

Geografía de la Rioja	v. 1	129 - 168	1994
El clima			

El clima

En un territorio relativamente pequeño como el riojano se suceden una variada gama de ambientes climáticos de características bien definidas, que con claridad se observan al recorrer la región de Norte a Sur o de Oeste a Este. La naturaleza y la originalidad de este rico mosaico es fruto, en principio, de la interferencia de rasgos oceánicos y mediterráneos, en segundo lugar, de su contrastado relieve entre la montaña y el llano, y por último, y de modo particular, de su localización interior en el extremo occidental de la depresión del Valle del Ebro. En efecto, el hecho de estar situado en una cubeta cerrada por dos altas zonas montañosas, el Pirineo y el Sistema Ibérico, provoca sobre las precipitaciones un claro efecto de "sombra pluviométrica" por el que las perturbaciones atmosféricas descargan buena parte de la lluvia en las barreras montañosas marginales y llegan muy debilitadas al interior de la región; es esta misma disposición la que ocasiona la continentalidad de las temperaturas y los contrastes de su régimen anual; y es también la impronta topográfica la que determina la dirección de los principales flujos de aire superficiales al encauzarlos a través del corredor del Ebro.

De forma general, las tierras occidentales, mejor expuestas a la humedad del Atlántico y al efecto termorregulador del océano, son las de clima más lluvioso y más templado; al avanzar hacia el Este, la sequedad de la atmósfera y los contrastes de sus temperaturas nos introducen gradualmente en los caracteres continentalizados propios del centro de la depresión del Ebro. Sobre estas condiciones globales la montaña ejerce su efecto modificador, y a la vez que se incrementan las precipitaciones, disminuyen las temperaturas y sus amplitudes, en marcadas gradaciones de la montaña al llano que reproducen la rápida transición topográfica del Sistema Ibérico al centro del Ebro. Estas diferentes influencias se entrecruzan en La Rioja, de Norte a Sur y de Poniente a Levante, dando origen a la variedad de condiciones climáticas subrayadas al principio y que examinamos a continuación.

Aspectos metodológicos

Los estudios climáticos se apoyan en el empleo de un elevado número de datos meteorológicos, que es necesario tratar y elaborar en función de los objetivos perseguidos, y que básicamente suministra la red de estaciones de observación del Instituto Nacional de Meteorología. Esta fuente imprescindible de información no está exenta de problemas que, por lo general, provienen de la escasez de observatorios y, en muchas ocasiones, de la falta de continuidad en su funcionamiento. En el caso de La Rioja los inconvenientes no surgen tanto de la inexistencia de mediciones como de la carencia de largas series de observación, de los cortes y lagunas que aparecen en las mismas y la no coincidencia en el tiempo; por fortuna, la documentación aportada por dos valiosos estudios, el primero sobre la ciudad de Logroño debido a Sánchez-Gabriel, publicado en 1979 por el Instituto de Estudios Riojanos, y el más reciente de Núñez y Martínez (1991), con datos térmicos y pluviométricos de quince años homogeneizados de treinta y

Geografía de la Rioja	v. 1	129 - 168	1994
El clima			

nueve observatorios, son hoy piezas básicas para conocer el clima riojano. A estas hay que unir las publicaciones del Ministerio de Agricultura (1981 y 1986) y las investigaciones realizados en el Departamento de Geografía de la Universidad de La Rioja, que junto a los anteriores han sido el soporte fundamental de este trabajo.

Esta información se ha ampliado con datos de insolación, nubosidad, vientos, heladas, etc., que ayudan a completar la explicación del clima regional. Además, dado que la distribución espacial de las estaciones meteorológicas no tiene la uniformidad deseable, y en particular en las áreas de montaña aparecen muchas zonas sin ningún tipo de registros, ha sido necesario calcular los valores climáticos para distintas cotas provinciales. Metodológicamente se ha resuelto con el calculo de las rectas de regresión entre la altitud y aquellas variables que en cada área tuvieran suficiente información; pero conscientemente se han evitado los cálculos en aquellos valles sin datos y en los relieves mas elevados de la Ibérica, por lo arriesgado que resulta cualquier extrapolación y la cantidad de errores que podrían introducirse.

Los factores del clima

Por factores del clima se entiende el conjunto de mecanismos e influencias que inciden y configuran las manifestaciones atmosféricas que percibimos y que, en consecuencia, son responsables de la diversidad climática. En el caso concreto de la comunidad riojana el clima es fruto de la interacción de dos conjuntos de factores que actúan a distinta escala: la dinámica atmosférica propia de las latitudes medias, de la que derivan los tipos de tiempo, las masas de aire y los frenes; y la influencia que sobre aquella ejercen los factores geográficos regionales, tales como la estructura y disposición del relieve o la localización geográfica. Los primeros, por las dimensiones de los mecanismos que los constituyen, intervienen generalmente con pequeñas diferencias horarias sobre el conjunto de la región, por esta razón, originarían unas condiciones generales uniformes si a su paso no fuesen modificados por los factores geográficos que, como en el caso de La Rioja, inciden claramente en la formación de los rasgos diferenciadores de su clima.

a. La dinámica atmosférica regional

La Rioja se sitúa en el extremo meridional del dominio templado de la circulación de vientos del Oeste, en contacto con la zona de altas presiones subtropicales. Este limite entre el cinturón templado y el tropical presenta un movimiento pendular a lo largo del año, de forma que en invierno desciende hacia el Su, avanzando hacia el solar regional, y en verano se desplaza nuevamente hacia el Norte, alejándose de nuestras latitudes. Por ello, buena parte del año la región está gobernada por los mecanismos propios del área templada, como son la presencia de masas de aire polar y las perturbaciones atmosféricas asociadas al Frente Polar; mientras que 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 células anticiclónicas de las regiones subtropicales, y más concretamente del anticiclón de las Azores.

Dada la naturaleza variable del tiempo, no es posible configurar unas características generales de la circulación para todo el año, pero un modelo simplificado de esta dinámica podría reducirse a dos grandes sistemas bien diferenciados. El primero, propio de la estación fría, dominante desde octubre a mayo, durante cuyos meses el territorio queda afectado por la dinámica circulatoria del área templada, con predominio de los vientos del Oeste, flujos de masas de aire húmedo a baja temperatura y familias de borrascas portadoras de lluvia. Y el segundo, característico de los meses cálidos, en especial julio y agosto, donde el dominio corresponde al anticiclón de las Azores; en este momento el sistema de vientos del Oeste se retira hacia el Norte, mientras las altas presiones subtropicales ocupan buena parte del Sudoeste europeo, impidiendo el desplazamiento hacia la península Ibérica de las borrascas atlánticas, que siguen ahora trayectorias más septentrionales y sólo en algunas ocasiones rozan la cornisa cantábrica y alcanzan La Rioja; así se explica la estabilidad atmosférica, el mínimo de precipitaciones y de nubosidad, y el normal mantenimiento del buen tiempo durante el verano. Por último, entre ambas estaciones extremas, la primavera y el otoño constituyen periodos de transición con desigual alternancia de ambos sistemas de circulación

Lógicamente, este sencillo esquema sufre múltiples combinaciones que originan una gran variedad estacional, de manera que de un año a otro se pueden suceder un invierno lluvioso y otro seco, un verano cálido y tormentoso y otro más fresco y árido, etc. Sin embargo, en términos generales, sobre La Rioja predominan los estados de tiempo anticiclónicos sobre los ciclónicos, es decir las situaciones atmosféricas estables frente a las inestables, aunque su régimen a lo largo del año sea variable, como muestra el cuadro siguiente, referido al observatorio de Agoncillo, que nos ayuda a precisar con más detalle la dinámica atmosférica dominante sobre la región.

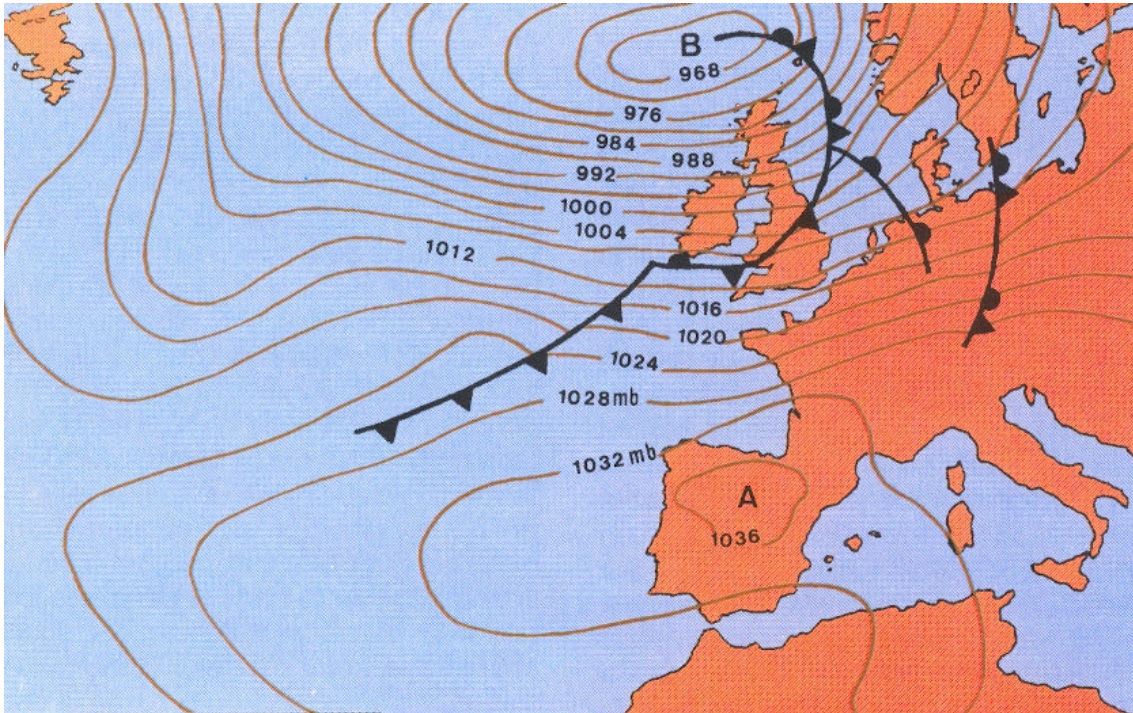
Tipos de tiempo en la estación de Agoncillo, en % de días

(según Ruiz Urrestarazu, 1982)

	Anticiclónico	Ciclónico	Interciclónico
Invierno	46,8	42,1	11,1
Primavera	36,6	46,4	17,0
Verano	52,9	28,6	18,5
Otoño	51,3	34,8	13,9

Como expresan las cifras expuestas, en invierno hay un notable equilibrio entre días anticiclónicos y ciclónicos, consecuencia de dos procesos opuestos: por una parte, la acentuación del efecto de continentalidad, especialmente en enero, que se manifiesta en el dominio de tipos de tiempo anticiclónicos (provocados en parte por amplias dorsales del anticiclón frío centroeuropeo, unidas en muchas ocasiones a las altas presiones de las Azores), acompañados de bajas temperaturas y frecuentes nieblas de irradiación en los sectores más deprimidos; y por otra, el incremento de la circulación zonal y la mayor intensidad que adquieren los tiempos ciclónicos del Noroeste y Oeste, cuya actividad se traduce en las precipitaciones de lluvia o nieve que afectan a la región, en particular a las tierras occidentales.

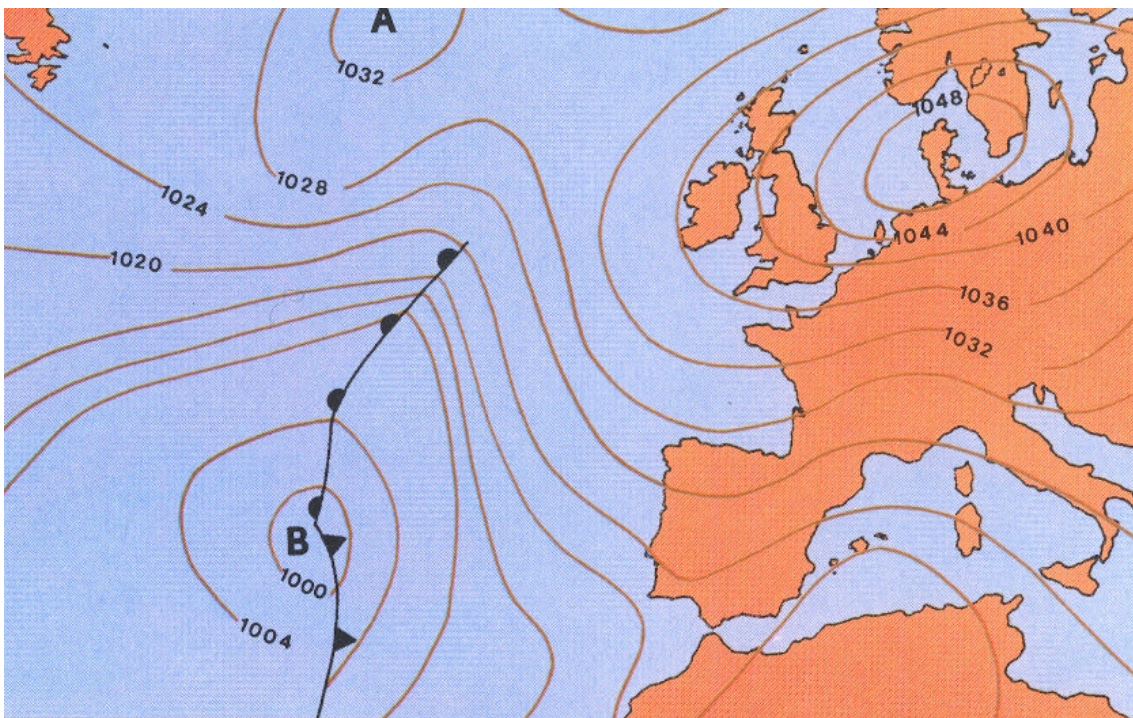
En primavera disminuyen notablemente las masas de aire continental y baja la frecuencia de las situaciones anticiclónicas, que registran ahora su mínimo anual, en beneficio de los tipos de tiempo ciclónicos y el mayor dinamismo de estos, de donde se derivan las abundantes lluvias de abril y mayo. Hacia el final de la estación la temperatura es ya elevada y la radiación solar provoca un claro aumento de la inestabilidad y las primeras tempestades convectivas del año.



ANÁLISIS EN SUPERFICIE

a 12 h (TMG)

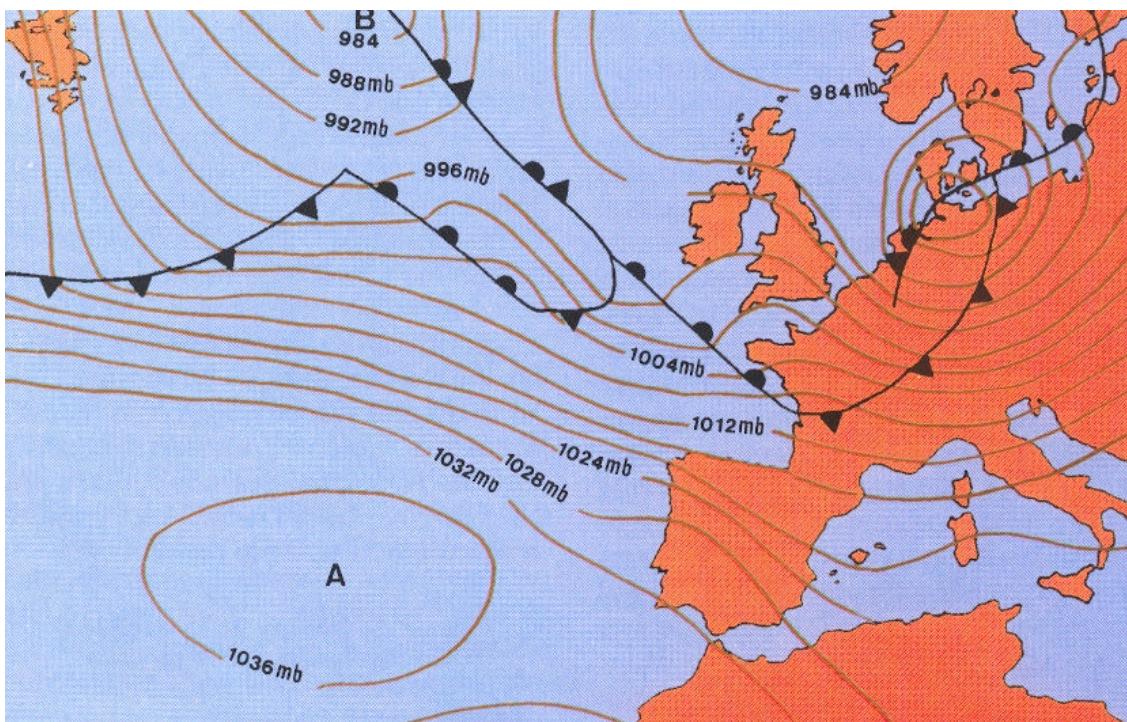
La persistencia de un potente anticiclón sobre la Península Ibérica dio origen a frecuentes inversiones térmicas, heladas y nieblas intensas en el Valle del Ebro.



SITUACION GENERAL

a 6 h (TMG)

Situación atmosférica que ocasiona viento fuerte en el valle del Ebro, el día 1 de diciembre de 1976. Se alcanzó los 103 km./h.



ANÁLISIS EN SUPERFICIE

a 12 h (TMG)

Situación atmosférica característica de ola de frío, ocurrida el 25 de diciembre de 1962. La temperatura mínima en Logroño fue de 11,6 bajo cero.

El verano, y sobre todo, julio y agosto, presentan dos peculiaridades que le diferencian del resto de las estaciones: disminuyen hasta sus niveles más bajas los días ciclónicos y, en cambio, se observa el máximo anual de situaciones anticiclónicas. El dominio de las altas presiones tropicales se acompaña de temperaturas elevadas y acentuada sequedad, sólo interrumpida por la formación de mínimos barométricos de carácter local relacionados con la fuerte insolación, que pueden originar precipitaciones tormentosas de localización dispersa.

