

# LA OBRA DE LÓPEZ GÓMEZ Y SU INFLUENCIA EN LA EVOLUCIÓN RECIENTE DE LA CLIMATOLOGÍA ESPAÑOLA

María Rosa CAÑADA TORRECILLA y Felipe FERNÁNDEZ GARCÍA  
*Departamento de Geografía Universidad Autónoma de Madrid*

## 1. INTRODUCCIÓN

La Climatología española actual tiene su antecedente más inmediato en las importantes transformaciones que se produjeron durante la segunda mitad del siglo pasado en la Meteorología y en la Geografía. Tales transformaciones afectaron de forma muy particular a la Geografía, especialmente a la Geografía Física, en la que el clima fue adquiriendo la identidad e importancia que por sus características le corresponden.

Varias circunstancias contribuyeron a ello: la primera y fundamental fue la divulgación entre los geógrafos de los importantes avances experimentados por las ciencias de la atmósfera, referentes a la circulación general y la dinámica atmosférica; la segunda, estrechamente relacionada con la anterior, fue la incorporación de los tipos de tiempo como método de estudio que permitió al geógrafo integrar los factores físicos del clima con las características geográficas. Dentro de la Geografía Física se desarrolla una línea de investigación en la que el clima adquiere identidad propia y, a partir de la década de los 70, comienzan a realizarse las primeras tesis doctorales íntegramente climáticas.

López Gómez contribuyó de forma muy especial a este proceso y, aunque su obra comprende muchos más campos que el de la climatología, fueron sus publicaciones en esta disciplina las que marcaron las pautas de su evolución y las que explican en gran medida su importancia actual dentro de la Geografía. En las notas que siguen analizamos la obra climática de López Gómez y su repercusión en la climatología actual. Hemos dividido la exposición en dos grandes apartados: en el primero, que hemos denominado "Climatología General", incluimos sus principales aportaciones en el campo de la Climatología Dinámica, los trabajos sobre clasificaciones climáticas y una serie de artículos en los que trata de la incidencia del clima en diferentes aspectos del medio geográfico, tales como heladas e inundaciones; en el segundo, bajo el epígrafe de "Climatología Urbana", analizamos su contribución al nacimiento y desarrollo en nuestro país de una de las líneas de investigación más novedosas de la moderna Climatología.

## 2. CLIMATOLOGÍA GENERAL

Los estudios climáticos de López Gómez comienzan en la década de los 50, momento en que la Climatología en España estaba poco desarrollada y casi toda ella era obra exclusiva de meteorólogos, como Lorente, Linés, Font, Jansá, García de Pedraza, etc.; entre los geógrafos, los más representativos eran los trabajos realizados por Lautensach y sus discípulos, con muy poca participación de los geógrafos españoles (López Gómez, 1986, 1988).

De esta época son los trabajos que López Gómez publica sobre "*los monzones y el clima del Asia monzónica*" en 1952, "*los vientos de la alta atmósfera*" en 1954 y "*las corrientes en chorro y las perturbaciones atmosféricas*" aparecido en 1955. Temas todos ellos novedosos incluso en el campo de la Meteorología y que forman parte de lo que algunos autores llamarán la moderna Climatología.

También el estudio sobre “*las heladas de febrero de 1956 en Valencia*” en el que analiza la ola de frío de febrero de ese año y sus efectos desastrosos sobre la agricultura valenciana, es un claro precedente de la climatología de los riesgos, tan en boga actualmente.

Tres años más tarde, en 1959, y, en colaboración con su hermana Julia, inicia una serie de publicaciones sobre la aplicación de la clasificación de Köppen a los climas españoles, que se continuarán en años posteriores (1979, 1981 y 1987), que contribuyeron a difundir en el ámbito de la Geografía el estudio de los tipos climáticos.

Todos estos trabajos son el reflejo del interés de López Gómez por esta disciplina, pero también de su intuición sobre los temas que más adelante alcanzarán un amplio desarrollo. Es para muchos el iniciador y sistematizador de la Climatología desde el campo de la Geografía así como el primer especialista. (Albentosa, 1984, Rosselló, 2001).

Por la trascendencia que para la Geografía y la Climatología española tuvieron los estudios de Climatología Dinámica regional, nos referiremos a algunos de ellos con más detenimiento.

### **2.1. La Climatología Dinámica y los tipos de tiempo: bases de la Climatología española actual.**

Con los dos artículos anteriormente citados sobre la corriente en chorro y los vientos de la alta atmósfera, López Gómez introduce en el campo de la Geografía los principios básicos de la moderna Climatología. Realiza en ellos una abundante recopilación bibliográfica de artículos publicados hasta ese momento sobre la circulación general, con el objetivo, según sus palabras, “*de plasmar el estado actual y los resultados más importantes para la geografía*”. Se refiere también a los métodos de estudio de la troposfera (globos sonda y radiosondeos) y realiza una puesta a punto sobre los modelos de circulación general. Se centra después en las diversas hipótesis sobre la explicación de la corriente en chorro, sus características generales, localización y las relaciones entre ésta y las perturbaciones atmosféricas, en concreto con el frente polar, que, como señalaba, “*ha ayudado a explicar importantes hechos antes sin justificación*”. Todo ello acompañado por figuras perfectamente realizadas que ayudan bastante a la comprensión del texto. Menciona también los diferentes tipos de circulación de la corriente, la conexión entre ésta, la zona frontal y la situación en la superficie terrestre, relacionando los mapas de altura, de superficie y la topografía de la capa de aire entre ambas. Especial atención merece el análisis de diferentes situaciones atmosféricas y su tiempo en superficie (olas de frío, de calor, gotas frías) donde cita los trabajos de Palmén, Vuorela, Summer, Linés, Namias, etc., que tanta influencia ejercieron en los climatólogos posteriores. En todos estos trabajos hace una síntesis de Climatología bastante esclarecedora, que va alimentando durante muchos años la formación de numerosos climatólogos desde el campo de la Geografía, entre los que nos encontramos. Él mismo insistirá en años posteriores (López Gómez, 1986) de la necesidad de una formación y una dedicación especializadas en esta temática, que no se acomoda a las pautas reales de la investigación geográfica en España. De hecho subraya que la mayor parte de la investigación llevada a cabo en este campo ha sido realizada por especialistas en Física del aire. Por ello plantea la necesidad de estudiar las repercusiones que la circulación general tiene sobre las distintas regiones españolas, adquiriendo así la circulación general su auténtico sentido geográfico. Inaugura con ello una línea de investigación de Climatología Regional que tiene sus resultados en la realización de una serie de tesis doctorales sobre las diferentes regiones españolas (Albentosa, 1973, Capel Molina, 1976, Clavero y Raso, 1978, etc.), algunas de ellas bajo su dirección (Fernández, 1979; Cañada, 1989, Galán, 1989).

