	65.3	40.6	52.8	51.4	92.4	82.1	101.2	869.5	251.0	28.9	233.8	26.9	158.7	18.2	226.0	26.0	0.6
Javierregay	67.7	66.1	59.6	61.8	86.4	62.9	37.6	58.8	52.8	93.6	81.5	80.6	809.2	214.4	26.5	207.7	25.7	159.2	19.7	227.9	28.2	0.7
Sabiñánigo	67.3	61.1	57.3	61.7	94.0	63.8	36.8	49.0	54.6	82.2	69.7	89.8	787.4	218.2	27.7	213.0	27.1	149.7	19.0	206.5	26.2	0.7
Yebrá de Basa	62.9	65.6	58.2	71.0	101.8	76.4	51.7	49.8	67.7	90.7	82.0	101.6	879.4	230.1	26.2	231.0	26.3	177.9	20.2	240.4	27.3	0.8
Yesa	102.0	84.2	88.8	76.6	92.8	46.1	33.9	39.4	51.1	121.4	91.8	93.6	921.9	279.8	30.3	258.3	28.0	119.5	13.0	264.4	28.7	0.4

TABLA II

DATOS TERMICOS OBSERVADOS (°C)

	TEMPERATURA MEDIA												T	i	T'	i'							
	En	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc					AÑO	AÑO	AÑO	AÑO			
Artieda	4.0	5.3	7.2	9.4	12.6	17.2	20.3	19.9	17.3	12.2	7.2	4.8	11.5	18.3	4.7	40.0	-19.0						
Bailo-Pte la Reina	3.2	5.3	7.1	9.5	13.0	17.4	20.9	20.4	17.7	12.1	7.0	4.4	11.5	17.8	5.3	43.0	-21.0						
Canisás	2.9	4.1	6.1	8.6	12.0	17.2	20.7	20.5	18.0	12.3	7.3	4.4	11.2	16.7	5.7	38.0	-16.0						
Jaca	3.5	4.4	6.5	8.7	11.7	16.4	20.0	19.4	17.0	11.7	7.0	4.5	10.9	16.8	5.0	39.1	-16.0						
Javierregay	3.7	5.0	6.8	9.1	12.2	16.9	20.3	20.2	17.2	12.4	7.7	5.0	11.4	17.5	5.3	40.5	-14.5						
Sabiñánigo	2.6	4.2	6.2	8.9	12.1	17.0	20.3	19.8	17.0	11.3	6.3	3.7	10.8	18.1	3.5	39.0	-16.0						
Yebrá de Basa	2.3	3.2	5.4	7.7	11.0	15.7	19.5	19.4	16.6	11.0	6.3	3.5	10.1	15.8	4.4	38.0	-16.0						
Yesa	5.4	6.9	9.0	11.1	14.6	19.0	22.0	22.3	19.8	14.2	9.0	6.3	13.3	18.5	8.1	43.0	-13.0						

T Temp. med. máx.
i Temp. med. mín.
T' Temp. máx. abs.
i' Temp. mín. abs.

TABLA III

NUMERO DE DIAS DE LLUVIA Y NIEVE

	En		Fb		Mz		Ab		My		Jn		Jl		Ag		Sp		Oc		Nv		Dc		AÑO				
	LL	N	LL	N	LL	N	LL	N	LL	N	LL	N	LL	N	LL	N	LL	N	LL	N	LL	N	LL	N	LL	N	LL	N	
Artieda	7.1	2.7	9.0	1.0	8.1	1.1	7.7	0.3	9.8	0.0	5.9	0.0	5.2	0.0	4.6	0.0	5.5	0.0	8.3	0.0	7.4	0.3	8.6	0.9	87.2	6.352			
Bailo-Pte la Reina	6.1	2.3	7.0	1.2	6.0	0.8	7.6	0.4	10.1	0.1	5.8	0.0	4.8	0.0	4.4	0.0	4.8	0.0	7.1	0.0	6.0	0.5	6.3	1.0	75.9	6.139			
Canisás	6.7	2.1	7.9	3.1	6.5	3.5	8.0	2.2	12.5	0.1	8.5	0.0	6.2	0.0	5.8	0.0	7.3	0.0	8.5	0.3	7.3	1.2	6.7	2.9	91.8	15.47	LL N° días lluvia		
Jaca	7.3	4.1	8.7	3.9	8.0	3.1	10.8	1.3	14.4	0.1	9.4	0.0	7.1	0.0	7.7	0.0	7.1	0.1	11.1	0.4	7.9	1.4	9.2	2.9	108.5	17.3	N N° días nieve		
Javierregay	7.8	3.5	10.3	2.2	9.6	2.3	10.0	1.1	14.1	0.0	9.5	0.0	8.0	0.0	6.7	0.0	7.5	0.0	10.9	0.0	8.1	1.1	9.5	2.3	111.2	12.4			
Sabiñánigo	7.0	3.9	8.2	3.0	7.3	2.4	9.8	1.2	13.9	0.0	10.1	0.0	5.9	0.0	6.9	0.0	7.0	0.0	9.8	0.3	7.5	1.1	9.3	2.2	102.6	14.2			
Yebrá de Basa	5.9	3.6	6.7	3.3	6.4	2.6	8.4	1.7	11.4	0.1	9.2	0.0	6.3	0.0	6.6	0.0	6.5	0.0	8.3	0.5	6.4	0.7	6.1	2.5	88.4	15.12			
Yesa	9.3	2.5	10.4	1.4	10.4	0.9	9.3	0.4	10.1	0.0	5.7	0.0	5.1	0.0	5.0	0.0	5.8	0.0	9.2	0.0	8.5	1.0	10.4	0.5	99.3	6.733			