La monotonía de los meses estivales se rompe en parte en otoño por el ligero aumento de las situaciones ciclónicas, pero el tiempo es todavía muy estable en septiembre y principios de octubre, que conservan aun los caracteres esenciales del verano. Parte del mes de octubre es fresco y turbulento, y noviembre es ya muy perturbado, con incremento de los sistemas frontales del Oeste y fuerte descenso térmico, que nos introduce en los meses invernales.

b. La importancia de los factores geográficos

A escala más reducida, los mecanismos de esta dinámica atmosférica se conjugan con las influencias propias de la geografía riojana, cuyo papel es sin duda decisivo para explicar las singularidades de su clima. La posición concreta de La Rioja en el extremo occidental del Valle del Ebro, muy próxima al Atlántico, crea una dependencia fundamental de este océano, mientras la influencia del mar Mediterráneo es muy débil a causa de la circulación normal de la atmósfera de Oeste a Este. Por esta razón, cuando las masas de aire y células de circulación

Geografía de la Rioja	v. 1	129 - 168	1994
El clima			

mediterránea alcanzan el interior regional lo hacen muy atenuadas y desnaturalizadas.

En efecto, normalmente los flujos de aire y los sistemas atmosféricos que dominan estas tierras tienen su origen en el océano Atlántico; pero también estas son modificados por el sustrato peninsular antes de llegar a nuestro territorio y nunca se recibe dicho influjo de forma directa: las masas de aire sufren un progresivo enfriamiento durante el invierno y caldeoamiento en verano, mas o menos intenso según la velocidad de desplazamiento, que extrema los valores térmicos; y de igual manera, los frentes atmosféricos portadores de lluvia, se debilitan pluviométricamente antes de alcanzar la región y provocan precipitaciones menos abundantes. Solo las borrascas noratlánticas que penetran por el Cantábrico, a través del portillón abierto entre las sierras de Cantabria y el Pirineo, consiguen llegar con intensidad y provocar importantes lluvias, pero también estas se extinguen de forma progresiva hacia el Este donde cada vez llueve menos; así, las perturbaciones atmosféricas de este tipo que en su desplazamiento provocan precipitaciones en Haro, por ejemplo, son inferiores cuando alcanzan Logroño y cada vez más débiles o incluso nulas cuando llegan a las localidades orientales, como Aldeanueva de Ebro o Alfaro.

A estas circunstancias une La Rioja las de su propio relieve: una amplia depresión ceñida por dos altas zonas montañosas que modifican los caracteres de la circulación atmosférica regional y acentúan, en general, el papel que ejerce la posición geográfica. Tanto las montañas del sistema Ibérico, que ocupan su mitad meridional, como los próximos montes Vascos y el Pirineo, actúan como verdaderas barreras al avance de las perturbaciones atmosféricas, de tal modo que por un proceso dinámico se incrementan las precipitaciones en ellas, mientras al descender hacia el eje del Ebro la subsidencia local del aire favorece la ruptura de los frentes y la disolución de los sistemas nubosos, con el consiguiente descenso de las lluvias, a la vez que los vientos se vuelven mas cálidos y secos por un claro efecto foehn.

Esta impronta topográfica deja sentirse, asimismo, en las temperaturas, ya que el aire, tanto frío como cálido, en situaciones barométricas de tipo anticiclónico se estanca en el fondo de la depresión agravando los efectos térmicos de cada estación: en verano, el calentamiento del aire en el interior de la cubeta provoca movimientos convectivos y la formación de tormentas locales, que pueden ocasionar fuertes chubascos cuando en altas capas de la atmósfera coinciden con el paso de una vaguada fría o con situaciones de gota fría; en invierno, el aire frío puede permanecer estacionado durante días, hasta el punto de originar una fuerte inversión térmica, subrayada muchas veces por intensas nieblas de irradiación.

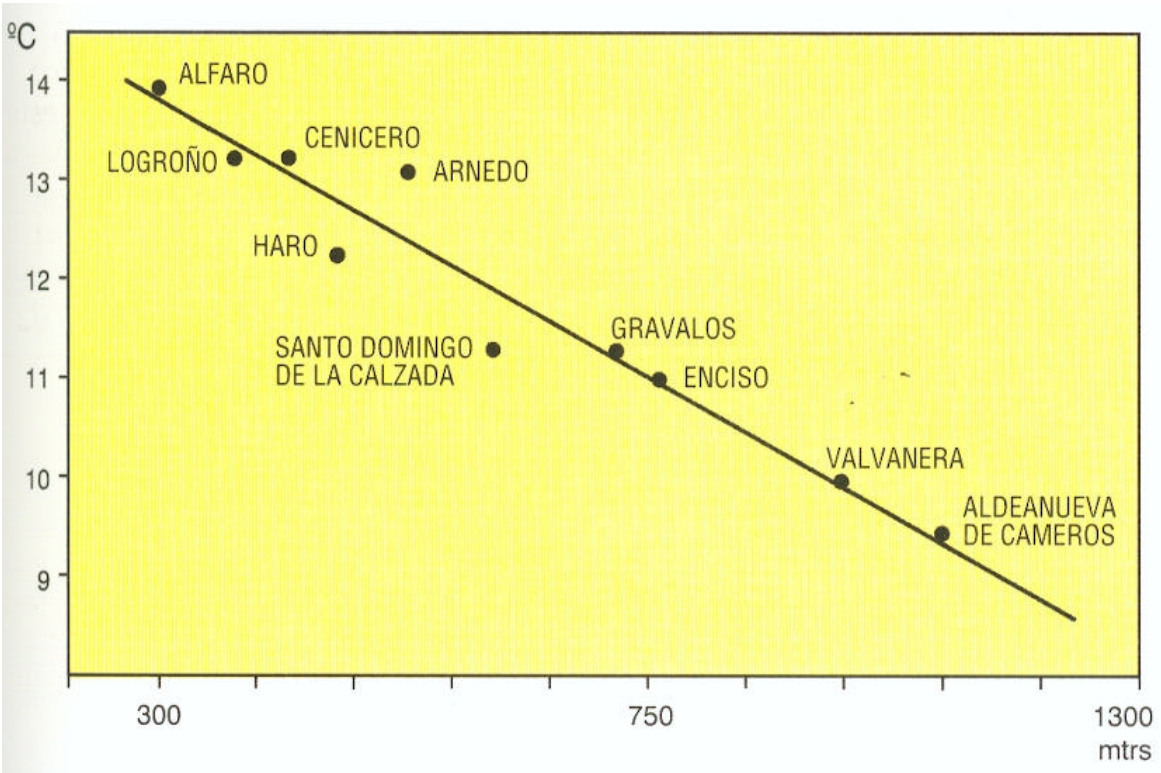
Así pues, los rasgos mas sobresalientes del clima riojano surgen de las interferencias que sobre la circulación atmosférica introducen las circunstancias intrínsecas a la región y, sobre todo, las características de su propio relieve.

Los elementos del clima

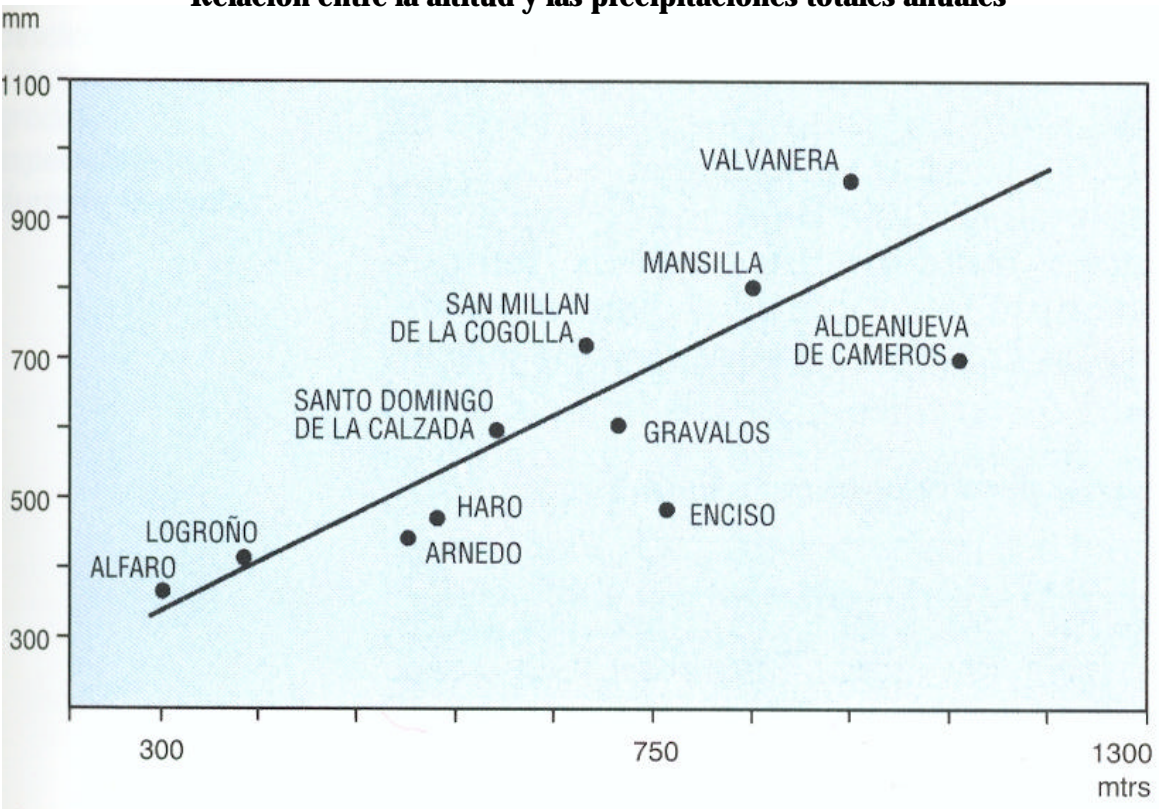
La sucesión de estados de la atmósfera que resultan de la combinación entre la dinámica atmosférica y los factores geográficos, que se acaban de señalar, es el marco general en el que se desenvuelve el clima de La Rioja. Pero su análisis exige conocer también los elementos que lo componen, como son la

insolación, las temperaturas, las precipitaciones, etc., considerados estos como partes integrantes de un sistema complejo cual es la atmósfera; por ello, a continuación se detallan los aspectos más significativos de los principales elementos de nuestro clima y sus variaciones intrarregionales, particularmente numerosas dada la diversidad altitudinal y geomorfológica del territorio.

Relación entre la altitud y las precipitaciones medias anuales

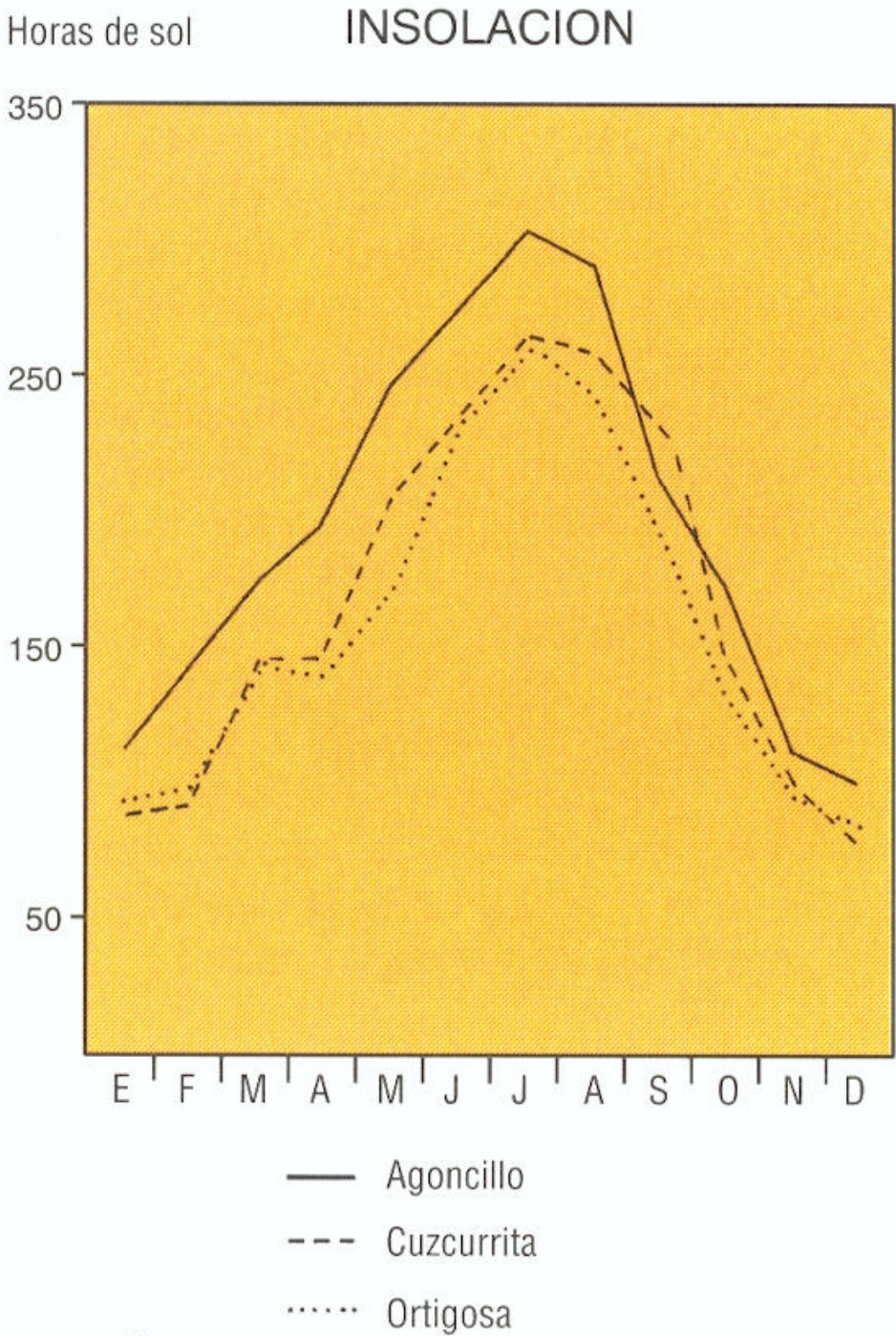


Relación entre la altitud y las precipitaciones totales anuales



1. La insolación

Por la latitud a que se encuentra, La Rioja esta expuesta a una radiación solar aproximada de 4410 horas cada año. Pero, lógicamente, esta iluminación potencial o teórica tiene un reparto muy desigual a lo largo del año por la duración relativa de los días y las noches y, sobre todo, esta muy condicionada por la nubosidad, las nieblas y la presencia de obstáculos orográficos que actúan de pantalla frente a la insolación. Los datos disponibles son insuficientes para conocer con exactitud el número de horas que brilla el Sol en todo el territorio, pero con los existentes se ha tratado de definir las líneas generales de la distribución espacial y del ritmo estacional de la insolación real y de la nubosidad.



Buena parte de la región contabiliza de 1900 a 2200 horas de sol efectivas, es decir, entre el 45 y el 50 % de la insolación posible, repartidas de la siguiente forma: los valores más altos se alcanzan en la ribera del Ebro en torno a Logroño, cuyo observatorio registra 2330 horas de sol al año, y descienden de forma progresiva hacia la Rioja Baja (2140 horas luce el sol en Rincón de Soto), la Rioja Alta (1964 horas en Cuzcurrita) y sobre todo hacia la montaña (1887 horas en Ortigosa). Se relaciona este reparto con los valores de nubosidad, muy importante en las tierras occidentales y siempre superiores con la altitud, y con la presencia de nieblas en el eje del Ebro que, como veremos, son mas frecuentes cuanto más nos desplazamos hacia Levante.

Por su dependencia de la radiación solar es lógico que el régimen anual de la insolación muestre su valor máximo en los meses estivales y el mínimo en invierno. Julio es siempre el mes más destacado, con cifras que rondan las 300 horas en Logroño y algo inferiores en el resto de las zonas (285 horas en Rincón de Soto, 263 en Cuzcurrita y 262 en Ortigosa). En agosto los promedios son más bajos, no obstante, este mes es el de mayor insolación efectiva por sus valores fluctuantes entre el 67 y 69 % del total de la insolación posible, lo que se justifica por la débil nubosidad de este mes. En el extremo opuesto, el mínimo se produce también siempre en diciembre, momento en el que las horas de sol se reducen a mas de la mitad (99 horas en Logroño, 83 horas en Ortigosa) y los porcentajes sobre la insolación posible descienden a menos del 40 % por la frecuencia de nubes y nieblas.

La transición entre ambos momentos extremos no es totalmente uniforme, siendo lo más destacado el contraste entre el ascenso progresivo de la insolación desde diciembre a julio y el rápido descenso entre julio y diciembre, más brusco en la ribera y más escalonado en la montaña.

a. La nubosidad

Puesto que guarda relación inversa con la insolación, el mapa de su reparto será contrario al anterior. En líneas generales la nubosidad disminuye de Norte a Sur y de Oeste a Este, con las naturales matizaciones que sobre esta tendencia introduce la presencia de accidentes topográficos. Por otra parte, y partiendo de la clasificación internacionalmente aceptada entre días despejados, nubosos y cubiertos, en toda la región es muy superior el numero de días cubiertos al de despejados (en Logroño, por ejemplo, es de 124 y 55 días respectivamente), y tan sólo en la Rioja Baja existe una cierta aproximación entre ambos, aunque siempre favorable a los días cubiertos, como muestra el observatorio de Rincón de Soto: 119 días cubiertos, frente a 95 días despejados.

Promedios mensuales y anuales de horas de Sol en varios observatorios de La Rioja (Fuente: I.N.M.)

OBSERVATOMO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AO
Agoncillo	112	142	176	194	245	274	304	290	211	172	120	99	2339
Cuzcurrita	88	92	145	147	205	237	265	258	203	146	99	79	1964
Ortigosa	93	99	143	140	173	232	262	244	191	133	94	83	1887
Rincón de Soto	98	122	176	168	191	230	285	285	216	164	110	95	2140

Geografía de la Rioja	v. 1	129 - 168	1994
El clima			

El ritmo anual del estado del cielo, al igual que los restantes elementos del clima, experimenta cambios bruscos a causa de las características de la circulación regional, y a una serie ininterrumpida de días serenos o algo nubosos, le sucede otra, no menos prolongada, de días muy nubosos o cubiertos. Tan sólo el verano ofrece un régimen más uniforme, a la vez que constituye la única estación que presenta una tendencia clara a registrar valores de nubosidad bajos, sobre todo julio y agosto, que al mismo tiempo destacan, en sentido contrario, por la elevada frecuencia de días despejados.