Consecuencia de todos estos presupuestos es su magnífica aportación al XXI Congreso Geográfico Internacional, celebrado en la India en 1968 sobre “*el supuesto monzón de la Península Ibérica*”. En la misma plantea, por un lado, el error de perspectiva de los mapas isobáricos medios que parecían confirmar una distribución de presiones de tipo monzónico en los meses extremos del año, una alta en enero y una baja en julio centradas sobre la Meseta y, por otro, la tendencia a simplificar los fenómenos, que han llevado a muchos investigadores (Miller, Köppen, Sorre) a hablar, de forma explícita o tácita, de circunstancias monzónicas en el clima ibérico (*op. cit.*, pág. 72), sin tener en

cuenta los variados tipos de tiempo señalados por los meteorólogos españoles, la influencia del alta de las Azores en la sequía de verano, el diverso origen del tiempo anticiclónico invernal, etc. Estos hechos condicionaron, según palabras de López Gómez, que se hablara del monzón ibérico. En primer lugar, menciona la inclusión por Dantín Cereceda, en su *“Resumen fisiográfico de la Península Ibérica (1912)*, de un párrafo donde se refería al desigual comportamiento térmico de la Meseta y de los mares que *“engendra pequeños monzones locales: en verano calentándose grandemente la Meseta, soplan vientos al área ciclónica del macizo central; en invierno marchan en sentido contrario, de la alta Meseta al mar”* (citado por López Gómez, *op. cit.*, pág. 72). En segundo lugar, cita los mapas de Hann, que reflejan un alta en la Meseta en enero una baja en julio. Y, en tercer lugar, en la *Geografía Física* de Martonne (1909), libro de cabecera de los geógrafos durante largo tiempo, se alude a la existencia de monzones locales en islas o penínsulas, el interior de las cuales se recalienta en verano y se enfría en invierno, como la Península Ibérica. Todo ello tuvo gran influencia en obras españolas y extranjeras, que hicieron que se repitiera muchas veces la simplificación extrema de los centros de acción continentales como determinantes de nuestro clima y se hablara del monzón ibérico (López Gómez, 1968).

Sin embargo, en opinión de López Gómez, los modernos estudios ponen de manifiesto una visión muy diferente a la clásica basada únicamente en la simple inversión de los vientos. Los resultados aparecen recogidos en diversos trabajos, como los de Lautensach, López Gómez, Meynier, Pèdèlaborde, etc. y en los modernos tratados de Climatología General. Como dice López Gómez, *“la distribución de las presiones ha de conjugarse necesariamente con las masas de aire y frentes o convergencias y la circulación general (tanto en superficie como en altura) para explicar los climas monzónicos”*.

Tras realizar un estudio de frecuencias de tipos de tiempo a partir de los mapas sinópticos de 500 y 300 mb y sondeos diarios de diversos puntos, López Gómez llega a establecer una serie de conclusiones: *“en el invierno, sobre todo en enero, dominan altas presiones en la Península Ibérica pero de origen variado. El tipo de alta autónoma (alta ibérica) es poco frecuente. Además los tipos de tiempo anticiclónicos alternan con otros de tipo ciclónico, que son más frecuentes en el otoño-comienzos de invierno y finales de invierno-primavera, que rompen por completo la alternancia monzónica clásica. En resumen, no hay monzón de invierno. En verano es muy frecuente una baja térmica superficial en el interior, pero no se producen lluvias generales, sólo tormentas breves e irregulares muy localizadas. Dicha baja no es permanente, y tampoco basta la distribución de presiones para calificar el tiempo como monzónico. Las situaciones tormentosas de gran amplitud ocurren en la transición desde la primavera al verano y, especialmente, hacia el otoño. No hay, por tanto, un verdadero monzón de verano [...]. Tales hechos se explican por la situación de la Península Ibérica en la faja meridional de la circulación zonal del oeste, limitando con las altas presiones subtropicales. Sometida al vaivén de masas de aire y centros de acción permanentes del Atlántico, hacia el sur en invierno y hacia el norte en verano, lo que determina situaciones muy diferentes según el tipo de circulación dominante. Estos rasgos generales experimentan modificaciones importantes debido a la posición entre Europa y África, entre el Atlántico y el Mediterráneo”* (López Gómez, 1968), circunstancias que van a ser repetidas a partir de ese momento hasta la actualidad siempre que se estudia el clima de cualquier región de la Península.

Con este trabajo el profesor López Gómez pone de manifiesto que es necesario la comparación de la información contenida en los mapas de altura y en los de superficie para comprender los fenómenos climáticos. Además, muestra su gran capacidad para unir la información bibliográfica -mediante lecturas copiosísimas- con la observación directa, y encadenarlas según su visión personal. También es verdad que esos estudios se pudieron realizar gracias a la evolución experimentada por el Boletín diario meteorológico que ha pasado de ser una simple hoja a presentar mapas a varias horas, de superficie a distintas altitudes, convirtiéndose en un instrumento de trabajo imprescindible, para hacer Climatología.

Por último *“La inversión de temperatura entre Madrid y la Sierra de Guadarrama con advección cálida superior”*, publicado en la revista Estudios Geográficos en 1975, constituye otra interesante

aportación a la Climatología Dinámica. De nuevo se pone de manifiesto su profundo conocimiento de la dinámica atmosférica de las latitudes medias y, en particular, de la Península Ibérica, estudiando en este caso las inversiones de temperatura entre el aeropuerto de Barajas y el Puerto de Navacerrada, desencadenadas con aire frío y con advección cálida. En tales ocasiones *“el mapa de circulación en altura muestra una cresta relativamente estrecha, muy acentuada y generalmente torcida hacia el NE, con avance de aire cálido meridional”*. En otras ocasiones *“una cresta ancha en el Atlántico E o en omega mayúscula, se estrangula y queda en altura un gran anticiclón cálido aislado que afecta a España. El mapa de isobaras en superficie presenta un anticiclón en Europa centro-oriental, o más o menos centrado en la Península, a veces como secundario de otro en Europa central, o bien atlántico al W o NW, en el mar Céltico o en las Islas Británicas. En general relacionado con la corriente superior; en las crestas anticiclónicas de ésta, en la rama oriental, hay convergencia del aire, con descenso y divergencia debajo, por consiguiente alta presión en superficie, que suele estar algo desplazada al E”* (López Gómez, 1975).