TABLA IV

NUMERO DE DIAS DE TORMENTA

	En		Fb		Mz		Ab		My		Jn		Jl		Ag		Sp		Oc		Nv		Dc		AÑO				
	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	
Artieda	0.0	0.0	0.1	1.5	0.5	5.7	0.7	8.7	2.8	28.6	3.8	64.0	3.9	75.6	4.0	87.0	3.6	65.9	1.1	13.7	0.1	0.9	0.1	0.8	20.7	23.7			
Bailo-Pte la Reina	0.0	0.0	0.2	2.4	0.1	1.4	0.7	8.8	0.7	7.2	1.6	28.0	2.0	41.9	2.3	52.6	2.1	43.1	0.3	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	13.1			
Canisás	0.2	3.0	0.9	11.6	1.0	15.5	2.5	31.3	6.9	54.9	7.7	90.6	8.4	135.5	7.3	125.3	5.3	72.5	2.9	34.3	0.9	12.5	0.0	0.0	43.9	47.9	T N° días tormenta		
Jaca	0.5	6.4	0.8	9.2	0.9	10.8	1.2	11.4	2.6	17.9	4.1	44.3	4.6	64.6	3.9	50.0	2.3	32.1	1.7	15.7	0.7	8.4	0.3	2.9	23.4	21.6	% N° días tormenta / N° días lluvia		
Javierregay	0.2	2.6	0.5	4.5	1.1	11.1	1.5	15.3	4.7	33.5	5.3	55.2	6.1	75.8	5.0	74.3	3.5	45.9	1.7	16.7	0.3	4.1	0.2	2.1	30.0	27.0			
Sabiñánigo	0.0	0.0	0.2	2.4	0.7	10.1	1.1	10.9	4.2	30.1	5.3	53.0	5.3	88.8	4.9	71.8	4.0	57.1	1.1	10.9	0.1	1.8	0.0	0.0	26.9	26.3			
Yebrá de Basa	0.0	0.0	0.2	3.4	0.6	10.0	1.2	14.5	3.7	32.3	5.4	58.1	5.7	88.7	5.5	83.8	4.0	61.2	1.2	14.4	0.2	2.4	0.2	3.0	27.9	31.6			
Yesa	0.0	0.0	0.2	1.9	0.5	4.5	0.9	10.1	3.3	32.2	3.9	68.2	4.2	81.8	3.0	60.0	3.4	58.6	1.5	15.9	0.1	0.8	0.0	0.0	20.9	21.0			

TABLA V

VOLUMENES DE PRECIPITACION CORREGIDOS (mm) *

	Longitud	En	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc	AÑO	INV.	PRIM.	VER.	OTON.
Artieda	2:42:00E	62.8	70.5	57.6	48.9	70.7	49.0	35.0	42.6	49.3	71.4	82.7	77.4	718.01	210.63	177.29	126.59	203.5
Bailo-Pte la Reina	2:53:16E	39.5	45.8	38.8	51.9	67.4	53.6	24.0	38.3	38.4	81.0	62.7	51.9	593.21	137.16	158.07	115.04	182.04
Canisás	3:04:40E	23.8	30.8	33.9	41.9	63.4	53.3	16.9	24.7	35.4	25.0	31.8	56.4	437.16	110.98	139.22	94.84	92.12
Jaca	3:08:02E	35.6	36.2	34.7	46.1	68.7	49.7	21.9	34.1	35.8	51.9	44.7	57.5	516.95	129.32	149.61	105.64	132.38
Javierregay	2:57:10E	39.5	43.9	41.4	45.6	66.2	52.8	25.4	46.6	42.7	67.3	57.3	52.3	580.94	135.63	153.19	124.85	167.27
Sabiñánigo	3:19:39E	25.0	27.9	30.1	37.5	63.9	48.7	18.7	30.9	39.5	43.0	33.5	47.5	446.15	100.42	131.48	98.34	115.91
Yebrá de Basa	3:24:26E	3.8	19.2	20.2	37.3	59.6	55.3	26.4	24.5	46.6	35.8	31.4	42.5	402.53	65.56	117.08	106.13	113.76
Yesa	2:29:58E	101.9	84.1	88.8	76.5	92.7	46.1	33.8	39.4	51.1	121.3	91.7	93.4	920.78	279.38	258.01	119.28	264.11

* A la precipitación registrada se ha deducido la debida a la altitud, según los gradientes citados en el texto. Todas las estaciones se han situado a una altitud hipotética de 488 metros