El invierno suma el mayor número de días cubiertos, siempre superior al 40 (43% en Rincón de Soto, 63 % en Ortigosa), lo que concuerda con la impronta oceánica que manifiesta el clima riojano frente al régimen más mediterráneo que se observa en las tierras centrales de la depresión del Ebro. El segundo máximo corresponde a la primavera, con dos momentos muy destacados, abril y mayo, mientras los meses de otoño tienden a parecerse mas a los estivales, si exceptuamos la elevada presencia de nubes durante el mes de noviembre.

b. Las nieblas

Por su frecuencia e intensidad constituyen un aspecto relevante del clima regional; y a su vez, al ser un fenómeno que se origina junto al suelo, supone siempre la reducción de la visibilidad, el aumento de las condiciones favorables a la contaminación y la creación de un ambiente nocivo para la salud.

En relación con su origen se diferencian varios tipos de nieblas, pero las mas características son las de irradiación, que se forman por el enfriamiento de la masa de aire en contacto con el sustrato frío y el consiguiente proceso de condensación del vapor de agua del mismo. Su origen va asociado a las situaciones anticiclónicas frías de invierno, con tiempo en calma y cielos despejados, durante los cuales el aire subsidente se acumula y estanca en los sectores deprimidos y da lugar a la formación de extensos bancos de niebla, de espesor variable entre 200 y 300 metros, hasta el nivel superior de lo que se denomina inversión térmica, por encima del cual el cielo esta despejado.

Así ocurre en los valles de montaña de la Ibérica, donde la niebla anega a veces su fondo mientras el sol luce en las laderas mas elevadas. Pero, particularmente, afectan a la ribera de Ebro, debido a su topografía en forma de cubeta favorable al estancamiento del aire frío, unido a la elevada humedad atmosférica que proporciona la evaporación de las aguas del Ebro y sus afluentes; en estas circunstancias, las nieblas ocupan amplios espacios del fondo de la depresión, mientras al remontarnos en altitud, hacia las sierras inmediatas, estas pueden desaparecer y encontramos el cielo despejado y temperaturas más suaves y agradables.

Anualmente la media de días de niebla es muy variable, con cifras de 40 días en Logroño, 28 en Cuzcurrita, 39 en Rincón de Soto. Por lo general, aparecen en octubre para alcanzar en los meses de noviembre, diciembre y enero su mayor persistencia, y van disminuyendo su frecuencia hacia primavera, siendo muy raras durante el verano.

2. Las precipitaciones

La distribución espacial de las precipitaciones refleja, como puede verse en el mapa de isoyetas anuales, dos hechos a los que nos hemos referido: el mandato permanente del relieve y la mejor exposición del sector occidental a los vientos húmedos del Atlántico. En efecto, las lluvias se reparten de modo muy desigual entre la montaña y el llano, y sufren, a la vez, un claro proceso de degradación Oeste-Este.

En la ribera del Ebro el promedio anual de lluvia es siempre inferior a 500 milímetros, y se reduce a menos de 400 mm en toda la amplia franja centro-oriental, que se convierte de este modo en el sector más seco de La Rioja y el enlace con las condiciones semiáridas del centro de la cubeta del Valle del Ebro. La moderación de estos valores se proyecta en parte hacia el Sur a través de los cauces fluviales, pero de forma general la humedad aumenta, marcando la gradual transición entre la debilidad pluviométrica del eje del Ebro y los importantes registros de las sierras meridionales: en Soto de Cameros, por ejemplo, se reciben ya 606 mm, y en Anguiano la suma del año asciende a 645 mm.

En plena sierra se acusa el efecto orográfico, y tanto la nubosidad de estancamiento como la inestabilidad convectiva que propicia el relieve crean un verdadero cinturón húmedo, con precipitaciones extensas y abundantes, que como en el caso de las superficies bien expuestas de la Demanda alcanzan los 1200 mm; así lo prueban los 1203 mm del observatorio de Posadas o los 1208 mm de Altuzarra, y es muy presumible que se superen estas cifras en áreas de mayor altitud.

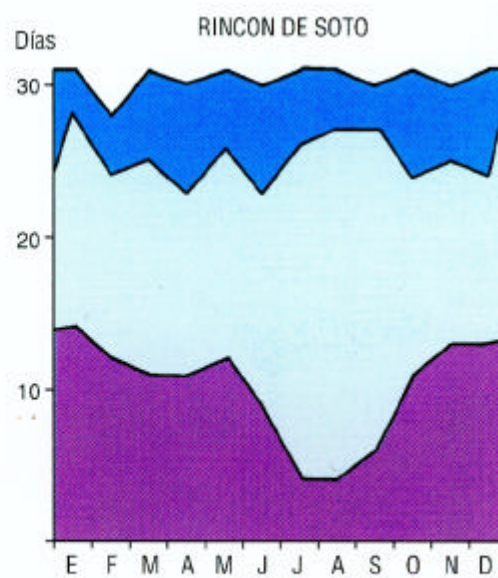
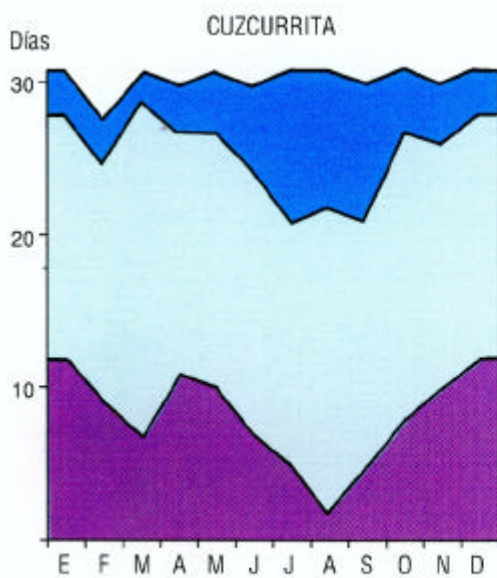
Precipitaciones medias mensuales y anuales

(Fuente: I.N.M., Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1981 y Núñez y Martínez, 1991)

OBSERVATORIO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Agoncillo	30	27	30	38	46	45	24	22	33	33	35	33	396
Aldeanueva	57	54	49	88	82	64	46	48	32	40	64	56	680
Alfaro	23	23	30	36	42	38	23	23	38	36	33	29	374
Amedo	30	32	33	63	64	47	34	32	21	27	35	33	451
Calahorra	36	25	33	39	49	42	17	19	31	28	49	37	404
Cenicero	43	31	35	58	55	36	28	26	17	31	42	43	445
Enciso	31	23	64	48	48	52	29	23	43	36	40	30	467
Grávalos	40	33	29	69	97	72	62	33	62	27	33	39	596
Haro	38	33	37	56	57	51	37	29	29	30	44	44	485
Logroño	34	32	34	57	54	38	28	24	15	28	36	38	419
Mansilla de la Sierra	76	85	64	90	86	58	40	35	29	57	73	116	809
Monasterio Valvanera	97	92	73	123	104	71	44	39	39	65	82	119	948
Posadas	115	159	123	182	120	74	56	50	42	85	85	112	1203

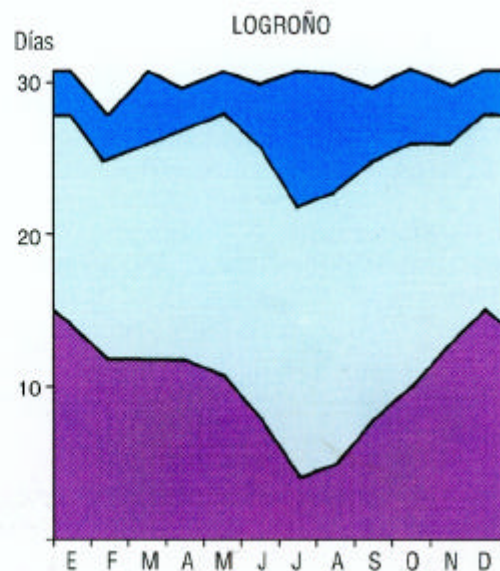
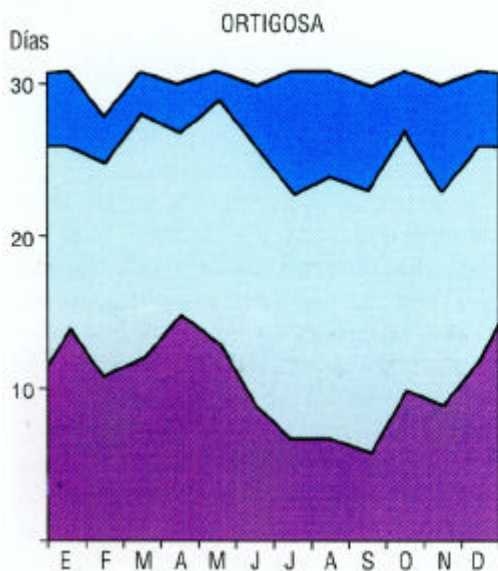
San Millán de la Cogolla	58	57	57	99	86	66	41	45	29	51	59	65	713
Sto Domingo Calzada	45	39	40	48	63	64	25	28	50	63	57	59	581

Este incremento de la precipitación con el relieve traza un gradiente de dirección meridiana, cuyo valor para el conjunto del territorio ha sido estimado en 73 mm por cada 100 metros de desnivel (Núñez y Martínez, 1991). No obstante, la gran compartimentación del relieve y las variadas orientaciones que existen en la montaña provocan fuertes diferencias en los totales de precipitación. Junto a zonas elevadas y bien expuestas que fácilmente superan los 1000 mm de lluvia anual, existen otras más protegidas, y por tanto menos favorecidas, donde las cantidades disminuyen de forma ostensible.



■ **Despejados**
 ■ **Nubosos**
 ■ **Cubiertos**

Números de días despejados, nubosos y cubiertos en cuatro observatorios



(Fuente: I.N.M.)

Varios son los ejemplos que pueden ilustrar este hecho. En plena sierra de la Demanda los observatorios de Posadas o de Ayabarrena, situados a 965 metros el primero y a 1020 metros el segundo, reciben 1203 y 1170 milímetros respectivamente, mientras en el embalse de Mansilla, en la cuenca alta del río Najerilla, a 900 metros de altitud, o en el cercano observatorio de Ventrosa, a 1002 m, situados ambos al abrigo de la sierra, las lluvias descienden hasta 809 y 741 mm.

Condiciones similares afectan a otros valles fluviales, que al quedar encerrados entre grandes elevaciones reciben menos precipitaciones de las esperadas, como es el caso tan expresivo del valle alto del Iregua, donde Ortigosa, a pesar de sus 980 m de altitud contabiliza sólo 636 mm, y Aldeanueva de Cameros, a 1103 m, 680 mm. Y la misma explicación cabría dar a los mediocres 467 mm que registra Enciso, en la cuenca del río Cidacos, a 816 m de altitud.

Variación de la precipitación de Sur a Norte y de Oeste a Este

En la Ribera:

Haro (479 m)	485 mm
Cenicero (437 m)	445
Logroño (364 m)	419
Calahorra (358 m)	404
Alfaro (300 m)	374

En el Somontano:

Sto Domingo Calzada (639m)	581 mm
Arnedo (547 m)	451

En la montaña:

Valvanera (1020 m)	948 mm
Ortigosa (980 m)	636
Enciso (816 m)	467

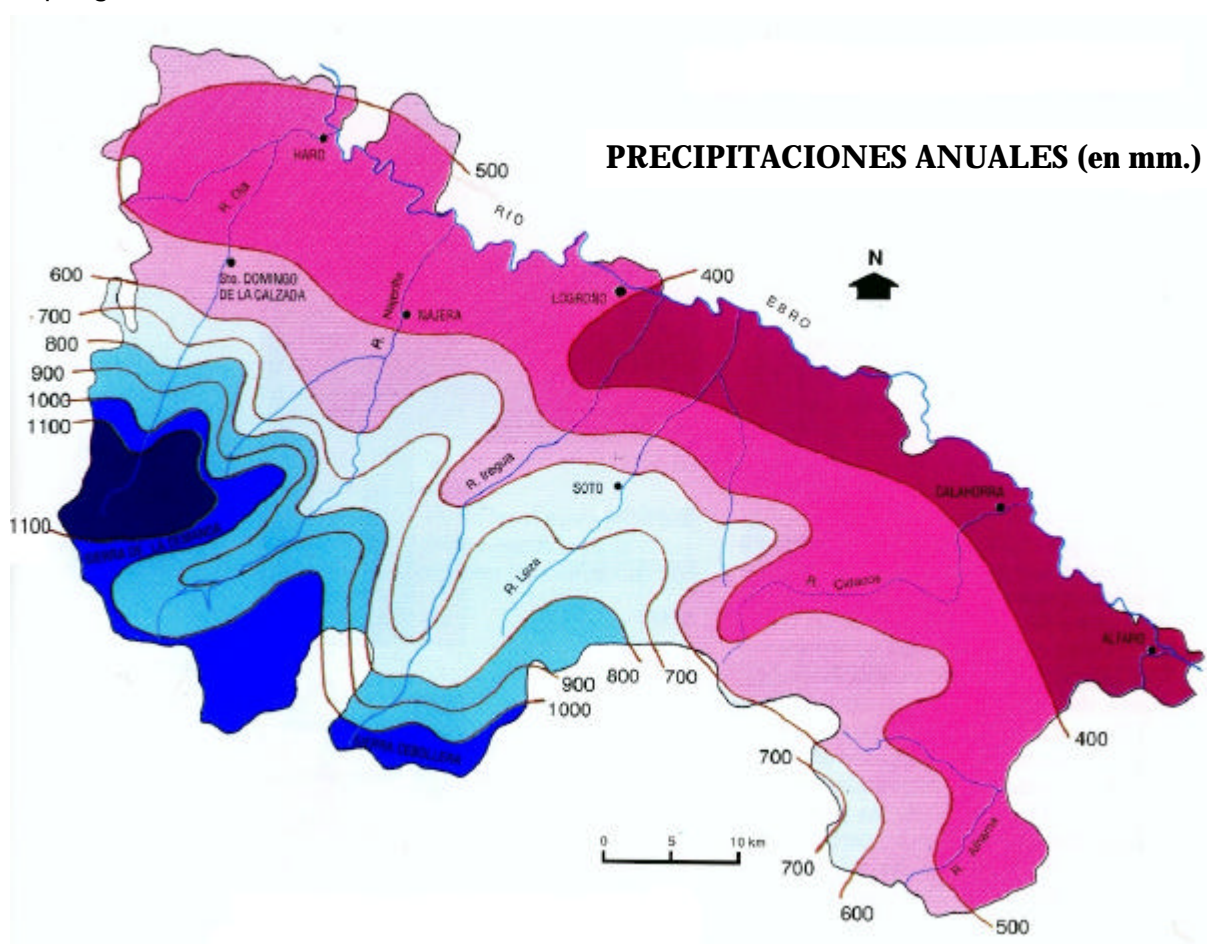
Al gradiente altitudinal se une el zonal Oeste-Este, relacionado con la posición relativa respecto a la penetración de los temporales de procedencia atlántica, de manera que conforme se avanza hacia Levante y nos alejamos de la influencia oceánica, las lluvias son cada vez más débiles y el ambiente más seco, agravado además por el descenso altitudinal existente en el mismo sentido.

a. Régimen estacional y mensual

El ritmo que siguen las precipitaciones a lo largo del año, relacionado con los tipos de tiempo que dirige la circulación atmosférica, pone de manifiesto que en toda la región la primavera es el periodo más lluvioso y que el resto de las estaciones presentan graduales diferencias según la tendencia general del clima. Así, en los sectores de mayor dominio oceánico, como la Rioja Alta y sierras de la Demanda, Urbión y Cebollera, las lluvias de invierno son muy abundantes y llegan a constituir el máximo secundario, en ocasiones tan importante como el primaveral, mientras el verano y el otoño son los mo-

mentos más secos. En la Rioja Baja y áreas de montaña orientales, sometidas a condiciones ambientales más mediterráneas, las lluvias otoñales son cada vez más abundantes y el régimen pasa a ser típicamente equinoccial, con el máximo principal en primavera y el secundario en otoño, separados por dos mínimos en invierno y verano bastante parecidos. Evidentemente, los límites entre las diferentes regiones pluviométricas no son precisos, sino que se pasa de unas a otras a través de franjas de transición de amplitud variable según las características del relieve.

De igual modo, y así se contempla en los mapas que se acompañan, se puede precisar que en cualquiera de las cuatro estaciones del año el reparto de las precipitaciones dibuja la doble componente que presenta el clima de La Rioja: la Sur-Norte, debida a la variación de la altitud, y la Oeste-Este, ocasionada por la progresiva disminución de la humedad atlántica.



Los tres meses primaverales reciben entre el 30 y el 35 % de las precipitaciones, distribuidas entre los cerca de 125 mm de la Rioja Baja a los más de 350 mm de la sierra de la Demanda. Suele ser esta una época de fuertes contrastes, donde alternan de forma desordenada tiempos calmados y soleados con tiempos perturbados e inestables, que son consecuencia de la propia indefinición del tiempo primaveral, con empujes constantes del anticiclón de las Azores, por una parte, y el paso de frecuentes sistemas frontales, por otra. En el detalle mensual, marzo es un mes típico de transición que da paso a las abundantes lluvias de abril y mayo, en donde se unen a las precipitaciones frontales propias de la estación las primeras lluvias de inestabilidad convectiva ligadas a la topografía local.