Además de establecer los tipos de circulación López Gómez utiliza también el sondeo de Barajas para cuantificar la inversión térmica que llega a ser de varios grados entre el aeropuerto y el Puerto de Navacerrada. Según su estudio, el límite de la inversión lo sitúa hacia los 2.500 m de altitud; sin embargo, hay advecciones más altas, en las cuales la temperatura mayor se da entre 900 y 800 mb y la inversión se mantiene aún a 700 mb (unos 3.100 m). Concluye que la inversión entre Navacerrada y el aeropuerto de Barajas es generalmente nocturna y al amanecer, reflejada por el sondeo de cero horas y las mínimas de superficie, pero se mantiene durante el día, en forma relativa, cuando la advección de altura es muy cálida.

## 2.2. Climatología de los riesgos

Desde que el profesor López Gómez estudiara los efectos funestos en la agricultura valenciana de la helada de febrero de 1956, el interés por el análisis de situaciones atmosféricas causantes de daños en la actividad humana ha sido creciente, experimentando un importante auge en las últimas décadas.

López Gómez escribió en 1983 otro estudio sobre *“Las lluvias catastróficas mediterráneas”*, que constituyó su aportación a una reunión de trabajo que con el mismo nombre se celebró en Madrid en octubre de ese mismo año bajo su dirección, en el Instituto de Geografía Juan Sebastián Elcano, del CSIC. En esta reunión colaboraron meteorólogos, especialistas en Edafología y varios geógrafos. Se presentaron diversos trabajos con una visión geográfica, desde la que se abordaba la interrelación de los factores espaciales (climáticos, geomorfológicos, hidrológicos y en alguna ocasión humanos, tales como la deforestación, obras incorrectas, etc.) que ocasionaban estos fenómenos catastróficos, con vistas a una posible utilidad para una acción posterior de ordenación del territorio.

Todos esos trabajos se publicaron en *Estudios Geográficos* (XLIV, 170-171). El primero fue el estudio de López Gómez, donde plantea, como un rasgo genuino de las costas mediterráneas, los fuertes aguaceros tormentosos, especialmente en otoño. Recoge los caracteres de sucesos ocurridos con anterioridad a 1983 con la idea de poder establecer una teoría general para ser discutida y precisada. La teoría que propone es la siguiente: *“en superficie hay una alta en Europa Central, la cual -sobre el Mediterráneo aún muy caliente- favorece una corriente del E sobre nuestra fachada mediterránea, con aire cálido, húmedo y muy inestable; éste choca con los anfiteatros de las montañas costeras, se eleva rápidamente y encuentra una gota de aire frío en altura, la cual acelera el movimiento ascendente con descarga de fortísimos chaparrones. En ocasiones basta, probablemente, una vaguada profunda”*. Para apoyar esta teoría se basa en varios trabajos, sobre todo en los que relatan las grandes riadas ocurridas desde 1957. Los trabajos anteriores a esta fecha, como consecuencia de la falta de observatorios, no planteaban una valoración exacta del fenómeno, ni de sus causas ni de la intensidad de los efectos. No obstante, López Gómez recoge algunas investigaciones de los decenios 1930 y 1940, que, aunque referidas esencialmente a los hechos de superficie, ponen de manifiesto la importancia del aire mediterráneo, del ascenso orográfico y la intervención de otra

masa de aire frío en la ocurrencia de estas lluvias intensas.

Más adelante, señala “ *en aquellos años tiene lugar un cambio profundo en la Climatología Dinámica con el conocimiento preciso de la circulación superior, debido al desarrollo de la aviación y de los radiosondeos durante la Segunda Guerra Mundial y la década siguiente*”. En concreto, se refiere a los estudios sobre depresiones en altura, o gotas frías, de Crocker, Schwerdtfeger y, sobre todo, Palmén y sus colaboradores, como ya expuso en un trabajo de 1955 (“Las corrientes en chorro y las perturbaciones atmosféricas”, pp. 332-36). En España cita las obras de Linés Escardó sobre las depresiones de altura en el Atlántico en la zona de Canarias y de Font Tullot sobre las gotas frías en Canarias, e incluso el propio López Gómez recoge este nuevo enfoque en un estudio global del clima valenciano publicado en 1966. Según su opinión, los estudios monográficos de grandes riadas acaecidas desde 1957, se realizan teniendo en cuenta la circulación superior y han sido esenciales para conocer la importancia de las gotas frías como desencadenantes de precipitaciones catastróficas y le han servido para apoyar la teoría por él formulada.

Concluye su trabajo López Gómez, comentando lo interesante que sería estudiar la frecuencia de estas lluvias y riadas en relación con cambios climáticos seculares, para lo cual aconseja realizar investigaciones muy cuidadosas. Él ya con anterioridad (López Gómez, 1972) constató la incidencia de los cambios térmicos en el cultivo de la caña de azúcar, a partir del análisis de los datos suministrados por el dietario de Porcar a finales del siglo XVI y comienzos del XVII.

López Gómez asimismo vuelve a tratar episodios atmosféricos con efectos catastróficos en “*Aguaceros extraordinarios e inundaciones en la costa mediterránea española (1957-1982)*” (López Gómez, 1989), donde realiza una recopilación de los episodios más lluviosos acaecidos durante ese período que desembocaron en importantes avenidas fluviales.

### 3. ESTUDIOS SOBRE EL CLIMA URBANO

#### 3.1. Introducción

El otro tema climático al que López Gómez dedicó su atención fue el clima urbano. A este respecto, en enero de 1998 el Grupo de Climatología de la Asociación de Geógrafos Españoles, germen de la actual AEC, celebró en la Universidad Autónoma de Madrid la IV Reunión Nacional de Climatología. El tema fue *Clima y ambiente urbano* y en ella participaron más de cuarenta especialistas de disciplinas diversas, procedentes de varios países y organismos oficiales, así como de la mayoría de las Universidades españolas (Fernández, F.; Galán, E. y Cañada, M.R., 1998). Además de la indiscutible calidad de los trabajos presentados, esta reunión destacó por dos hechos de gran trascendencia para la comunidad científica española: primero, porque representó la consolidación de una línea de investigación que, “*de un pasado sin apenas historia había llegado a ser una firme realidad en el presente*”, como señaló uno de los ponentes (Moreno, M.C., 1998); en segundo lugar, porque supuso el público reconocimiento a quien había hecho posible que esto ocurriera, el profesor López Gómez: un hombre, en palabras del Director del Instituto Nacional de Meteorología, “*pionero de los estudios de la Climatología urbana moderna, que había dedicado la mayor parte de su vida profesional a este campo de la ciencia y a formar especialistas que continúen la línea de investigación por él marcada*”.

Estas palabras adquieren todo su significado si repasamos la corta historia de la Climatología Urbana en España. Para ello reproducimos lo que en 1980 escribía el profesor M. Albentosa, otro geógrafo desgraciadamente desaparecido a una edad muy temprana, a propósito de la evolución de la Climatología en nuestro país: “*Un campo de trabajo muy importante, que preocupa a los geógrafos físicos es el del clima urbano, aunque ha sido poco desarrollado. La mayoría de los estudios que existen se centran en Madrid y se deben a A. López Gómez, quien se preocupa por el tema ya a principios de los años 50*” (Albentosa, 1988).

### 3.2. Aportaciones del profesor López Gómez al clima urbano español

Tres etapas podemos diferenciar en la obra de López Gómez referente a los estudios de clima urbano: una primera, de aproximación a un tema que empezaba a interesar fuera de nuestras fronteras; una segunda, en la que se consolida una línea de investigación y un método de trabajo que rápidamente se extiende a numerosas ciudades españolas y, por último, una tercera, en la que se utiliza la teledetección como nueva técnica de análisis en los estudios del clima urbano de Madrid.

#### **Primera etapa.**

Se inicia en 1954, año en el que López Gómez escribe en la revista Estudios Geográficos un artículo titulado *La ciudad y el clima. Crónica geográfica*. Unos años más tarde, en 1961, analiza el fenómeno urbano y su influencia sobre el cambio climático en el artículo *¿Está cambiando el clima de Madrid?*, también aparecido en Estudios Geográficos. En 1962, por último, participa en el Plan General de Ordenación Urbana de nuestra ciudad, en el que aparecen unas notas sobre *El clima de Madrid*.

En estos primeros trabajos, aislados y aparentemente dispersos entre los numerosos temas que en esas fechas preocupaban a López Gómez, se vislumbra ya su gran intuición sobre temas que, en un futuro, todavía lejano, llegarían a convertirse en los más importantes de la moderna Climatología. Trata la ciudad y el clima en una época en la que el tema era prácticamente desconocido en nuestro país y apenas despuntaba más allá de nuestras fronteras; aborda el cambio climático como resultado de las modificaciones experimentadas por el entorno de los observatorios meteorológicos, en este caso del Retiro, debido al proceso de urbanización creciente. Tendrían que pasar casi 20 años para que ese tema adquiriera toda su importancia. En aquellas fechas interesaban más, como causas del posible cambio climático, las relacionadas con factores naturales, como las manchas solares o las emisiones volcánicas de CO<sub>2</sub>.

#### **Segunda etapa: la consolidación de los estudios sobre clima urbano.**

Será en la década de los 80 cuando de forma sistemática, López Gómez, inicie los estudios de clima urbano que tanta trascendencia van a tener en la Climatología española actual. A ello contribuyó de forma decisiva el hecho de que es entonces cuando López Gómez dirige las primeras Tesis doctorales específicamente de Climatología, realizadas por alumnos formados íntegramente en el Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Madrid, creado por él en 1969, y germen de un grupo de investigación con el que establecerá una estrecha relación (en 1979 la de Fernández García sobre *Los tipos de tiempo en la Meseta Meridional* y, unos años más tarde, las de Cañada Torrecilla y Galán Gallego, también sobre Climatología Dinámica, a las que nos hemos referido anteriormente).

El antecedente más próximo de esta segunda etapa es el artículo, aparecido en 1981, sobre la contaminación atmosférica en Madrid. Forma parte de una obra colectiva sobre dicha ciudad, publicada por el Instituto Juan Sebastián Elcano del CSIC. En ese artículo se hace un estudio sistemático de la contaminación atmosférica, a partir de los datos de la Red Municipal de Vigilancia y Control, creada en 1978. Esta red, la única que en aquellas fechas existía en España, estaba formada por 16 estaciones fijas, en las que se registraban datos de SO<sub>2</sub>, partículas y CO. Los resultados más destacables son la existencia de tres zonas claramente diferenciadas: una, en la que durante cuatro meses se superan los 100 microgramos de media de SO<sub>2</sub>, que se extiende a lo largo del eje de la Castellana, desde la Glorieta de Atocha hasta Plaza de Castilla, y se amplía a ambos lados hasta la Puerta del Sol y la Glorieta de Quevedo; otra, en la que los meses con concentraciones superiores a 100 microgramos se reducen a dos, localizada también en la zona centro, pero con las estaciones situadas en plazas ajardinadas o en áreas de menor densidad de edificaciones; por último, una tercera que presenta los menores niveles de contaminación en zonas periféricas respecto al centro. A lo largo del año se observa una clara estacionalidad con máximos en la estación fría, desde noviembre a febrero, y mínimos muy marcados en verano; también se observa un ciclo semanal con descensos significativos en los fines de semana.

Lo más interesante de este trabajo es que representa un modelo de contaminación urbano que, a partir de los años 90 del pasado siglo, experimentó un cambio radical como consecuencia de la sustitución de las calefacciones de carbón por las de gasóleo o gas natural y unas leyes más restrictivas sobre los combustibles usados en el transporte. En la actualidad, los máximos corresponden al verano y es la contaminación de origen fotoquímico, siendo el O<sub>3</sub> y los derivados del nitrógeno los contaminantes más representativos de nuestra ciudad (Fernández García, F. y Rasilla, D., 1999) Además, en este trabajo ya se indicaba la importancia de las alteraciones de algunos de los elementos climáticos en Madrid, como consecuencia de la aglomeración urbana. Pero más que la isla de calor, se destaca la influencia que sobre las precipitaciones puede tener la contaminación. Se apoya para ello en algunos estudios que en este sentido se habían llevado a cabo por Catalá y sus colaboradores en la cátedra de termodinámica de la Universidad Complutense de Madrid.