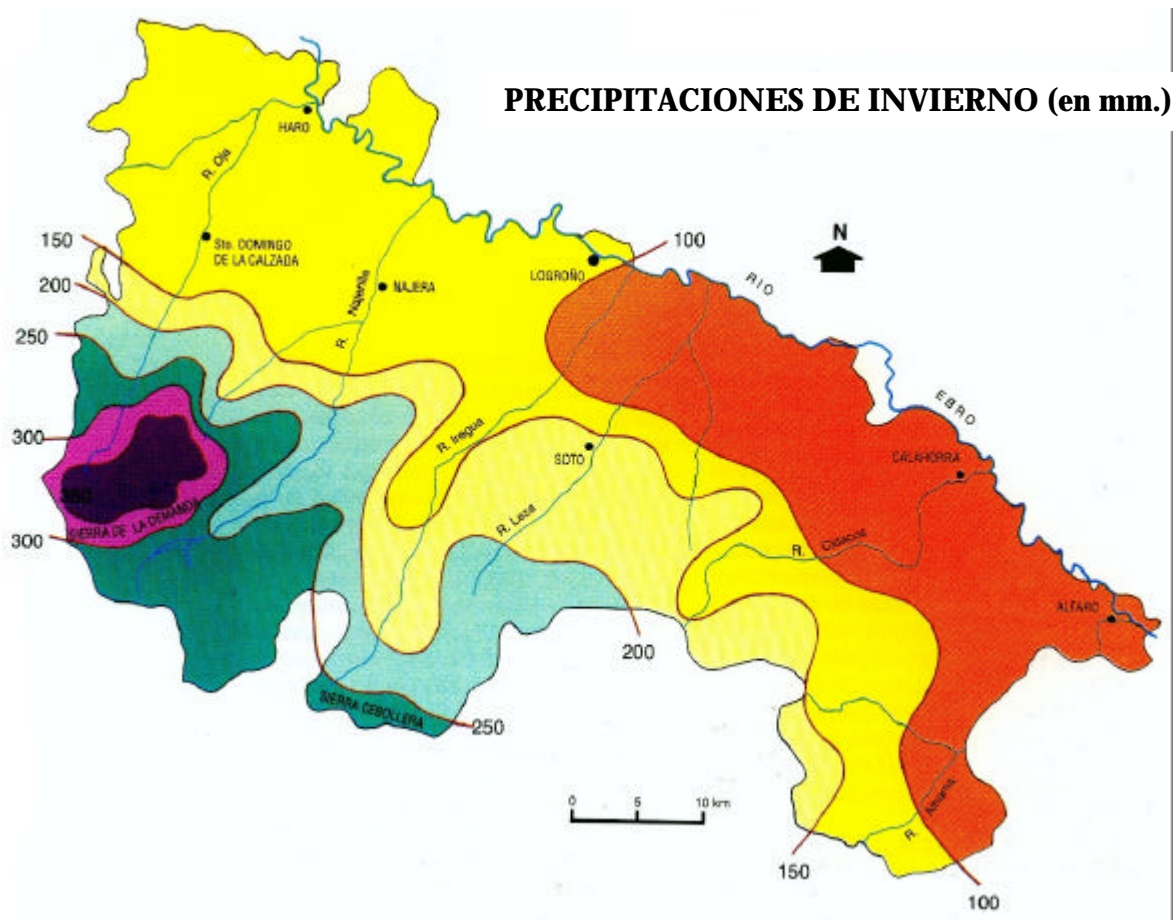
En junio se reciben todavía copiosas precipitaciones por la prolongación de las condiciones que gobiernan la atmósfera los meses precedentes, pero descienden rápidamente en julio y agosto para hacer de la estación estival el momento más seco del año, al igual que ocurre en todo el ámbito mediterráneo. El mapa de isoyetas de este periodo muestra cómo las lluvias registradas son inferiores a los 100 mm en la tierra llana central, con la pequeña excepción de su sector más occidental, y con dificultad superan los 150 mm en las áreas mejor expuestas de la Demanda; existe, pues, dominio generalizado de la baja pluviometría por el gobierno de las condiciones anticiclónicas, interrumpidas en ocasiones por la presencia de tormentas locales, a veces de fuerte intensidad, que hacen menos acusado este mínimo respecto a otros periodos estacionales.

	I	P	V	O
HARO	24	31	24	21
CENICERO	26	34	21	20
LOGROÑO	25	35	21	19
SAN MILLAN DE LA COGOLLA	25	34	21	20
POSADAS	32	35	15	18
VALVANERA	32	32	16	20
ORTIGOSA	26	31	22	21
ENCISO	18	34	22	26
CALAHORRA	24	30	19	27
RINCON DE SOTO	22	34	21	23
ALFARO	20	29	22	29

Porcentaje de precipitación estacional

	Máximo primario
	Máximo secundario
	Mínimo primario
	Mínimo secundario

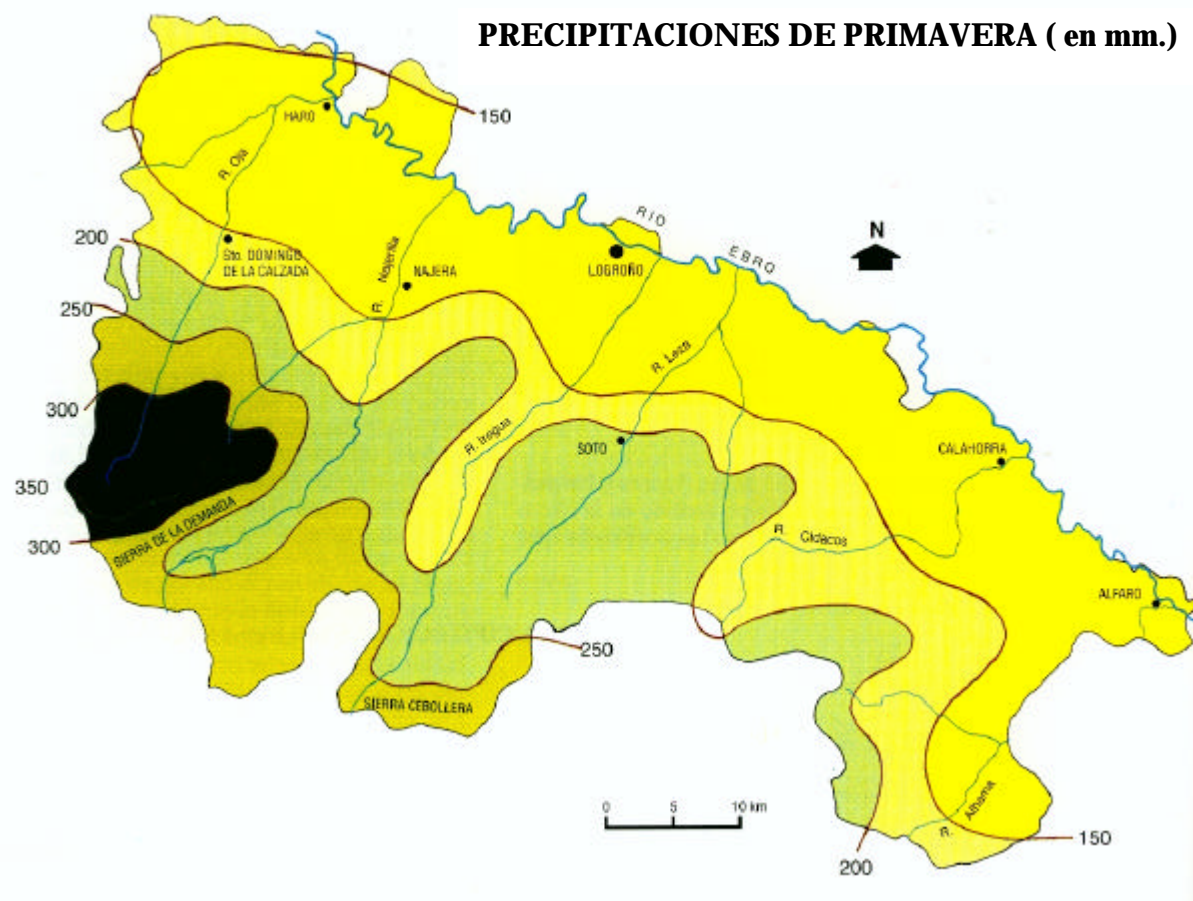
La monotonía del verano se conserva en parte en septiembre, que pasa a ser el mes mas seco del año en muchos sectores riojanos, pero en octubre, y aún mas en noviembre, las precipitaciones se generalizan y con ellas entramos en los meses propiamente otoñales, de fuertes contrastes atmosféricos. En estos momentos, el progresivo repliegue hacia el Sur del anticiclón de las Azores y las pulsaciones en el mismo sentido de la circulación templada, con las borrascas que acompañan al Frente Polar, favorecen la penetración de los temporales del Oeste y el aumento de las precipitaciones; además, coinciden estos meses con la intensa actividad de las perturbaciones mediterráneas del Este y Sureste, pero sus efectos alcanzan con dificultad nuestra región, lo que contribuye a explicar la debilidad pluviométrica de la estación otoñal.



En invierno las lluvias aumentan y constituyen un máximo secundario generalizado en las tierras occidentales de acusada influencia atlántica, donde en ocasiones pueden llegar a proporcionar hasta una tercera parte de la precipitación anual, debidas sobre todo a las abundantes lluvias de diciembre y febrero. Las tierras orientales acusan con mayor intensidad la frecuente presencia sobre suelo peninsular del anticiclón centroeuropeo, o una dorsal de este unida al anticiclón de las Azores, que bloquean las borrascas oceánicas o dificultan su penetración, y su reducida precipitación origina un importante mínimo estacional similar al que se observa en verano.

Estas características explican que sea esta la época de mayor contraste pluviométrico, como evidencia el mapa de isoyetas correspondiente: en la sierra de la Demanda se registran cantidades superiores a los 350 mm, y es probable que se vean muy superados en las superficies mejor expuestas; por el contrario,

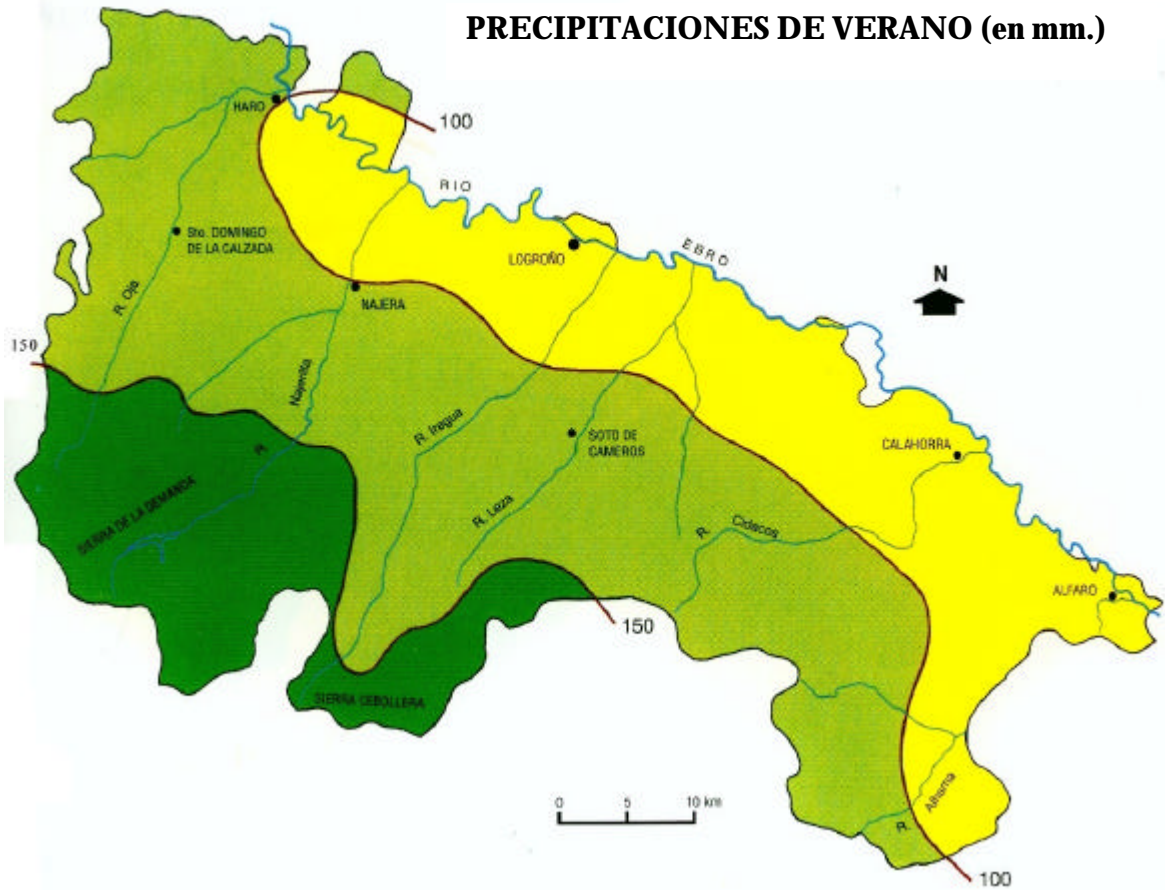
hacia el Este son cada vez menores y en el extremo oriental de la región no se alcanzan los 100 mm durante los tres meses.



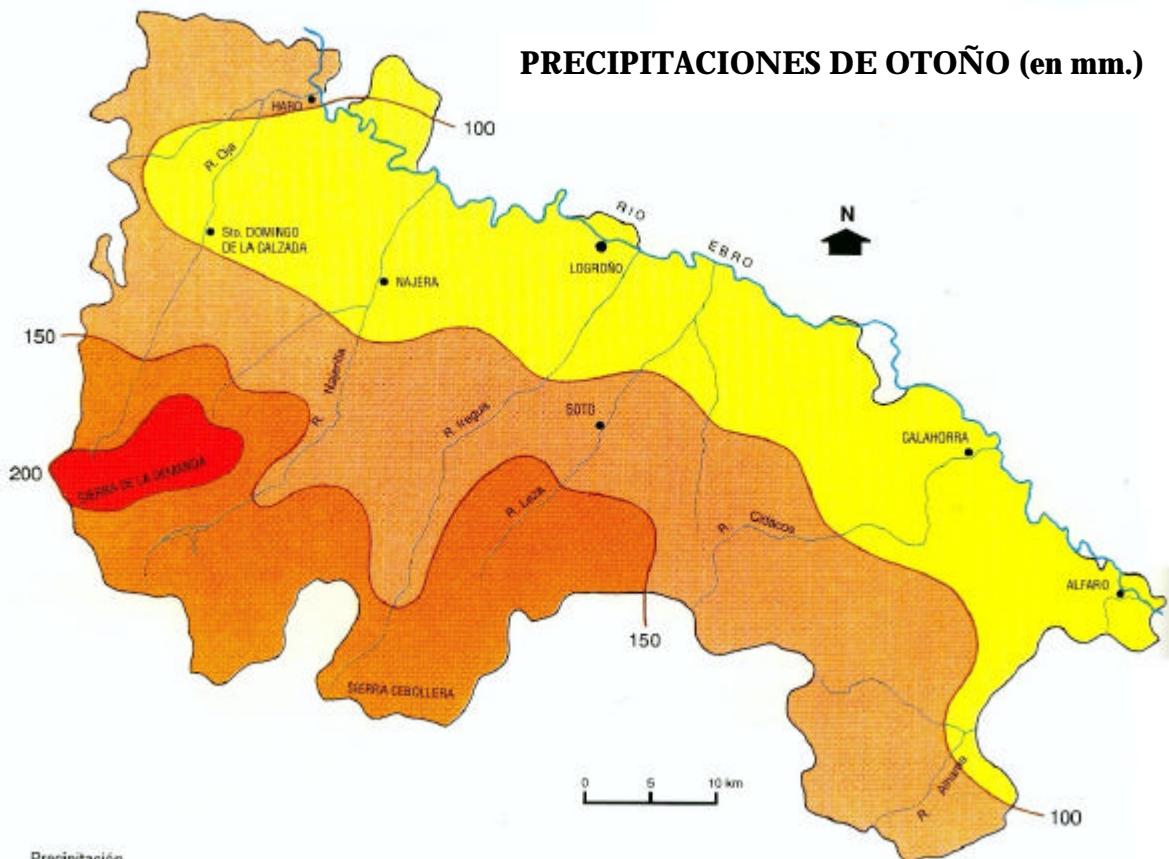
b. Variabilidad de las precipitaciones

La consideración hasta ahora hecha de los valores medios no debe hacernos olvidar una constante propia de buena parte de España a la que no escapa el clima de La Rioja: la variabilidad de las lluvias y la presencia de significativos periodos secos. Por sus importantes manifestaciones oceánicas, la irregularidad de las lluvias es inferior a la de las regiones centrales del Valle del Ebro y queda muy lejos de las condiciones reinantes en la franja mediterránea peninsular, por ejemplo, pero cualquiera que sea la estación del año, el número de meses con registros próximos al valor medio son una minoría, y las precipitaciones anuales presentan igualmente notables variaciones temporales, pudiendo suceder a años secos otros lluviosos, y viceversa, causa de la variable y anormal presencia de años buenos y años malos sobre todo para los secanos agrícolas. Ejemplos no faltan: tan sólo en los quince años que van de 1975 a 1989, Logroño registró totales anuales de 651 mm en 1975 y menos de la mitad en 1986, año en que sumó 262 mm; y en Haro, durante el mismo período, contabilizó 778 mm en 1988 y 309 mm dos años antes, en 1986.

PRECIPITACIONES DE VERANO (en mm.)



PRECIPITACIONES DE OTOÑO (en mm.)



Distribución

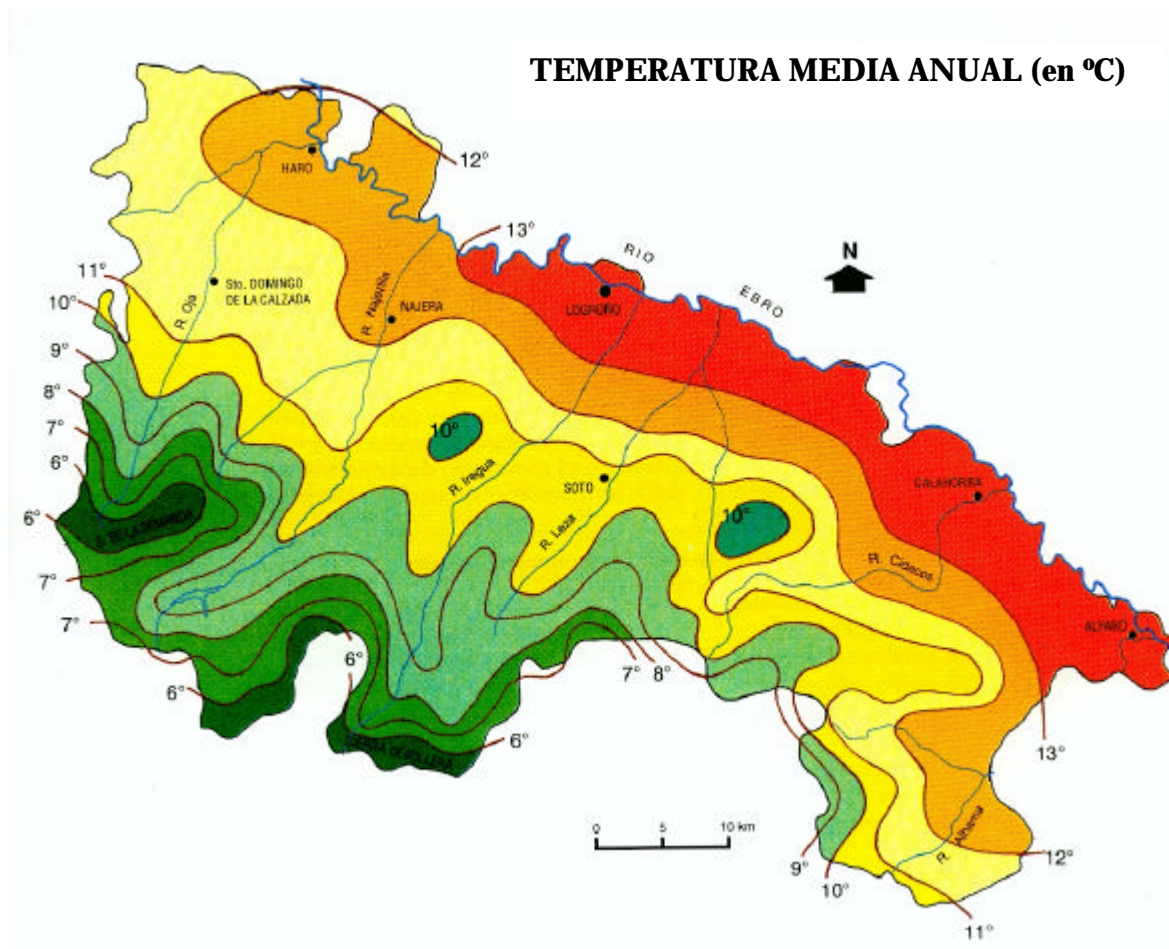
Geografía de la Rioja	v. 1	129 - 168	1994
El clima			

Por su escasa extensión no se encuentran diferencias espaciales acusadas de la variabilidad pluviométrica; en todo casi, con los datos manejados parece insinuarse una mayor irregularidad en las llanuras del Ebro, en particular el sector oriental, de condiciones más mediterráneas, mientras se reducen en las montañas occidentales, donde su cercanía al océano, exposición a los vientos húmedos y los frecuentes fenómenos de estancamiento las convierten en las áreas de precipitación más constante de La Rioja.

Tampoco padece la región la presencia de dilatados períodos secos, que con tanta frecuencia afectan al conjunto de las tierras de la Depresión del Ebro a la que pertenecen, pero no se ve privada de ellos, Etapas secas de cierta duración pueden aparecer en cualquier momento del año, pero evidentemente las más prolongadas se presentan en verano, en coincidencia con el mínimo pluviométrico anual; en este momento no son raros los períodos de más de 30 días sin llover, sobre todo en las tierras nororientales (59 días es el lapso de tiempo de mayor duración observado en Calahorra, 41 días en Valvanera), aunque su probabilidad de recurrencia es siempre baja, como ha mostrado Ortigosa (1987) en su detallado estudio sobre las sequías riojanas.

c. Frecuencia de la precipitación

Un último dato general que ayuda a caracterizar la pluviometría riojana lo proporciona el número de días de precipitación registrados durante el año, entendiendo como tales la suma de los días de lluvia y los de nieve. En la montaña, factores relacionados con la altitud y la exposición favorable elevan los días lluviosos a más de 150; en el extremo opuesto, las zonas llanas, y en particular las orientales, registran tan sólo entre 80 y 85 días. La misma primacía a favor de la montaña se observa en los días de nieve y su permanencia en el suelo, así, en Ortigosa, por ejemplo, el número de días de nieve es de 33, en Valvanera es de 26 y en Valdezcaray se superan los 20, pero desciende hasta 7 días en Logroño y sólo se suman 2 días al año en Alfaro. En general, la mayor frecuencia de precipitaciones se corresponde con las mayores cantidades registradas, y esa misma correlación se mantiene en su distribución mensual.



Uno de los caracteres propios del clima del Valle del Ebro, y de todos los climas del ámbito mediterráneo, es la posibilidad de que se originen, de manera aleatoria en el tiempo y el espacio, precipitaciones de gran intensidad, relacionadas con la presencia de relieves importantes interpuestos al avance de las advecciones húmedas y templadas del Mediterráneo. Este es también el caso de La Rioja; sin embargo, los registros obtenidos quedan lejos de los observados en las tierras peninsulares más orientales donde se alcanzan valores extraordinarios. Sin duda, la debilidad del influjo mediterráneo con sus lluvias torrenciales es la causa de valores de intensidad moderados, inferiores a los 70 litros en 24 horas en todos los observatorios de la región.

3. Las temperaturas

Al igual que ocurre con las precipitaciones, las temperaturas de La Rioja presentan gran diversidad y notables contrastes. Desde la templanza de los 12-13° de temperatura media anual del llano, hasta el frío que indican los menos de 6° de las principales sierras riojanas, se suceden una amplia gama de valores térmicos, fruto de las variaciones altitudinales, los matices en la continentalidad derivada de su posición interior en la Depresión del Ebro y la proximidad a la influencia oceánica.

Esta variedad térmica, y sobre todo la fuerte dependencia del relieve, se comprueba muy bien en el mapa de temperaturas por el significativo número de líneas isoterma, y por disponerse estos en trazos paralelos decrecientes con

las curvas de nivel desde el eje del Ebro hasta los mArgenes montañosos. Las tierras ribereñas constituyen el nivel más cálido, con valores promedio anuales en torno a 13° (Cenicero, 13,1°; Logroño, 13,3°), e incluso próximos a 14° en el extremo oriental de la Rioja Baja (Alfaro, 13,9°). Al ascender hacia el piedemonte, las temperaturas muestran un lógico descenso, al principio lento y luego con mayor rapidez cuando se alcanzan las vertientes montañosas (Santo Domingo de la Calzada, 11,3°; Soto de Cameros, 11,4°). Y ya en plena montaña el termómetro alcanza sus cifras más bajas, marcando de este modo el fuerte contraste existente con el llano; así, en las sierras de la Demanda, Urbión y Cebollera las líneas isotermas se aprietan hacia las cumbres hasta delimitar zonas con valores medios anuales por debajo de los 6°, que en algunos casos podrán ser bastantes más frías, aunque en estos niveles la falta de observatorios impide precisar cualquier valor. Por otra parte, en la montaña la exposición es decisiva en el momento de enjuiciar los datos termométricos, pues los contrastes entre solanas y umbrías ("solanas" y "pacos") son muy acusados y sus efectos muy sensibles para la creación de variedad de climas locales o topoclimas, como refleja muchas veces la vegetación natural.

Número de días de Lluvia (LI) y de nieve (N) mensuales y anuales

(Fuente: I.N.M. y Sánchez-Gabriel, 1979)

OBSERVATORIO		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AO
Agoncillo	LI	10,0	5,2	9,0	9,6	9,7	8,2	5,0	5,2	7,3	8,0	9,4	9,9	99,5
	N	2,0	1,8	0,9	0,3							0,4	1,1	6,5
Alfaro	LI	7,0	6,7	7,4	9,4	10,3	6,7	3,7	3,7	4,9	6,0	8,6	6,8	82,7
	N	1,0	0,5										0,3	1,8
Arnedo	LI	4,0	10,0	10,0	13,5	13,6	9,4	6,6	6,8	6,6	9,3	11,3	10,6	111,7
	N	1,0	3,0	1,0	0,5							1,1	0,4	7,0
Cuzcurrita	LI	10,0	9,0	7,4	13,4	10,0	7,2	5,5	3,0	5,5	7,0	6,0	7,0	91,0
	N	4,0	1,0	1,0	0,4							1,5	1,5	9,4
Haro	LI	10,7	9,0	9,5	13,1	12,0	6,6	4,4	4,6	5,7	8,3	11,1	9,4	104,4
	N	1,6	2,5	1,0	0,4							0,1	0,6	6,2
M. Valvanera	LI	7,3	3,8	5,4	10,5	12,8	7,3	5,1	4,7	6,3	8,5	8,4	8,5	88,6
	N	4,5	7,1	4,6	3,9	1,0						0,1	2,1	2,3
Ortigosa	LI	8,6	10,1	9,0	11,4	14,6	9,8	7,1	10,0	9,0	10,7	7,1	10,3	117,7
	N	6,4	4,7	5,7	4,0	0,6					1,0	4,4	6,0	32,8
Rincón de Soto	LI	8,3	9,0	7,2	13,0	10,0	6,3	4,4	2,0	4,4	8,4	8,0	6,0	87,0
	N	3,2	1,0	0,1								1,0	0,2	5,5
Soto de Cameros	LI	5,5	5,6	7,1	10,6	12,0	7,0	5,2	5,0	4,4	5,6	7,5	7,0	82,4
	N	2,0	2,6	1,5	1,0							0,6	1,5	9,2

Esta pluralidad de condiciones topográficas dificulta el cálculo del gradiente entre la montaña y el llano, pero puede intentarse una aproximación al mismo, como han hecho Núñez y Martínez (1991), que ha sido estimado para el conjunto regional en 0,55° de disminución térmica por cada 100 metros de elevación. Junto a esta gradaciación tan evidente, existe otra menos perceptible Oeste-Este que responde al descenso altitudinal del territorio en este mismo sentido y a las condiciones más continentales que soportan las tierras orientales, como se aprecia

Geografía de la Rioja	v. 1	129 - 168	1994
El clima			

en la siguiente secuencia en el eje del Ebro: Haro, 12,2°; Logroño, 13,3°; Calahorra, 13,4° y Alfaro, 13,9°.

Temperaturas medias mensuales y anuales

(Fuente: I.N.M., Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1981 y Núñez y Martínez, 1991)

OBSERVATORIO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Agoncillo	5,7	7,0	9,5	11,6	15,1	19,0	22,1	21,9	19,5	14,5	9,1	6,8	13,4
Aldeanueva de Cameros	1,9	2,7	6,1	7,3	11,1	14,5	16,9	17,6	15,0	10,1	5,6	4,1	9,4
Alfaro	4,8	6,3	9,6	12,6	16,2	20,8	23,5	22,7	20,5	14,9	9,0	5,6	13,9
Arnedo	5,7	6,9	8,7	11,3	14,7	18,8	21,7	21,1	18,7	14,8	9,2	6,7	13,2
Calahorra	5,2	6,5	9,6	12,1	15,3	19,3	22,1	21,7	19,1	14,1	8,9	6,0	13,3
Cenicero	5,3	6,9	9,4	11,2	14,6	18,9	22,0	21,6	19,0	14,0	9,0	6,4	13,2
Enciso	3,2	4,2	7,4	9,1	12,7	16,3	18,9	19,2	16,6	11,6	6,9	4,8	10,9
Grávalos	3,4	4,4	7,7	9,5	13,0	16,7	19,3	19,4	16,9	11,9	7,1	5,0	11,2
Haro	4,9	6,5	8,6	10,1	13,3	17,4	20,3	20,2	17,7	13,4	8,3	5,8	12,2
Logroño	5,1	6,5	9,7	11,9	14,9	19,1	21,8	21,5	19,0	13,7	8,9	6,1	13,2
Mansilla de la Sierra	3,3	4,2	6,1	7,7	10,9	15,2	18,5	18,6	16,4	11,8	6,8	4,5	10,3
Monasterio Valvanera	2,8	3,8	5,8	7,7	11,5	15,1	18,0	18,2	15,8	11,0	5,8	3,1	9,9
Soto de Cameros	3,6	4,7	7,9	9,8	13,3	17,0	19,6	19,7	17,1	12,2	7,3	5,1	11,4
Sto Domingo de la Calzada	3,9	5,0	8,2	9,5	13,2	16,4	18,4	18,9	16,6	11,8	7,3	5,9	11,3

a. Régimen térmico estacional y mensual.

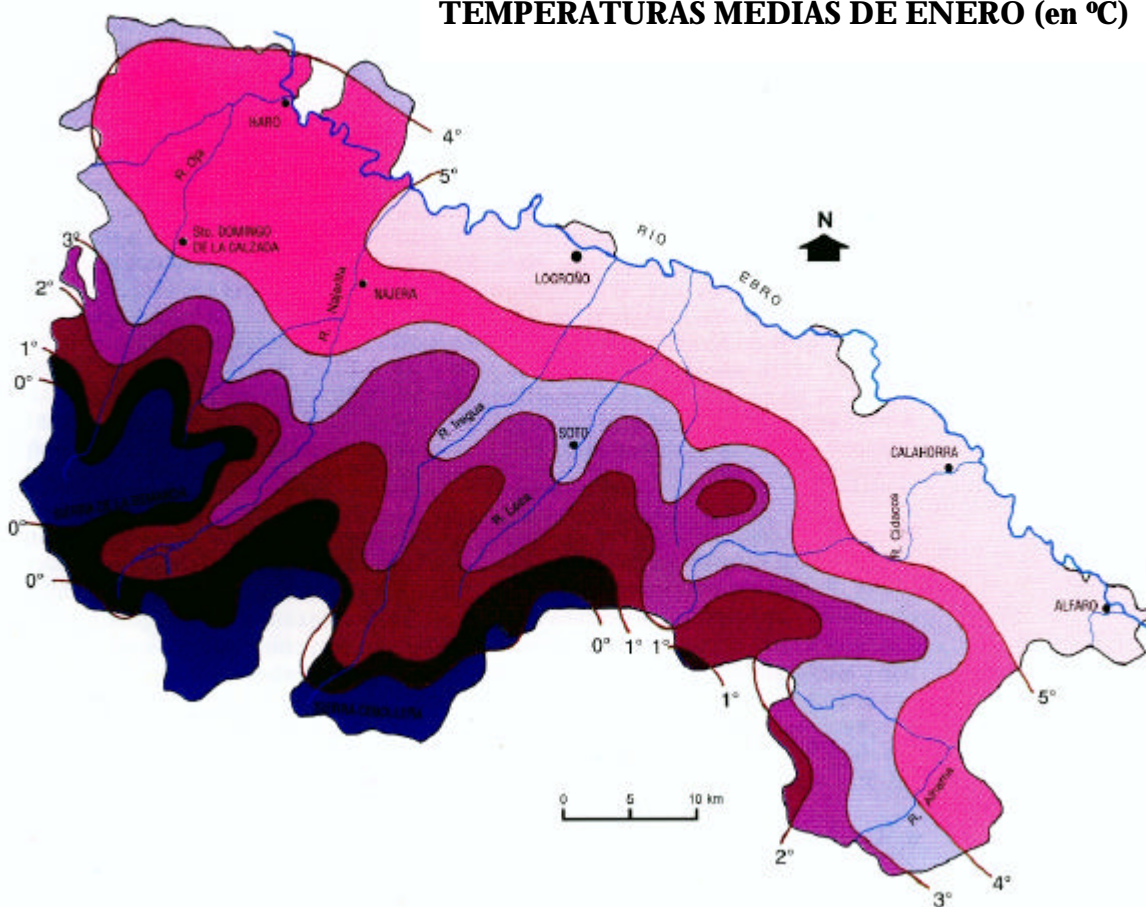
El ritmo de las temperaturas medias mensuales, como en la mayoría de las regiones templadas, dibuja una curva bastante sencilla: un mínimo en invierno y un máximo en verano, y ningún mínimo o máximo secundarios. En La Rioja los valores medios mas bajos se alcanzan siempre en enero y los mas altos en julio, aunque en algunos observatorios pueden verse desplazados hasta agosto, pero tanto en uno como en otro caso la diferencia entre ambos es siempre inferior a 1°.

El ciclo térmico a lo largo del año es además muy regular. En octubre tiene lugar un apreciable descenso térmico, del orden de 5°, mas acusado desde noviembre, con el que se inicia el periodo invernal, duradero hasta finales de marzo, o prolongado hasta el mes de abril o incluso mayo conforme nos alejamos del eje del Ebro y avanzamos hacia las altas sierras meridionales. Coincide la estación con frecuentes días de cielo cubierto y de precipitación, como se ha visto anteriormente, que alternan con situaciones de estabilidad atmosférica, aire frío continental, seco y transparente, cielo despejado y soleado durante el día y heladas de irradiación por la noche, en ocasiones de gran intensidad. Las promedios men-

suales mas bajos se dan en enero, con valores próximos a los 5° en la tierra llana septentrional e inferiores a los 0° en las cresterías montañosas, y registros mínimos absolutos que han superado con frecuencia los diez grados bajo cero, lo que da idea del rigor del frío que en algunos momentos soporta la región.

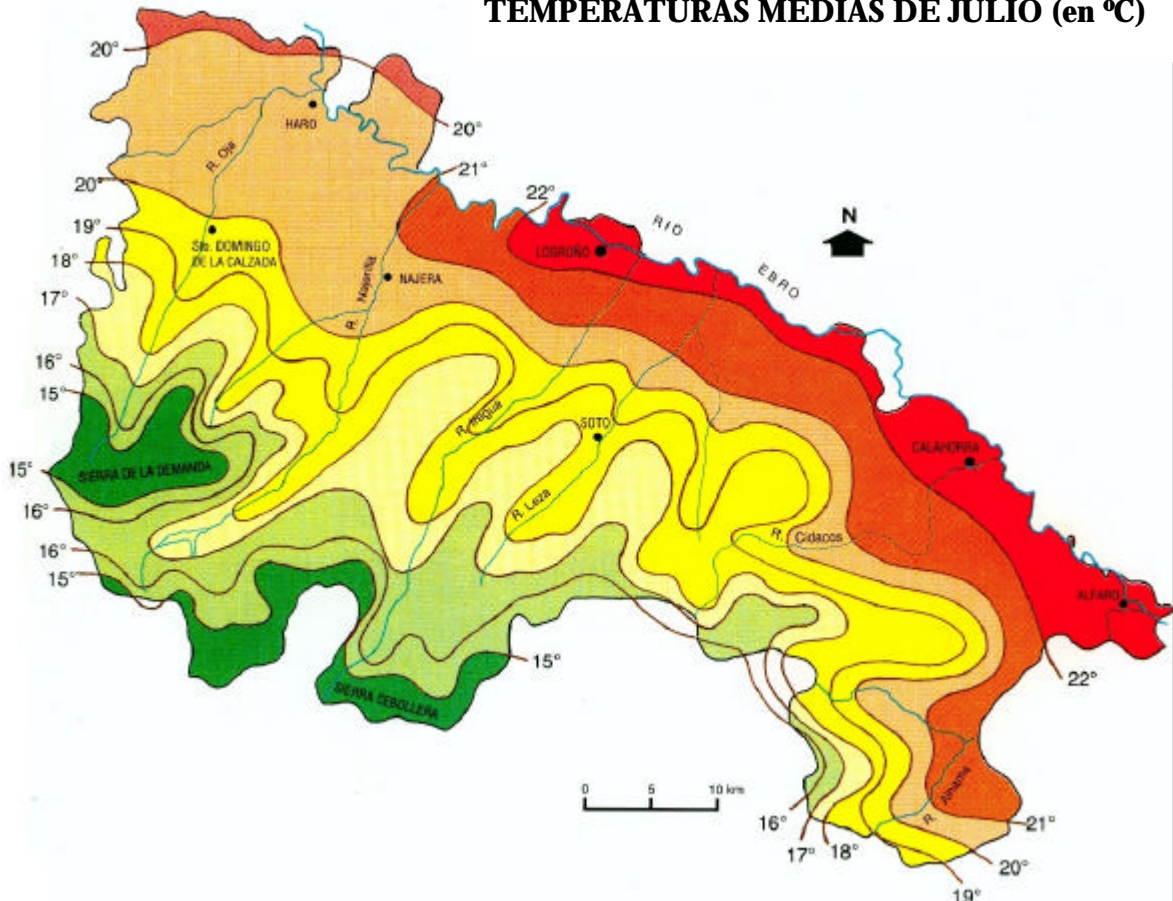
Normalmente estos momentos extremos son consecuencia de invasiones de aire frío procedente de las regiones árticas o polares, asociadas a la presencia de anticiclones fríos y secos en el Norte de Europa y bajas presiones en el Mediterráneo occidental, que voltean masas de aire heladas hacia la península Ibérica. No son frecuentes, pero cuando surgen provocan los más importantes descensos térmicos. Este fue el caso de la ola de frío de febrero de 1956, excepcional por su dureza y persistencia y por los danos que causó, durante la cual en el aeródromo de Logroño se alcanzaron los -9,6°, una de las temperaturas mas bajas registradas en los mas de cuarenta anos de funcionamiento del observatorio (la mínima extrema ha sido de -11,6°, observada en dos ocasiones: 16 de enero de 1957 y 25 de diciembre de 1962). Por fortuna esta fue una situación nada habitual, pero en otros momentos, y considerando tan sólo los últimos anos, también se han registrado en la región valores particularmente bajos, como los -17,5° que observó la estación de Alfaro el 7 de enero de 1985, los -20° de Ortigosa, el 13 de febrero de 1983, o los -12° del monasterio de Valvanera, el 10 de febrero de 1986.