En 1984 aparece el artículo que, bajo el título "*La isla de calor en Madrid: avance de un estudio de clima urbano*", marca el inicio de los estudios sobre clima urbano en nuestro país. Se presenta como el avance de un proyecto más amplio que aglutina a un grupo de investigadores del CSIC y del Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Madrid. Es interesante y necesario destacar que éste y los trabajos que posteriormente siguieron fueron posibles, entre otras cosas, gracias a la consolidación de un grupo de investigación formado por climatólogos, pero también por geógrafos de otras especialidades; todos ellos con un interés común y cohesionados en torno a A. López Gómez y J. López Gómez que, como investigadora del Instituto Juan Sebastián Elcano, participó y colaboró de forma muy activa y efectiva desde los primeros momentos. Previo a la realización de este trabajo, hubo que solucionar numerosos problemas de índole científico, material y personal. En efecto, se trataba de aplicar una metodología que no había sido utilizada en nuestro país, por lo que hubo que remitirse a los estudios realizados fuera de nuestras fronteras. Se analizaron en detalle numerosos trabajos y especialmente las obras de Chandler, Bryson, Landsberg, Lowry y los de Jáuregui, Oke, Yoshino, etc. sobre diversas ciudades. A partir de ellos se diseña la metodología que se empleará en el estudio del clima urbano de Madrid.

Los medios materiales con los que contábamos eran muy escasos y para suplir la carencia de observatorios urbanos dentro de la ciudad era necesario trabajar con un instrumental de medida adecuado. Los sofisticados sistemas de medidas utilizados en otros países, auténticos laboratorios instalados sobre vehículos especiales, estaban fuera de nuestras posibilidades económicas, por lo que se optó por la compra de termómetros digitales que podían ser transportados en vehículos convencionales. Pero aún quedaban obstáculos que solucionar: uno de ellos era la localización de los termómetros; recordemos que los recorridos se hacían con automóviles y que era necesario evitar influencias que pudiesen distorsionar los resultados. Algunos miembros del grupo aún recuerdan el "poder refrigerante del viento" cuando a las tres de la madrugada, con temperaturas tres o cuatro grados por debajo de cero, marchábamos con la ventanilla del coche bajada para permitir sacar la mano en la que se portaba el termómetro; no era fácil convencer a López Gómez de la posibilidad de sujetarlo en la carrocería, asumiendo las posibles distorsiones que ésta podría generar. Finalmente, la solución fue instalar los termómetros sobre el techo de lona de un antiguo Citroen 2CV, previamente agujereado para tal fin; más tarde se usaron habitáculos, especialmente diseñados con materiales aislantes, para ser colocados sobre el techo de cualquier vehículo.

El otro problema se refería a la dificultad de comparar los datos obtenidos por instrumentos cuyo rango de variabilidad y tiempo de respuesta se veía afectada por el carácter itinerante de las medidas. La duración de cada recorrido, en torno a 1 hora, aconsejaba realizar varios al mismo tiempo; aunque se procuraba mantener una velocidad constante en torno a los 40 km/h, diversas pruebas con dos termómetros sobre el mismo vehículo marcaban diferencias entre ellos de hasta 1° C. Se optó, entonces, por emplear como medidas de comparación las diferencias registradas en cada recorrido respecto al punto más frío; de esta manera se obtenían gráficos relativos que indicaban la intensidad de la isla de calor perfectamente comparables. Más adelante se ajustaron las medidas itinerantes a los registros térmicos de los observatorios fijos del INM y se elaboraron mapas de isotermas reales en diferentes situaciones.

Por último, el factor humano fue esencial. Las campañas de medidas movilizaban un grupo de, al menos, seis personas (dos por coche, un conductor y otra encargada de anotar las medidas), dispuestas a dedicar una parte de las noches del fin de semana a realizar un trabajo cuya única remuneración eran las pastas y el café con los que Julia López Gómez abastecía al grupo.

Estas fueron las condiciones que permitieron la realización del primer trabajo que supuso, en palabras de Font, “*un minucioso análisis de la isla de calor en Madrid con resultados especialmente interesantes dada la complejidad topográfica y estructural de la ciudad y gracias al cual, continúa diciendo Font, ha sido posible señalar los principales rasgos de la isla de calor de Madrid, en diversas épocas del año, a diferentes horas y con distintos tipos de tiempo*” (Font Tullot, 1991).

La publicación, además, tuvo una extraordinaria acogida entre los interesados en el tema, que se reunieron en el Instituto Juan Sebastián Elcano, bajo los auspicios de López Gómez, siendo ésta la primera reunión científica que sobre clima urbano se celebraba en España. A ella acudieron investigadores de las universidades de Barcelona, Valencia, Tarragona, Murcia y Córdoba, muchos de ellos introductores de los estudios del clima en sus respectivas ciudades. A este estudio siguieron otros en los que, con el grupo ya consolidado, en torno a Julia y Antonio López Gómez (Fernando Arroyo, Rosa Cañada y Felipe Fernández), se continúan y amplían los rasgos del clima de Madrid. Varios proyectos de investigación financiados por la CICYT permitieron mejorar los instrumentos de medida, ampliar las observaciones en tiempo y en espacio e incorporar nuevos integrantes. Fruto de ello fueron varias Tesis doctorales, una bajo la dirección del Profesor López Gómez, realizada por M. A. Almendros en 1990 sobre “*Aspectos climáticos de los parques y jardines de Madrid*” otra, realizada por V. Bello en 1995 sobre “*El clima en las áreas urbanas del Valle del Henares*”, que fue dirigida por Fernández García. Además, diversos artículos sobre el clima de las ciudades y el uso del suelo y la isla de calor (López Gómez, 1985 y 1992); otros en colaboración con los componentes del equipo investigador, entre los que destacamos el realizado sobre el clima del S. y SE del área metropolitana madrileña (1992), sobre la influencia del relieve en la isla de calor en Madrid (1996) y sobre las variaciones mensuales y diarias de la isla de calor (1993); asimismo, se publicaron varios libros sobre el tema (1988 y 1991).

Mención especial merece la obra aparecida en 1993 sobre *el clima de las ciudades españolas*. Coordinada por López Gómez, en ella se recogen los estudios realizados en nuestro país por diferentes grupos de investigación. Tras una primera parte en la que se resumen los principales aspectos sobre el método y las características del clima urbano en general, las siguientes tratan casos concretos de diversas ciudades: *el clima urbano de Madrid y su entorno* (López Gómez, Fernández García y Arroyo Ilera); *los climas urbanos de Cataluña* (Martín Vide); *los climas urbanos en el valle del Ebro* (Cuadrat) y *el clima de otras ciudades españolas* (López Gómez, Fernández García y Arroyo Ilera), en el que se incluyen ciudades meseteñas (Cuenca y Valladolid) y costeras (Santander, San Sebastián y Valencia). Esta obra es el mejor ejemplo de la consolidación de la línea iniciada por López Gómez y de la proyección e influencia que sus trabajos han tenido en la Climatología española actual.

### ***Tercera etapa: la incorporación de nuevas técnicas como la teledetección.***

La experiencia adquirida con los sucesivos trabajos realizados sobre clima urbano conduce necesariamente a López Gómez y su grupo de investigación a la búsqueda de nuevos horizontes. La incorporación de nuevas técnicas de investigación y la colaboración con especialistas en otros campos, como el de la teledetección, fue el resultado más interesante y el que abrió la nueva etapa en la investigación sobre el clima urbano.

“*El importante desarrollo que han alcanzado en nuestro país los estudios de clima urbano*”, escribía López Gómez en 1993, “*no ha ido acompañado de un avance en las técnicas de recogida y evaluación de los datos. La realización de transectos a lo largo de la ciudad continúa siendo la base fundamental en los estudios del clima de las ciudades españolas y son muy pocos los que utilizan otro tipo de información como la obtenida por sensores remotos instalados sobre satélites o aviones. Las ventajas de la observación remota son incuestionables, ya que permite la adquisición*



*son las razones que, a nuestro parecer, han contribuido a la escasa utilización a la que nos hemos referido. No obstante, la integración cada vez mayor de los geógrafos en equipos de investigación interdisciplinares y el interés que los estudios del clima urbano han despertado en diversos grupos científicos abren unas perspectivas interesantes en este campo”.*

En esta línea se inician los primeros contactos con el Instituto de Técnicas Aeroespaciales (INTA) y con el Centro Teledetección de IBM, ubicado en aquellas fechas en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid. Fruto de esta colaboración fue una serie de publicaciones sobre el clima urbano de Madrid, a partir del análisis de imágenes térmicas captadas por el satélite Landsat (López Gómez y cols. 1990) y de imágenes obtenidas desde avión, con una resolución bastante mayor y en vuelos realizados expofeso sobre nuestra ciudad (López Gómez y cols. 1993, 1995 y 1998).

En el primero, los resultados fueron especialmente interesantes a pesar de las limitaciones derivadas tanto de la resolución, 120 metros en el canal térmico, como de la hora de paso sobre nuestra zona, las 9.30 TMG. Se pudo caracterizar el proceso de formación de la isla de calor, como resultado del calentamiento diferencial de la ciudad respecto a las áreas suburbanas próximas: la inercia térmica del conjunto urbano y las sombras proyectadas por los edificios hacen que la ciudad aparezca como una isla de frío a estas horas de la mañana. Además de esto, las imágenes del satélite permitieron analizar las importantes diferencias de temperatura existentes dentro de la ciudad y su relación con la diversidad de materiales de construcción y con las diferentes estructuras urbanas.

Esta primera aproximación al campo térmico de la ciudad, que por la resolución del satélite puede ser observada en toda su totalidad, fue esencial para los estudios a una escala mucho más detallada. En efecto, a diferencia de las imágenes del satélite, los vuelos permiten seleccionar las zonas de interés y las horas más adecuadas para la captación de las imágenes térmicas. En total se realizaron cuatro vuelos, dos nocturnos y uno nocturno y diurno, a diferentes alturas con resoluciones en el nadir de 1.5 m por pixel en el vuelo a 500 m y 6.88 en el realizado a 2.400 m. Todos siguieron un itinerario semejante, desde el aeródromo de Getafe al Sur de Madrid, hasta Alcobendas, situada al norte; de este modo se obtuvo información de una franja de terreno de 5 km de ancho, dentro de la cual se incluyen las tipologías urbanas más representativas dentro de la ciudad y de las periferias, al norte y al sur.

Cada uno de estos vuelos lleva consigo un importante trabajo de preparación consistente en campañas de medidas térmicas en superficie en los días anteriores y durante el vuelo. El objetivo es obtener las temperaturas de referencia para una correcta calibración del sensor y la toma de medidas térmicas, del aire y en el suelo, sincrónicas con el paso del vuelo, esenciales para la correcta interpretación de los resultados obtenidos. En el laboratorio de teledetección del INTA, se procedía a la corrección panorámica de las imágenes, la obtención de las bandas del infrarrojo y la selección de las áreas de interés para el estudio. Con este material, el equipo coordinado por López Gómez realizó el tratamiento digital de las imágenes (la calibración térmica, la obtención de los histogramas y de los estadísticos representativos de las imágenes) y, por último, el análisis e interpretación de los resultados.

En las tres publicaciones anteriormente citadas se analizan, con la minuciosidad que caracteriza los trabajos de López Gómez, los principales aspectos térmicos de las áreas más representativas del complejo entramado urbano de Madrid: dentro de la ciudad un amplio sector del centro histórico, zonas del Ensanche y construcciones más recientes, incluidas áreas de viviendas unifamiliares, parques urbanos y viario de diferente anchura y orientación; en las zonas periféricas, los polígonos industriales y grandes superficies comerciales, urbanizaciones de diferentes características, algunas de las principales vías de salida de la ciudad y amplios sectores de suelo vacante y extensas masas arbóreas. A pesar de su importancia y la gran cantidad de información aportada, los trabajos citados representan sólo una parte de las actuaciones previstas y que actualmente se hallan en fase de realización.

#### 4. COROLARIO A MODO DE HOMENAJE

Pero toda esta intensa y fructífera carrera quedó súbitamente truncada: el 14 de enero del 2001 falleció D. Antonio López Gómez, nuestro maestro y maestro de geógrafos. Y con él la Geografía española ha perdido una de sus figuras tan ilustre como entrañable; valgan estas líneas como homenaje inexcusable en nombre de la Asociación Española de Climatología –de la que él formó parte- a la vez que como testimonio emocionado de admiración, respeto y cariño hacia su persona. Desde aquí apenas si hemos podido esbozar el riquísimo perfil científico de López Gómez como climatólogo: a nadie se le escapa, en fin, la riqueza poliédrica de su obra, heredero como era de la antigua y fructífera escuela de humanistas y generalistas que él no hizo sino honrar hasta su muerte. La Geografía rural, la histórica, la de la población.... muchos fueron los campos por los que López Gómez tuvo la oportunidad de transitar con tanta familiaridad como acierto. Por todo ello su contribución a la Climatología es tanto más relevante pues no hizo sino ensalzar la especialización de esta disciplina siempre dentro de un contexto en el que el clima es uno más de los múltiples actores que contribuyen a configurar el paisaje en el que se desarrolla la actividad humana: la interrelación entre el medio físico y el hombre. Nadie desaparece del todo si su obra permanece: con López Gómez la muerte no tendrá la última palabra.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

##### 5.1. Referencias bibliográficas

ALBENTOSA, L. M. (1984): “Prólogo a la traducción de A. HUFTY: *Introducción a la Climatología*”. Barcelona, Ariel, pp. 9-22.