TEMPERATURAS MEDIAS DE ENERO (en °C)



De enero a abril la temperatura sube de modo continuado, interrumpida por constantes descensos, sobre todo en este último mes, con riesgo de heladas nocturnas temibles para la agricultura. En mayo el ascenso térmico es más acentuado, próximo a los 4°, debido al mayor caldeoamiento solar, y la misma tendencia sigue la temperatura en el mes de junio, que marca el paso hacia un moderado y agradable verano. Desde primeros de junio hasta finales de septiembre la llanura del Ebro tiene temperaturas medias superiores a 17°, y en julio y agosto alcanza los 21-22°, con apreciables variaciones espaciales Oeste-Este (20,3° es el promedio de Haro en el mes de julio y 23,5° el de Alfaro), y también hacia el Sur, donde se hace patente la acción de la altitud y las temperaturas tienen lógicamente valores siempre más bajos (18,2° es la media de agosto en el monasterio de Valvanera y de 17,6° en Aldeanueva de Cameros).

TEMPERATURAS MEDIAS DE JULIO (en °C)



OBSERVATORIO		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Alfaro	Tmx	8,4	10,9	14,8	18,2	22,0	27,3	30,9	29,8	26,9	20,1	13,1	8,7
	Tmi	1,2	1,8	4,5	7,1	10,4	14,3	16,2	15,6	14,1	9,8	5,0	2,5
Arnedo	Tmx	9,5	12,0	13,8	17,1	21,1	25,5	29,3	28,3	25,3	20,8	13,6	11,5
	Tmi	1,9	1,8	3,6	5,6	8,3	12,2	14,1	14,0	12,2	8,9	4,8	2,1
Haro	Tmx	8,3	10,5	13,6	15,0	18,5	23,6	27,1	26,8	24,2	18,6	12,4	9,0
	Tmi	1,5	2,5	3,5	5,1	8,1	11,3	13,5	13,5	11,2	8,1	4,1	2,7
Logroño	Tmx	9,2	11,2	14,6	16,6	20,8	25,3	28,9	28,4	25,3	19,4	13,2	9,8
	Tmi	2,2	2,7	4,4	6,5	9,5	12,8	15,1	15,1	12,9	9,2	5,0	3,2
Lumbreras	Tmx	7,3	8,0	12,0	12,8	17,0	21,1	24,4	25,4	21,8	15,4	11,3	9,6
	Tmi	-5,4	-3,4	-0,2	1,4	4,8	7,7	9,0	9,6	7,7	3,8	-0,2	-0,6
Sto. Domingo de la Calzada	Tmx	7,4	9,1	13,3	14,7	18,8	22,4	25,1	25,9	22,5	16,6	11,2	9,1
	Tmi	0,5	0,9	3,1	4,4	7,6	10,5	11,8	12,0	10,8	7,1	3,5	2,8
Valvanera	Tmx	6,6	7,8	10,6	11,5	14,9	20,0	24,0	24,1	21,8	16,1	10,3	7,5
	Tmi	-0,9	-0,2	0,9	2,3	5,4	8,9	11,4	11,5	9,8	7,0	2,7	0,8

Durante los meses centrales del verano las temperaturas medias de las máximas pueden alcanzar los 29°, y las absolutas han llegado excepcionalmente a los 40°. Sin embargo, no soporta la región el sofocante calor estival de las tierras del valle medio del Ebro; salvo el extremo oriental, que alcanza máximas medias cercanas a 31°, en el resto del territorio dominan condiciones mas agradables, del orden de 26-28° en el llano, y en suave descenso hacia la montaña, donde espléndidas jornadas de sol y elevadas temperaturas durante las horas centrales del día, alternan con el ambiente fresco de la noche.

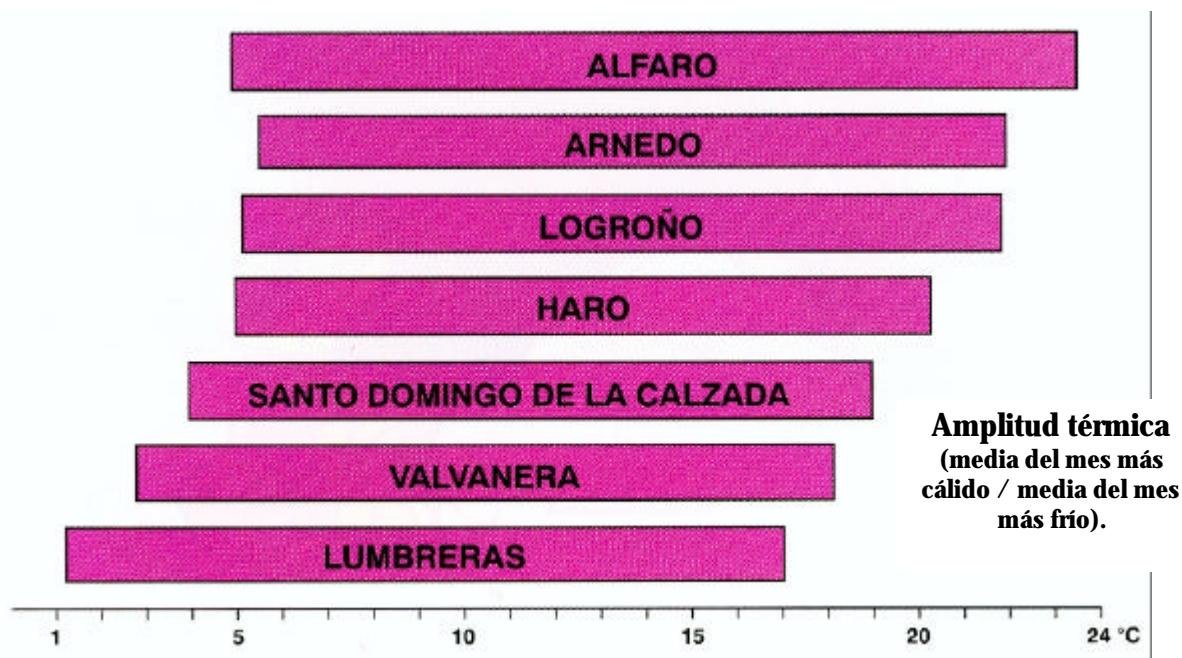
Tan sólo en situaciones de olas de calor, que ocasionalmente afectan a La Rioja, los valores térmicos llegan a ser muy altos. En julio y agosto la región puede quedar sometida a la influencia de aire muy cálido y seco procedente del Sur, que eleva las temperaturas máximas por encima de los 35°. Una situación característica de ola de calor es la que tiene lugar cuando el anticiclón de las Azores se extiende sobre Europa occidental, desviando las depresiones atlánticas hacia latitudes superiores, y una depresión térmica se sitúa en el Sur de la península Ibérica y Norte de Marruecos, canalizando hacia nuestra región vientos cálidos norteafricanos. Un ejemplo de este tipo de tiempo se dió entre los días 14 y 16 de agosto de 1987, durante el cual Logroño alcanzó los 40° de temperatura máxima y las mínimas se mantuvieron por encima de los 20°, creando un ambiente sofocante.

Pasados los meses mas representativos del verano, las temperaturas disminuyen en septiembre entre 2 y 3°, y conforme avanza octubre descienden de modo casi tan rápido como había sido su ascenso en primavera, para en noviembre, tras un corto otoño, meternos progresivamente de nuevo en el frío del invierno.

b. Amplitud térmica

La descripción hecha del régimen térmico permite comprobar valores bastante contrastados entre el verano y el invierno. En efecto, la amplitud media del ciclo

térmico entre los dos momentos extremos del año es de 15 a 19°, y llega a cifras ciertamente elevadas, de 40 a 44°, si se analizan las diferencias entre las temperaturas absolutas más bajas de enero y las más altas de julio. En el conjunto del territorio se comprueba que los observatorios occidentales presentan cifras de amplitud débiles y que estas aumentan hacia el Este, donde el grado de continentalidad es mayor (así se advierte al comparar, por ejemplo, Haro, Logroño, Calahorra y Alfaro). La diferencia de amplitud parece deberse sobre todo a la desigualdad de los veranos, pues los valores de julio se incrementan desde la Rioja Alta a la Baja, mientras las medias de enero son bastante uniformes (en Haro la temperatura media de enero es de 4,9° y en Alfaro 4,8°). También se aprecia un descenso de la amplitud térmica de Norte a Sur en relación con el aumento altitudinal, en este caso debido a la suavización de los veranos.



c. Heladas

Especial importancia tiene la consideración de las heladas, por su interés bioclimático y por su incidencia en sectores económicos tan destacados como el agrícola. Aunque este fenómeno se ha definido de distintas formas, por la objetividad que permite el registro directo tomamos como día de helada aquel en el cual la temperatura mínima es igual o inferior a 0°. Conforme a este criterio las tendencias regionales son las siguientes: en la ribera del Ebro el número medio de días de helada es inferior a 45, y aumenta progresivamente hacia las cumbres de las sierras, donde aparecen más de la mitad de los días del año. Nota destacada de la montaña es que en determinadas zonas pueden alcanzarse los cero grados en pleno verano; no obstante, la máxima frecuencia tiene lugar entre principios de octubre y comienzos de mayo, con promedios de

10 Ó más días por mes. El descenso altitudinal atenúa estos valores de manera que desde mayo a septiembre u octubre no se registra ninguna helada en el fondo de la depresión, y tan sólo en los tres meses invernales adquieren verdadera importancia y superan la media de 10 días por mes.

Este mismo escalonamiento altitudinal se observa en la fecha de primera y última helada. Las isocronas muestran cómo la amplitud del tiempo en que el termómetro puede descender a cero grados aumenta del llano a la montaña, reflejo claro del mapa de isotermas. Estos datos promedio, sin embargo, no deben ocultarnos la presencia de heladas tempranas o tardías, de especial trascendencia para el campo, porque al sorprender a las plantas en pleno período vegetativo son responsables en ocasiones de irreparables daños. Las heladas son consecuencia de situaciones atmosféricas distintas, unas provocadas por invasiones de aire frío, acompañadas generalmente por vientos que pueden ser fuertes, y otras, las de irradiación, con situaciones anticiclónicas y atmósfera en reposo.

OBSERVATORIO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Alfaro	10,0	7,4	3,4	0,3	0	0	0	0	0	0	2,5	6,1	29,7
Arnedo	15,5	7,6	4,1	0,5	0,1	0	0	0	0	0	5,0	12,5	45,2
Cuzcurrita	12,4	9,0	7,4	2,0	0	0	0	0	0	0	7,2	8,5	46,5
Haro	12,2	9,1	5,8	1,8	0	0	0	0	0	0,3	4,3	9,3	42,8
Logroño	10,8	8,0	3,4	0,4	0	0	0	0	0	0,2	3,1	5,6	31,5
Monasterio Valvanera	19,6	17,6	14,7	8,8	1,7	0	0	0	0	0,9	7,5	14,1	85,2
Ortigosa	23,3	17,0	18,3	14,3	5,4	0,7	0	0	1,0	5,0	17,1	20,5	122,6
Rincón de Soto	10,5	9,5	4,2	1,0	0	0	0	0	0	0	6,0	9,0	40,2

Las primeras son responsables a veces de momentos muy fríos, como se ha explicado anteriormente; las segundas pueden dar origen a fenómenos de inversión térmica, que afectan al fondo de los valles de montaña y a la cubeta del Ebro. En efecto, en los meses fríos, con presencia de un potente anticiclón, aire en calma y cielo sin nubes, las capas inferiores de la atmósfera tienden a disponerse por orden de densidades, las más frías, que son las más densas, reposan sobre el suelo, calentándose muy poco durante el día y enfriándose todavía más por la noche; el resultado es un hecho en apariencia paradójico, la estratificación térmica normal se invierte y la temperatura decrece no ya desde el fondo de los valles hacia las cumbres, sino desde las cumbres a los valles. En estos casos el aire frío queda estabilizado en el fondo de las depresiones,

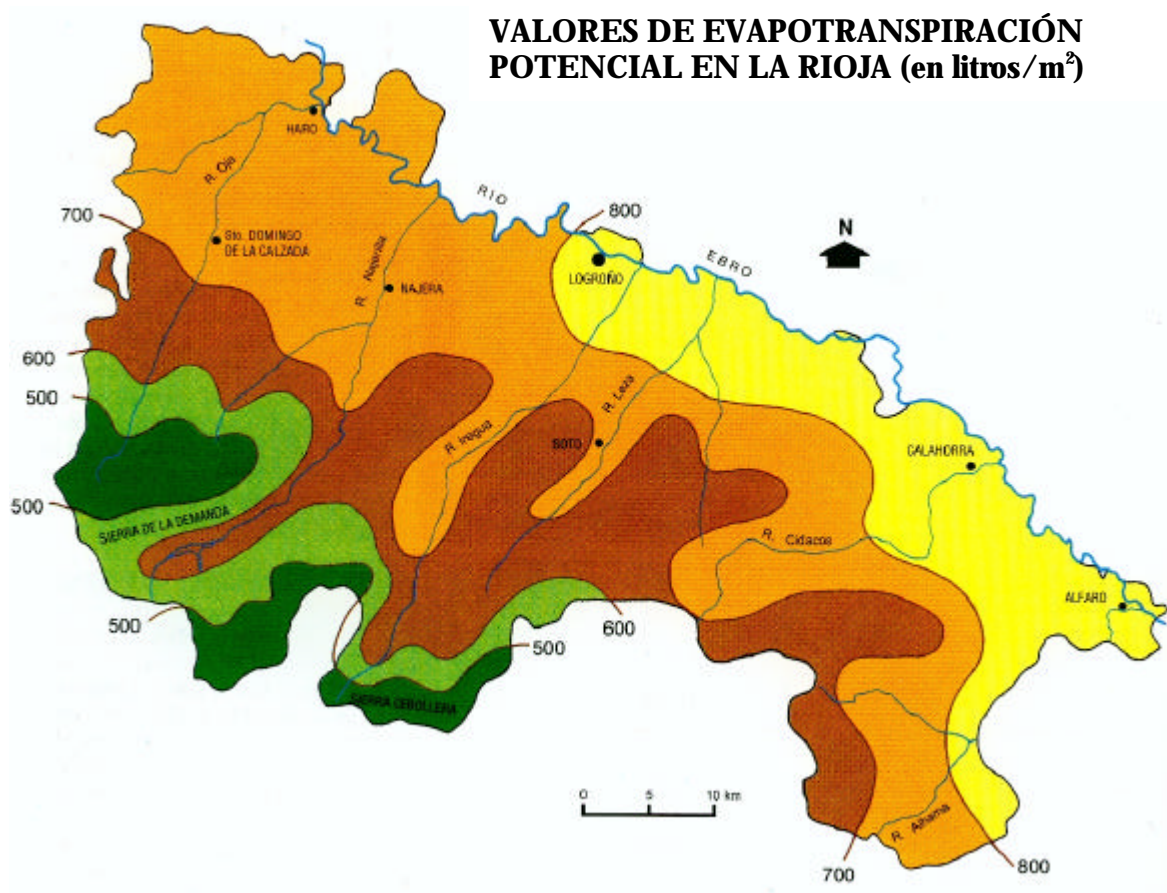
Geografía de la Rioja	v. 1	129 - 168	1994
El clima			

propiciando las heladas y la formación de espesas nieblas que cubren su fondo, mientras las laderas permanecen despejadas y bajo dominio de radiante sol.

4. - Evapotranspiración y balance de humedad.

Como evapotranspiración se conoce los procesos de evaporación del agua del suelo y la transpiración de las plantas; la potencial (conocida por las siglas ETP) es la que existiría si hubiera agua suficiente en el suelo para evaporarse. Sus valores dependen de la concordancia entre temperatura y precipitación y se emplean para determinar el régimen de humedad. Las pérdidas reales de evapotranspiración son difíciles de conocer porque la información disponible es siempre escasa, por ello con frecuencia se recurre a procedimientos indirectos para su evaluación que suplen en parte la falta de datos. Siguiendo uno de los métodos empíricos más usados, el de Thornthwaite, se ha calculado la ETP de un amplio número de observatorios para conocer su reparto en el ámbito regional.

Los valores obtenidos muestran la estrecha relación existente con las temperaturas y ponen en evidencia las diferencias entre las áreas de montaña y la tierra llana. En las altas sierras meridionales la evapotranspiración potencial es inferior a 550 milímetros y aumenta progresivamente hacia la llanura septentrional donde se aproxima a los 800 mm, o los supera en su extremo oriental. En el transcurso del año la ETP es mínima en invierno (entre 25 y 45 mm, según las áreas) y máxima en verano (de 300 a 450 mm), mientras en los periodos equinocciales la tónica general muestra cantidades superiores en otoño frente a la primavera, como corresponde a la propia evolución de las temperaturas.