ALBENTOSA, L. M. (1984): “La evolución de la Geografía Física en España. Geomorfología y Climatología”. En *Actas III Coloquio Ibérico de Geografía*. Barcelona, AGE.

ALBENTOSA, L.M. (1988): “La evolución reciente de la Climatología en España”. En *La Geografía española y mundial en los años ochenta*. Madrid, Ed. Univ. Complutense.

ALMENDROS COCA, M.A. (1990): “*Aspectos climáticos de los parques y jardines de Madrid*”. Tesis de Doctorado, Inédita, UAM.

BELLO, V. (1995): “*El clima del valle bajo del Henares: la isla de calor en sus áreas urbanas y las inversiones térmicas*”. Tesis de Doctorado, Inédita, UAM.

CAÑADA TORRECILLA, M.R. (1989): “*El Clima de Extremadura: estudio analítico y dinámico*”. Madrid, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1986): “*El clima de la Meseta Meridional: los tipos de tiempo*”. Madrid, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid.

FERNÁNDEZ, F.; GALÁN, E. y CAÑADA, R. (1998): “*Clima y ambiente urbano en ciudades Ibéricas e Iberoamericanas*”. Madrid, Parteluz.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F. Y RASILLA, D. (1999): “Concentración de ozono y tipos de tiempo en el área metropolitana de Madrid”. En *Actas del VIII Coloquio Ibérico de Geografía*, Vol. I, pp.31-36.

FONT TULLOT, I. (1998): “*El hombre y su ambiente atmosférico*”. Madrid, INM, 229 pp.

GALÁN GALLEGO, E. (1991): “*Tipos de tiempo anticiclónicos invernales en la España peninsular y Baleares. Ensayo metodológico*”. Madrid, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid.

MORENO GARCÍA, M.C. (1998): “Las investigaciones sobre el clima urbano de las ciudades españolas” en FERNÁNDEZ GARCÍA, F; GALÁN GALLEGO, E. y CAÑADA TORRECILLA, M.R. (coord.): “*Clima y ambiente urbano en ciudades Ibéricas e Iberoamericanas*”. Madrid, Parteluz, pp. 177-196.

## **5.2. Obra climática de Antonio López Gómez**

### **5.2.a. Climatología General**

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1952): “Los monzones y el clima del Asia monzónica”. *Estudios Geográficos*, 47, pp. 257-298.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1954): “Los vientos de la alta atmósfera”. *Estudios Geográficos*, 56, pp. 441-462.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1955): “Las corrientes en chorro y las perturbaciones atmosféricas”. *Estudios Geográficos*, 59, pp. 299-316.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1956): “Las heladas de febrero de 1956 en Valencia”. *Estudios Geográficos*, 65, pp.673-700.

LÓPEZ GÓMEZ, J.y A. (1959): “El clima de España según la clasificación de Köppen”. *Estudios Geográficos*, 75, pp. 151-166.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1966): “Región valenciana”. En TERÁN, M. (Dir.): “*Geografía de España y Portugal*”. Barcelona, Montaner y Simón, pp. 277- 439.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1968): “El supuesto monzón de la Península Ibérica”. *Aportación española XXI Congreso Geográfico Internacional*. India, pp. 71-88.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1972): “La caña de azúcar en Valencia y las variaciones climáticas”. *Estudios Geográficos*, 128, pp. 399-423.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1975): “La inversión de temperatura entre Madrid y la Sierra de Guadarrama con advección cálida superior”. *Estudios Geográficos*, 138-139, pp. 567-604.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1978): “El Clima”, en LÓPEZ, A. y ROSELLÓ V.M. (dir.): “*Geografía de la Provincia de Alicante*”. Alicante, Excm. Diputación Provincial, 1978, pp. 107-117.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1978): “El Clima” en TERÁN, M. y SOLÉ, L. (dir.): “*Geografía General de España*”. Madrid, Ariel, pp. 148-181.

LÓPEZ GÓMEZ, J. y A. (1979): “El clima de Canarias según la clasificación de Köppen”. *Estudios Geográficos*, 156-157, pp. 321-340.

LÓPEZ GÓMEZ, J. y A. (1979): “El clima húmedo del norte de Cataluña según la clasificación de Köppen”. *Acta Geológica Hispánica*, pp. 321-340.

- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1981): "El clima de montaña". *Actas del VII Coloquio de Geografía*, Pamplona, AGE, pp. 1-4.
- LÓPEZ GÓMEZ, J. y A. (1981): "El clima del Sistema Central y los Montes de Toledo según la clasificación de Köppen". *Actas del VII Coloquio de Geografía*. Pamplona, AGE, pp. 169-172.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1982): "Las regiones climáticas en España". En *Miscelánea conmemorativa*. Madrid, UAM pp. 155-169.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1983): "Las lluvias catastróficas mediterráneas". *Estudios Geográficos*, 170-171, pp. 11- 29.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. et al. (1986): "La distribución espacial de las precipitaciones en la Meseta Meridional: avance de una cartografía climática". *Actas I Reunión de Estudios Regionales de Castilla-La Mancha*. Albacete, Junta de Comunidades de Castilla La Mancha, vol. III, pp. 115-126.
- LÓPEZ GÓMEZ, A.; FERNÁNDEZ GARCÍA, F. y CAÑADA TORRECILLA, M.R. (1986): "Variabilité des températures au Meseta sud de l'Espagne: 1900-1980". En LÓPEZ GÓMEZ A. (coord.): "Cambios recientes en climas mediterráneos". Madrid, Instituto Juan Sebastián Elcano (CSIC)-Unión Geográfica Internacional, pp. 5-22.
- LÓPEZ GÓMEZ, A.; FERNÁNDEZ GARCÍA, F. y CAÑADA TORRECILLA, M.R. (1986): "Variabilité interannuelle des températures dans la Moitié Sud du Plateau Central". En LÓPEZ GÓMEZ, A. (coord.): "Cambios recientes en climas mediterráneos". Madrid, Instituto Juan Sebastián Elcano (CSIC)-Unión Geográfica Internacional, pp. 23-44.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1986): "Climatología". *Teoría y Práctica de la Geografía*. Madrid, Alambra, pp. 154-163.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1986): "Diversidad climática". *El Campo. Boletín de información agraria*, 103. Valencia, pp. 14-20.
- LÓPEZ GÓMEZ, J. y A. (1987): "Los climas secos de España según el sistema de Köppen". *Papeles de Geografía Física*. 12, Murcia, pp. 5-10.
- LÓPEZ GÓMEZ, J. y A. (1987): "El régimen pluvial en el valle del Ebro según el sistema de Köppen". *Actas del X Congreso de Geografía*. Zaragoza, AGE. vol. I, pp. 147-155.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1988): "El conocimiento del clima español en la primera mitad del siglo XX". En *El espacio rural de Castilla-La Mancha*. Ciudad Real, Diputación Provincial de Ciudad Real, pp. 19-39.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1988): "Los estudios sobre el clima de España en el siglo XIX". En *Homenaje al doctor Sebastián García Martínez*. Valencia, Consejería de Cultura, vol. III, pp. 291-306.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1989): "Aguaceros extraordinarios e inundaciones en la costa mediterránea española (1957-1982)". En GIL OLCINA, A. y MORALES GIL, A. (edits.): "Avenidas fluviales e inundaciones en la cuenca del Mediterráneo". Alicante. Caja de ahorros del Mediterráneo e Instituto de Geografía de la Universidad de Alicante.

LÓPEZ GÓMEZ, A.; FERNÁNDEZ GARCÍA, F. y MARTÍN VIDE, J. (1992): "Climatología". En BOSQUE MAUREL, J. *et al.*: "La Geografía en España (1970-1990)". *Aportación española al XXVII Congreso Geográfico Internacional*. Washington 1992. Madrid, Real Sociedad Geográfica-AGE-FBBV, pp. 107-127.

### 5.2.b. Estudios de clima urbano

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1954): "La ciudad y las variaciones climáticas". *Estudios Geográficos*, 57, pp. 605-606.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1961): "¿Está cambiando el clima de Madrid?". *Estudios Geográficos*, 84-85, pp.575-591.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1962): "El clima de Madrid". En *Plan General de Ordenación Urbana*. Madrid, Ministerio de la Vivienda, pp. 68-90.

LÓPEZ GÓMEZ, A. y FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1981): "La contaminación atmosférica. Distribución espacial y variaciones estacionales". En *Madrid: Estudios de Geografía Urbana*. Madrid, Instituto Juan Sebastián Elcano, CSIC, pp. 71-100.

LÓPEZ GÓMEZ, A. y FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1984): "La isla de calor en Madrid: avance de un estudio de clima urbano". *Estudios Geográficos*, 174, pp. 5-34.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1985): "El clima de las ciudades". *Arbor*, 474, pp.13-32.

LÓPEZ GÓMEZ, A. y J., FERNÁNDEZ GARCÍA, F. y ARROYO ILERA, F. (1988): "*El clima urbano de Madrid. La isla de calor*". Madrid, CIESM-CSIC, 200 pp.

LÓPEZ GÓMEZ, A., MORENO JIMÉNEZ, A., FERNÁNDEZ GARCÍA, F., Y PALOU, F. (1990): "La temperatura diurna en la aglomeración de Madrid mediante imágenes remotas". *Estudios Geográficos*, 201, pp. 705-732.

ARROYO ILERA, F., y FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1991): "*Aproximación al conocimiento del confort térmico urbano de Madrid*". Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, 110 pp. (Prólogo de LÓPEZ GÓMEZ, A).

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1992): "La isla de calor y los usos del suelo en Tokio". *Estudios Geográficos*, 209.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F., LÓPEZ GÓMEZ, A., Y ALMENDROS COCA, M.A. (1992): "El clima urbano del S y SE del área metropolitana madrileña". *Actas del VI Coloquio Ibérico de Geografía*, Porto.

LÓPEZ GÓMEZ, A., LÓPEZ GÓMEZ, J., FERNÁNDEZ GARCÍA, F., y MORENO JIMÉNEZ, A. (1993): "*El clima urbano. Teledetección de la isla de calor en Madrid*". Madrid, MOPT, 157 pp.

LÓPEZ GÓMEZ, A. *et al.* (1993): "*El clima de las ciudades españolas*". Madrid, Cátedra, 267 pp.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F., LÓPEZ GÓMEZ, A., y ARROYO ILERA, F. (1993): "Variaciones mensuales y diarias de la isla de calor en Madrid". En *Homenaje al Profesor M. Albetosa*. Tarragona, Diputación Provincial, pp. 75-89.

LÓPEZ GÓMEZ, A., ALMENDROS COCA, M. A. y FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1995): "El clima urbano de Madrid. Tipologías de la isla de calor". En *Climatology and air pollution*, Mendoza (Argentina), Edit. Universidad de Cuyo, pp. 19-36.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1995): "Tres referencias al clima urbano de Madrid en la segunda mitad del siglo XIX". *Anales de Geografía*. Madrid, Universidad Complutense, 15, pp. 445-449.

LÓPEZ GÓMEZ, A. y J., FERNÁNDEZ GARCÍA, F. y ARROYO ILERA, F. (1995): "*Teledetección y clima urbano. Variaciones nocturnas y diurnas de la isla de calor en Madrid*". Madrid, Instituto de economía y Geografía-CSIC, 78 pp..

FERNÁNDEZ GARCÍA, F., ALMENDROS COCA, M.A., y LÓPEZ GÓMEZ, A. (1996): "La influencia del relieve en la isla de calor en Madrid: las vaguadas del Manzanares y del Albroñigal". *Estudios Geográficos*, 224, pp. 473-494.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1998): "El clima de Madrid según los autores de los siglos XVI-XIX". En FERNÁNDEZ GARCÍA, F; GALÁN GALLEGO, E. y CAÑADA TORRECILLA, M.R. (coord.): "*Clima y ambiente urbano en ciudades Ibéricas e Iberoamericanas*", Madrid, Parteluz, pp. 21-37.

LÓPEZ GÓMEZ, A., FERNÁNDEZ GARCÍA, F., FERNÁNDEZ RENAÚ, A., GARCÍA HERNÁNDEZ, E., y ARROYO ILERA, F. (1998): "*Temperaturas nocturnas y diurnas en Madrid a partir de la teledetección aeroportada*". Madrid, Instituto de Economía y Geografía-CSIC y Ed. Parteluz, 83 pp.