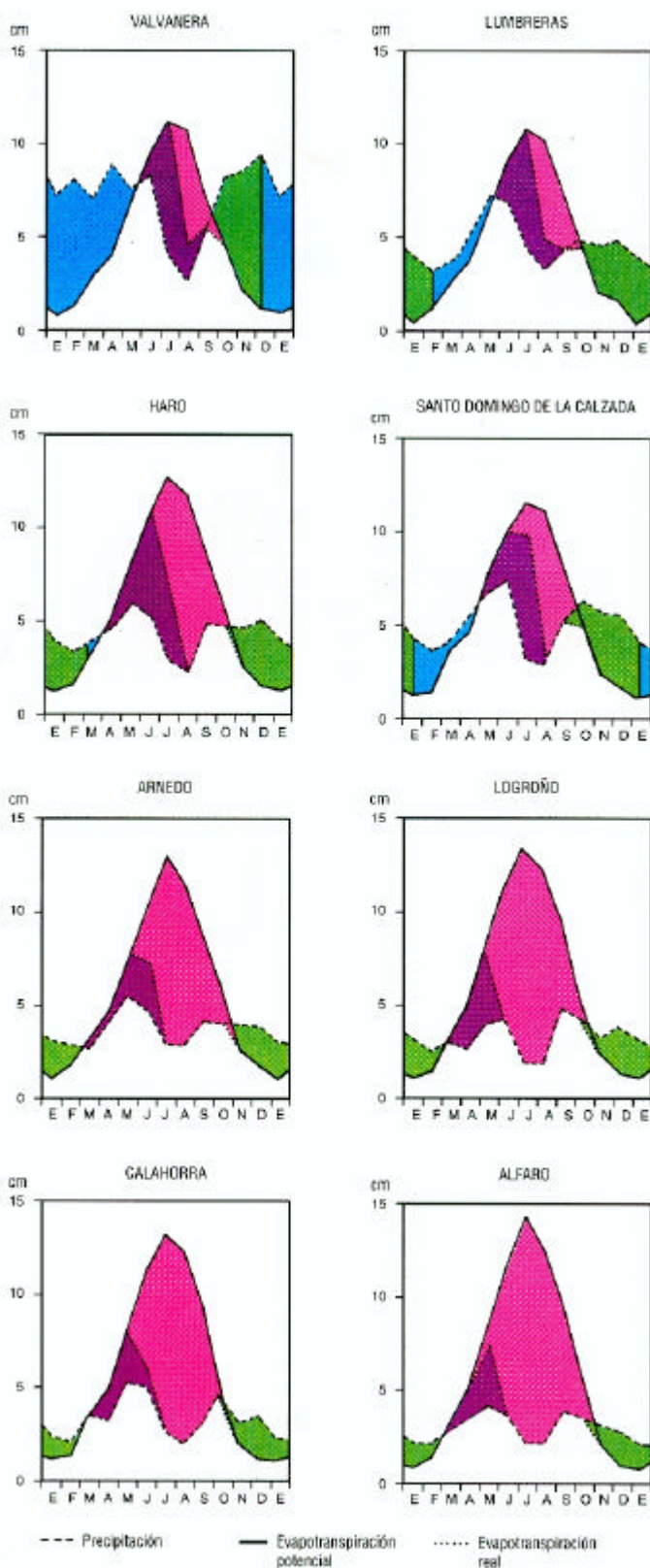


Si relacionamos los valores de la evapotranspiración potencial con los de precipitación, obtenemos el balance hídrico, que nos permite saber con mayor precisión los momentos de excedente o déficit de agua. Recordemos que en cualquier punto de La Rioja las curvas de las precipitaciones tienen un claro descenso estival que sin duda debe conducir a un incremento de falta de agua, precisamente en los meses de máximo calor, pero también este hecho ofrece marcados contrastes espaciales. Las zonas más elevadas de las sierras de la Demanda, Urbión y Cebollera son prácticamente las únicas donde no existe déficit de agua en todo el año, porque a la moderación térmica se suma la abundancia de lluvias; aquí, desde octubre a junio existe un claro superávit de agua que pasará a la escorrentía superficial o quedará retenida en la capa de nieve hasta la primavera y avanzado el verano. Aun en los meses de máximo calor en los que la evapotranspiración supera a la precipitación no se refleja carencia de agua, pues durante ellos el agua almacenada en el suelo es utilizada para la evaporación y la transpiración.

Al descender se advierte la disminución de las lluvias y el aumento de la evapotranspiración, con la consiguiente escasez de agua que, como en el caso del observatorio de Lumbreras, a 1175 m de altitud, se inicia en el mes de mayo, aunque se suple con las reservas del suelo hasta julio, pero una vez

Geografía de la Rioja	v. 1	129 - 168	1994
El clima			

agotadas aparece déficit hídrico en agosto y septiembre; con las lluvias de otoño e invierno el suelo alcanza de nuevo la saturación y desde febrero hasta mayo de nuevo hay exceso. Ya en el piedemonte el déficit se acusa mucho más, y conforme descendemos a la llanura las altas temperaturas y las menores lluvias hacen todavía más negativo el balance de humedad; en Logroño, por ejemplo, de noviembre a febrero existe cierta acumulación de agua en el suelo, pero este no llega a saturarse, desde marzo se utiliza ya la reserva y en junio se inicia el déficit de agua, que se mantendrá hasta octubre.



Evopotranspiración según el índice de Thomthwaite

Déficit de agua



Agua acumulada en el suelo



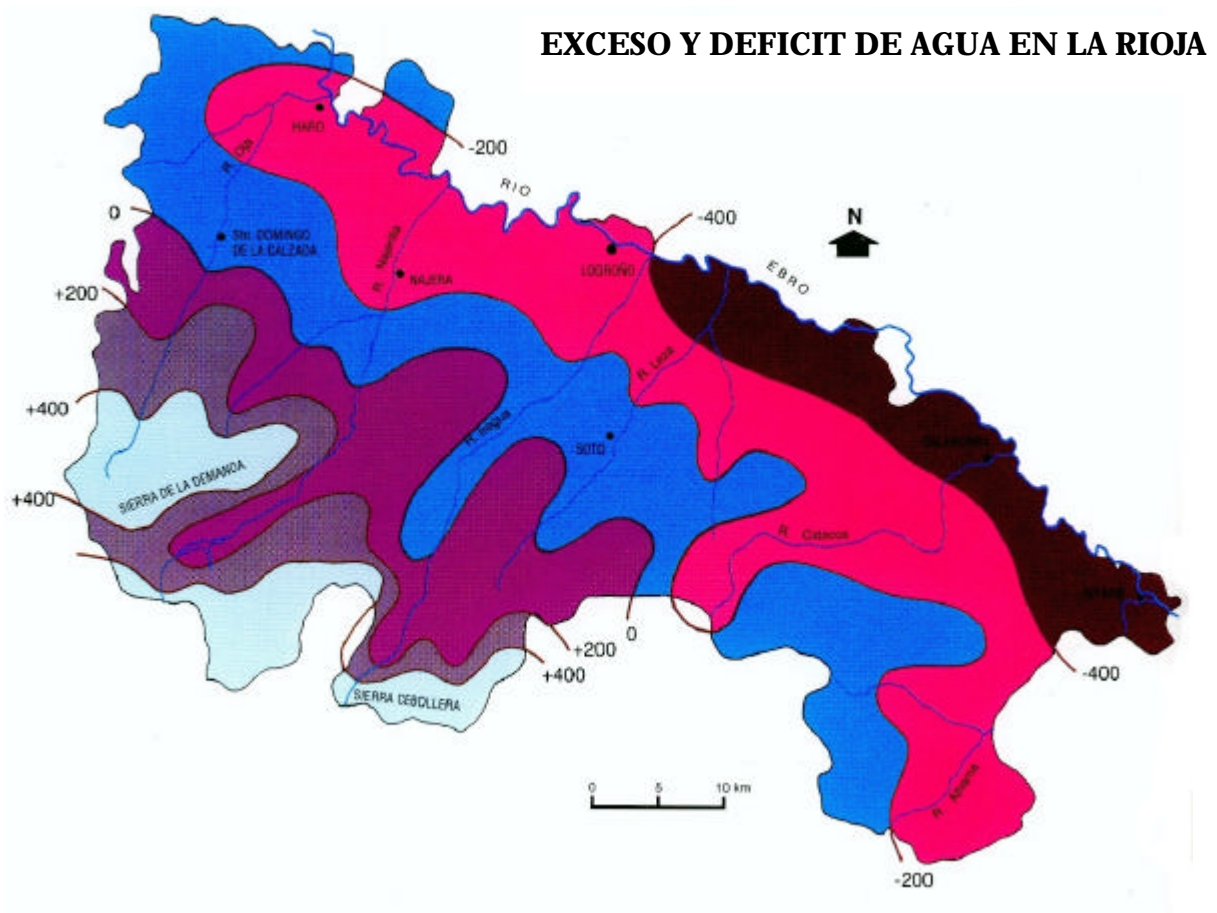
Agua superflua



Utilización del agua del suelo



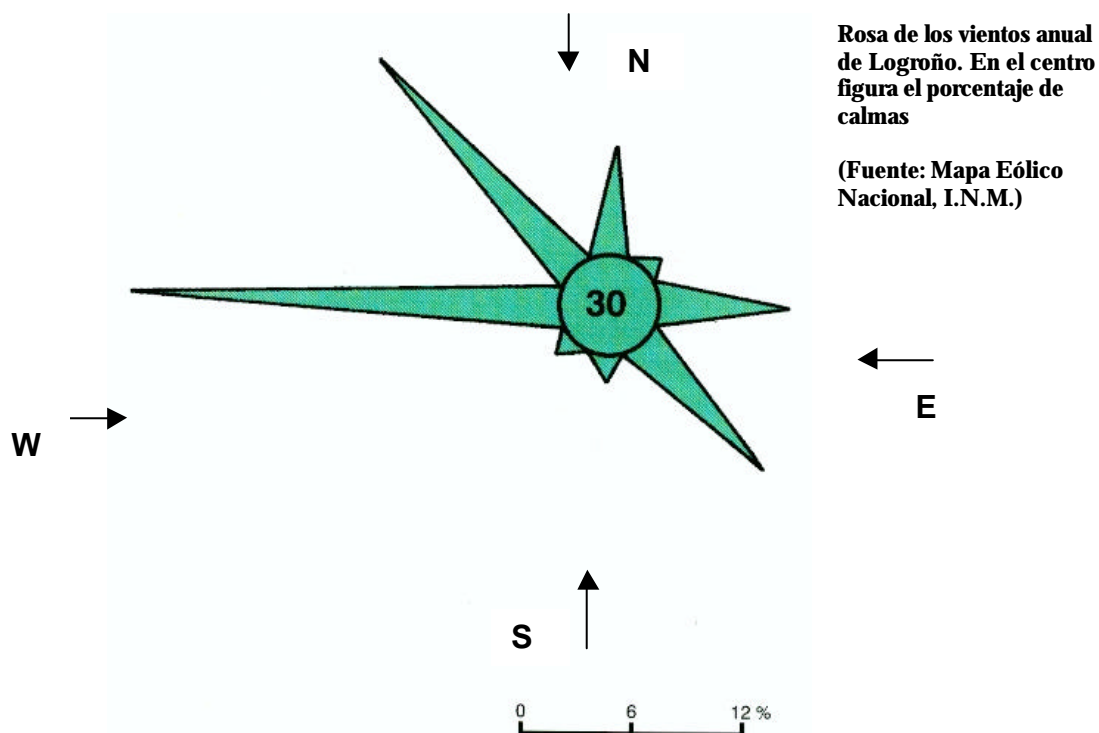
De esta esquematización se puede concluir que el excedente hídrico en La Rioja, al menos en alguna época del año, se presenta a partir de los 450-500 metros de altitud. En las zonas más húmedas de las altas sierras ibéricas probablemente hay excedente de agua durante las cuatro estaciones del año; con la pérdida de altitud el excedente se reduce progresivamente de manera que en el piedemonte queda limitado a la primavera y parte del invierno, y llega a ser nulo en las tierras llanas junto al Ebro.



5. Los vientos

Junto con las precipitaciones y las temperaturas los vientos de superficie tienen importante significación en amplios sectores de La Rioja, tanto por la frecuencia con la que soplan como por los caracteres particulares que imprimen en el clima.

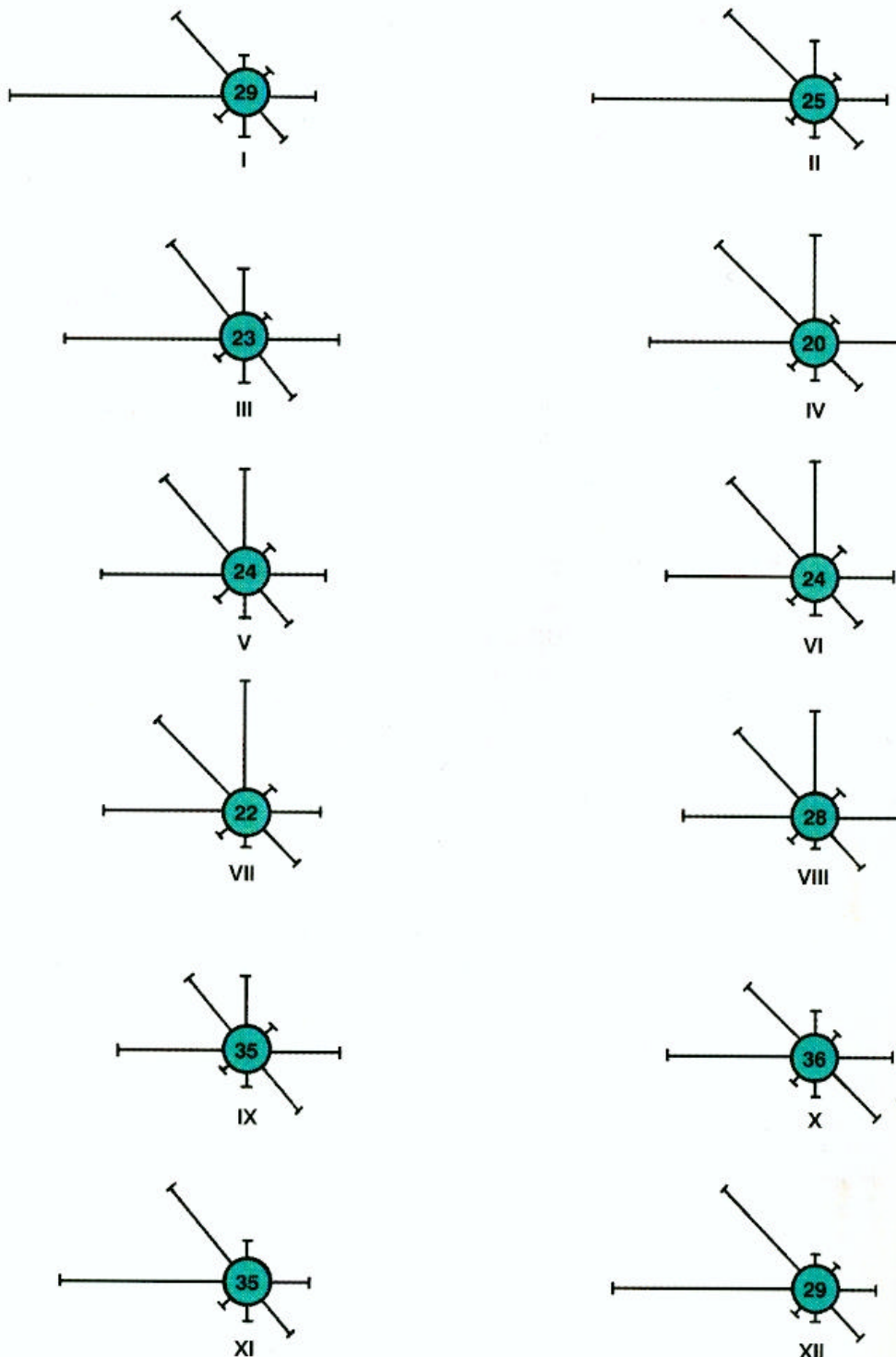
Sus mecanismos son singularmente un efecto topográfico. Los diferentes flujos de aire de cualquier procedencia se canalizan en el corredor abierto entre el Pirineo y la Ibérica y adquieren dos claras componentes: WNW, al que se denomina cierzo, y ESE, llamado bochorno. Por esta razón las rosas de vientos de las tierras centrales riojanas se deforman y alargan en sentido NW-SE, que es sensiblemente el del río Ebro, mientras el resto de las direcciones corresponden a situaciones de transición de mucha menor frecuencia e intensidad.



De todos ellos, el viento por excelencia del Valle del Ebro es si duda el cierzo. Los flujos de aire de procedencia septentrional u occidental son encauzados por la orografía y adquieren componente WNW, a la vez que su velocidad va en aumento según circula por la cuenca, como se contempla en esta secuencia Oeste-Este referida a valores medios anuales: Reinosa 6,2 km/h, Miranda de Ebro 11,3 km/h, Logroño 11,9 km/h, Zaragoza 15,2 km/h.

Como hermano gemelo que es del mistral francés y de la tramontana de los valles del Pirineo catalán, sus orígenes son básicamente los mismos: la existencia de un anticiclón en el Cantábrico y golfo de Vizcaya y una borrasca centrada en el Mediterráneo occidental. Con esta situación atmosférica se establece un flujo de aire desde las altas a las bajas presiones que es acelerado e intensificado en sus rachas por el "efecto de embudo" que sufre al encajonarse en la depresión del Ebro. Pueden presentarse estas condiciones en cualquier época del año, pero su frecuencia es mayor en invierno y principios de primavera, momentos también en los que las ráfagas de viento suelen alcanzar sus mayores intensidades. En la

montaña la propia rugosidad del relieve y la disposición de los valles introduce matizaciones y cambios en el comportamiento del viento, pero en el llano el flujo de aire circula con mayor libertad y no son extrañas velocidades calificadas como "muy fuertes" (las comprendidas entre 71 y 120 km/h), habiéndose registrado en el observatorio de Agoncillo, en enero de 1948 y julio de 1974 sendas rachas de 115 km/h, la velocidad máxima observada hasta ahora con la serie de datos disponible.



Rosas de los vientos mensuales del Observatorio de Logroño "Agoncillo". En el centro de la figura el porcentaje de calmas

(Fuente: Sánchez-Gabriel, 1979)

0 15 30 %

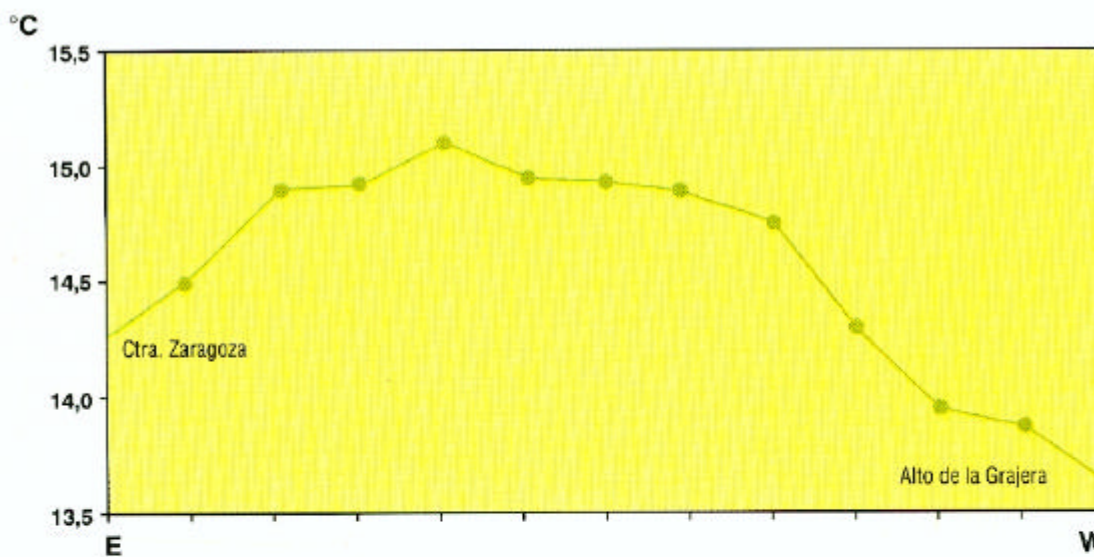
Valor medio mensual y anual de la velocidad del viento en Logroño, en km/hora

(Fuente: Mapa Eólico Nacional. Instituto Nacional de Meteorología)

Enero	13,3	Julio	11,4
Febrero	15,9	Agosto	11,8
Marzo	14,0	Septiembre	10,0
Abril	14,8	Octubre	11,4
Mayo	12,9	Noviembre	11,4
Junio	11,1	Diciembre	12,2

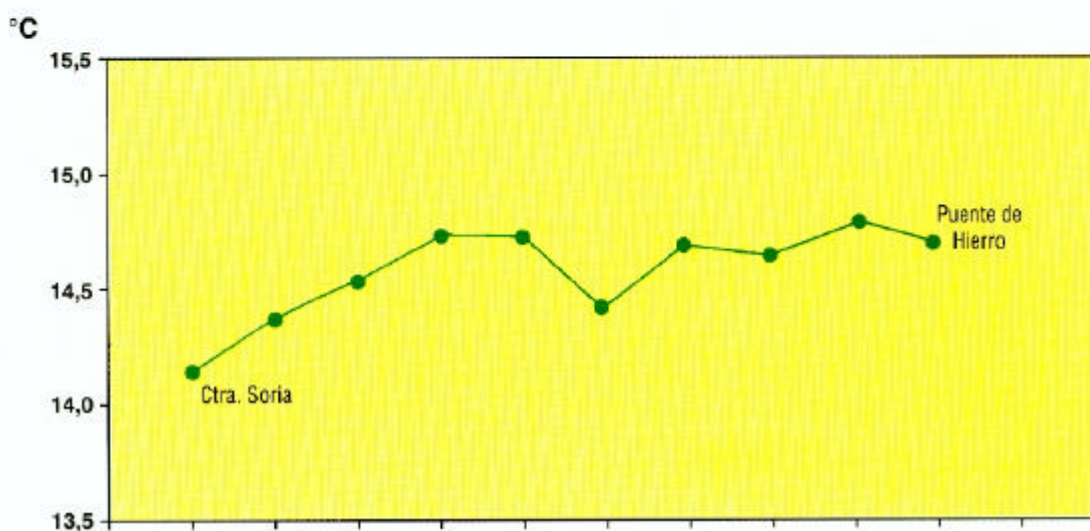
AÑO 12,6

Añadamos, por ultimo, que a la violencia que en ocasiones alcanza el cierzo se une el que es un viento frío, que da lugar a fuertes descensos de la temperatura; y además, por ser subsidente, es desecante, lo que favorece la evaporación aumentando de este modo la aridez de los suelos. A estos efectos se puede añadir el de los peligros o riesgos que comporta cuando las rachas son fuertes; en este



Perfil de temperaturas medias indicando su variación espacial en la ciudad de Logroño, según el itinerario E-W y S-N

(Fuente: García, Ruiz et al., 1989)



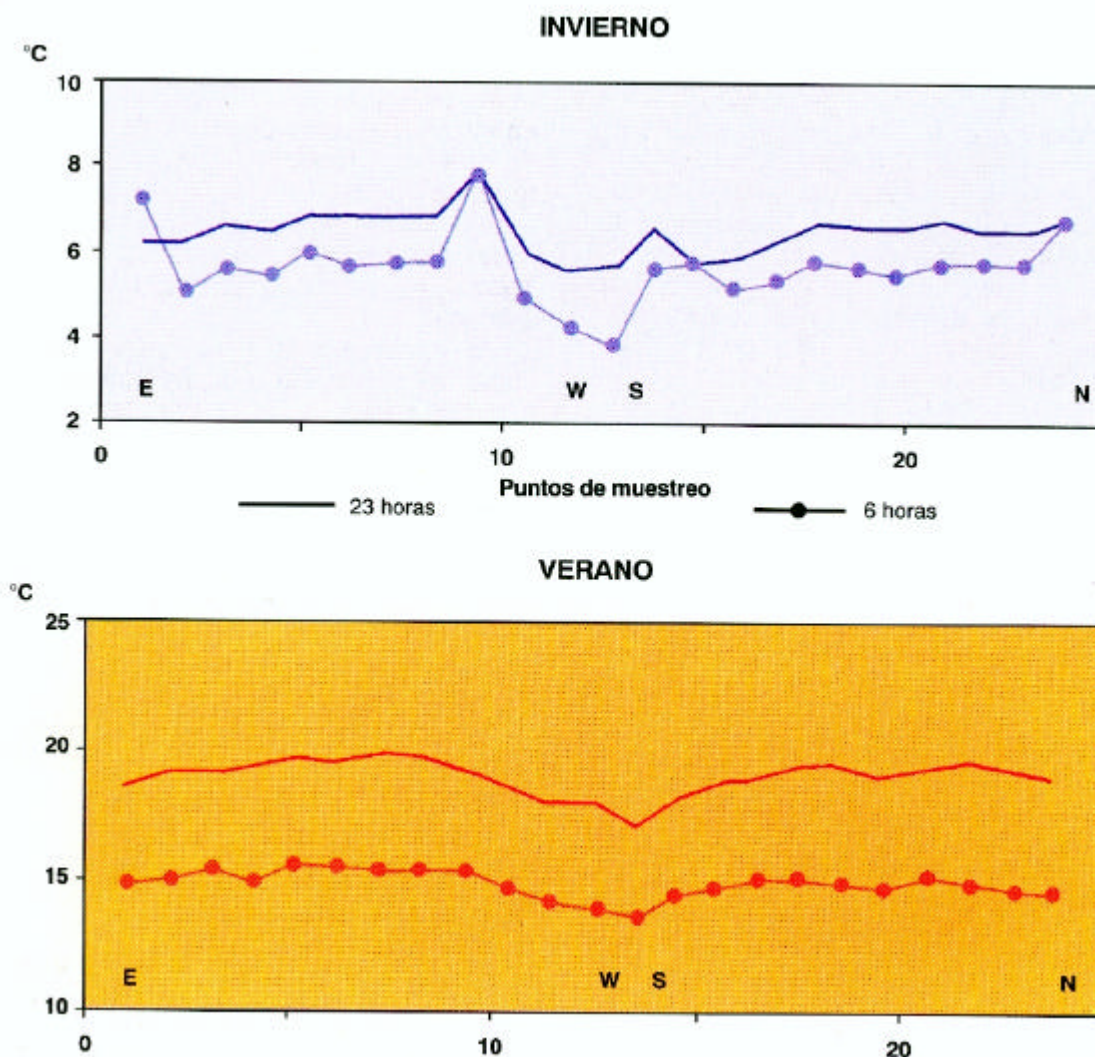
Geografía de la Rioja	v. 1	129 - 168	1994
El clima			

sentido, la reciente evaluación que de las mismas se ha realizado en España por el Instituto Nacional de Meteorología, asigna a La Rioja el nivel de peligrosidad medio.

División climática

De cuanto se ha dicho se deduce que la originalidad del clima de La Rioja reside en la interferencia de rasgos oceánicos y mediterráneos, por una parte, continentales y montanos por otra, y que varía en relación con las particulares características físicas de aquella. Desde las cumbres frías y húmedas de la sierra de la Demanda hasta las cálidas y áridas tierras de la Rioja Baja se escalonan diferentes dominios climáticos, que van desde el clima de montaña, con sus cambios locales debidos a la exposición y la topografía, al clima mediterráneo continentalizado del centro de la depresión, con todas las matizaciones que introduce la proximidad a la acción reguladora del Atlántico.

Basándonos en esta diferencia sustancial y considerando el conjunto de los elementos del clima, resumimos las principales zonas climáticas, aceptando la existencia de una mayor complejidad en ellas y la difícil precisión de sus límites al solaparse influencias mutuas de unas y otras.



Perfiles térmicos medios en invierno y verano a las 6 h. y las 23 h. En cada uno de los cuadros se incluyen los dos perfiles como si se tratase de un muestreo espacialmente continuo para simplificar su representación.

(Fuente: García, Ruiz et al., 1989)

1. Clima de la Depresión del Ebro

La tierra llana septentrional presenta las características propias del clima mediterráneo en su versión continental. La presencia de un amplio cuadro montañoso que dificulta la llegada de los vientos marítimos portadores de lluvia y a la vez reguladores de la temperatura, le confiere un cierto grado de continentalidad climática, que alcanza su máxima expresión en la Rioja Baja. La debilidad pluviométrica es el elemento que mejor define este espacio riojano. Las lluvias son inferiores a 500 mm anuales y su irregularidad es elevada, con balance hídrico global negativo y varios meses con fuerte déficit de agua. Las temperaturas, tanto las de invierno como las de verano son extremas, con valores medios en enero inferiores a 6° y en julio de 21-22°, y máximas absolutas que alcanzan a menudo

Geografía de la Rioja	v. 1	129 - 168	1994
El clima			

los 35°. A estas circunstancias se une la presencia del cierzo, viento frecuente y de efectos desecantes que contribuye a incrementar aún más la aridez.

No obstante, la disposición alargada de la Llanura en sentido Oeste-Este, en un ámbito de transición del dominio Atlántico al mediterráneo, junto al progresivo descenso altitudinal, introducen modificaciones que permiten diferenciar dos claros subtipos climáticos: el de la Rioja Alta y el de la Rioja Baja. La Rioja Alta, por su altitud superior y posición geográfica esta más relacionada con el mundo oceánico, lo que se traduce en la mayor influencia de las depresiones atlánticas que penetran por el golfo de Vizcaya, responsables de elevada nubosidad y precipitaciones más abundantes, repartidas entre un máximo de primavera-invierno y un mínimo en verano-otoño; a estas características une la existencia de valores térmicos ligeramente inferiores, en particular los de verano, y la menor intensidad del viento, todo lo cual condiciona balances de agua más favorables y un número más reducido de meses deficitarios.

La Rioja Baja comprende la franja de tierras de menor altitud de la región, ampliamente abiertas a las condiciones rigurosas de las llanuras aragonesas y la Ribera Navarra, con las cuales los límites climáticos son inapreciables; en realidad, en muchos aspectos participa de los caracteres generales de la Depresión del Ebro, que se concretan en los marcados contrastes térmicos y en la acentuada aridez. Las precipitaciones descienden a menos de 400 mm y su régimen pasa a ser equinoccial, con lluvias en otoño tan importantes en ocasiones como el máximo de primavera; las temperaturas subrayan el matiz continental y, junto a inviernos fríos, los veranos son calurosos, con promedios que superan los 23° en los sectores más orientales de la comarca; la consecuencia más directa son los elevados valores de evapotranspiración potencial y el importante déficit hídrico, presente desde junio hasta septiembre.

2.- Clima de la montaña

El ambiente atmosférico dominante en la llanura se modifica rápidamente con la altitud y conforme avanzamos hacia el Sur, a través de una franja climática de difícil delimitación, entramos en el clima de montaña, muy bien representado en las sierras de la Demanda, Urbión y Cebollera. Es evidente que el propio relieve y la disposición de valles perpendiculares al eje de la cordillera, crean un extenso abanico de climas locales ligados a la topografía y a la diversidad de exposiciones, pero en su conjunto aparecen muy bien definidos estos hechos: las lluvias aumentan de volumen y superan con claridad los 700 mm, los valores térmicos disminuyen, en especial los de invierno, y existe excedente de agua buena parte del año.

Pero también aquí los contrastes son fuertes, y de Oeste a Este pueden encontrarse variaciones importantes en las condiciones climáticas. La sierra de la Demanda, por su elevado relieve y su mejor apertura a los vientos húmedos del

Geografía de la Rioja	v. 1	129 - 168	1994
El clima			

Atlántico, se aproxima más al tipo de clima de montaña húmeda templada, con precipitaciones abundantes, más frecuentes en primavera e invierno, temperaturas bajas y balance de agua siempre positivo o ligeramente deficitario en verano. Parecidas características pueden encontrarse en los sectores de mayor altitud de las sierras de Urbión y Cebollera, pero la tendencia general del clima al Este de la sierra de la Demanda se corresponde mucho más con el propio de la montaña mediterránea interior. La cantidad total de precipitaciones disminuye y su régimen pasa a ser equinoccial; las temperaturas se suavizan y sobre todo los veranos son cada vez más cálidos, aproximándose a los rasgos de las tierras bajas orientales; todo ello favorece el incremento de la evapotranspiración y la existencia de un moderado déficit de agua durante los meses de verano.

3.-Clima urbano: la ciudad de Logroño

A una escala de mayor detalle que la expuesta, a nivel local observamos importantes modificaciones en el clima, en parte debidas a la acción humana, que alcanzan su máxima expresión en las ciudades. En las áreas urbanas, en efecto, la existencia de calles, plazas, grandes edificios e instalaciones industriales cambia por completo la topografía; por otro lado, el suelo natural es reemplazado por los materiales de construcción (hormigón, ladrillo, vidrio, etc.), de propiedades físicas muy diferentes y capacidad calorífica mayor que los suelos del campo circundante, por lo que almacenan más calor bajo su superficie y lo liberan lentamente por la noche; además, a esta fuente de calor urbano se une el aporte artificial de energía mediante calefacciones, automóviles y fábricas que modifican el balance de radiación. Estos hechos juntos consiguen tal grado de alteración de las condiciones atmosféricas, que el clima de la ciudad se hace claramente diferente del área que le rodea.

Este es el caso de la ciudad de Logroño, donde la ampliación de su espacio urbano y las acciones derivadas de la fuerte expansión económica y demográfica de los últimos años (de 61.000 habitantes en 1960 ha pasado a más de 126.000 en el momento actual) han introducido modificaciones en el ambiente climático general y de modo singular sobre las temperaturas, como han mostrado investigaciones recientes del equipo dirigido por García Ruiz. Mediante el trazado de perfiles térmicos se observa claramente el incremento de temperatura que se produce desde la periferia hacia el interior de Logroño, alcanzándose el máximo en Jorge Vigón-Estatua del Labrador, y el mínimo en el Alto de la Grajera y en la salida hacia Zaragoza. En el perfil Sur-Norte se origina una marcada inflexión en el centro de El Espolón, lo más probable por la presencia de arbolado y fuente, con la consiguiente moderación térmica; por otro lado, al tratarse de un punto alejado de fachadas no recibe radiación reflejada con la misma intensidad que otros puntos de muestreo. En ese mismo perfil, una segunda inflexión de menor intensidad se produce a la altura de la Catedral, en pleno casco antiguo, posiblemente afectado por las consecuencias del vaciado demográfico que sufre.

Geografía de la Rioja	v. 1	129 - 168	1994
El clima			

La isla de calor y las diferencias espaciales se aprecian mejor en los perfiles térmicos trazados a las 6,15 y 23 horas, en invierno y verano. La isla térmica es apreciable, aunque con notables dificultades, en invierno; pero se reproduce muy bien en verano, sobre todo a las 23 horas, momento en el que el centro de la ciudad se sitúa casi 3° por encima de su entorno.

En consecuencia, y aunque su intensidad sea moderada, puede hablarse de una verdadera isla de calor cuyos contrastes internos responden a algunos rasgos de la estructura urbana de Logroño. Así, el parque de El Espolón se comporta como un sector ligeramente más fresco que sus alrededores; y lo mismo, pero en menor medida, parece suceder en las calles del casco antiguo, cerca de la Catedral de La Redonda. El río Ebro, con su notable caudal hídrico funciona como un pequeño regulador, aunque sus efectos se ciñen a sus más inmediatas proximidades.

Referencias bibliográficas

- García Ruiz, J.M. & Martín Ranz, M.C. (1992): El régimen de los ríos *de* La Rioja. Instituto de Estudios Riojanos, Logroño.
- García Ruiz, J.M., Ortigosa, L., Arnáez, J. & Gómez Villar, A. (1989): Organización espacial de las temperaturas en la ciudad de Logroño. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 15:87-98.
- MAPA (1981): Caracterización agroclimática *de* la provincia *de* La Rioja. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. MAPA (1986): Caracterización agroclimática *de* España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Núñez, E. & Martínez, J. (1991): El clima *de* La Rioja. Análisis *de* precipitaciones y temperaturas. Gobierno de La Rioja, Logroño. Ortega Villazan, M. T. (1992): El clima del sector Norte de la Cordillera Ibérica. Universidad de Valladolid, 359 pp., Valladolid.
- Ortigosa, L. (1987): Las sequías climáticas en el extremo noroccidental de la Depresión del Ebro. *Estudios Geográficos*, 189: 639658.
- Ruiz Urrestarazu, E. (1982): La transición climática del Cantábrico oriental al valle medio del Ebro. Diputación Foral de Alava, 651 pp., Vitoria.
- Sánchez Gabriel, M. (1989): Climatología y bioclimatología aplicadas a La Rioja. Instituto de Estudios Riojanos, Logroño.