

# MORFOGÉNESIS Y PROCESOS EDÁFICOS. EL CASO DE LOS MONTES DE MÁLAGA

JUAN FRANCISCO MARTÍNEZ MURILLO  
JOSÉ M<sup>a</sup> SENCIALES GONZÁLEZ

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es poner de manifiesto las relaciones que existen entre clima, modelado y procesos edáficos, así como tratar de efectuar una aproximación a las causas de los factores y procesos edáficos diferenciadores de las zonas elevadas de los Montes de Málaga, ya evidenciados en trabajos anteriores, tratando de establecer una zonificación con origen en datos climáticos.

Los resultados obtenidos en la presente investigación así lo atestiguan, dejando clara una zonificación morfoclimática que se establece no sólo en base a los valores promedios anuales, sino también a partir de la variabilidad inter e intraanual de las precipitaciones.

## ABSTRACT

The objective of this work is to show the relationships existing between climate, landscape forms and differential soils processes of the higher grounds of "Montes de Malaga", as we could demonstrate in other works; we try to plot a zone belt based upon climate data.

The obtained results in this investigations let us demonstrate again this zone belt; morphoclimatic conditions plot a belt based not only on average data, but equally since data about interannual and intraannual rainfalls variability.

## 1. INTRODUCCIÓN

La relación entre clima y modelado está extensamente tratada en la literatura científica desde el primer cuarto del siglo XX, destacando los trabajos de Sauer (1925), Peltier (1950), Cholley (1950), Cotton (1958), Büdel (1963), Miller (1964), Strahler (1965), Wilson (1968), de Martonne (1973) y Tricart & Cailleux (1965). Sin embargo, no es un tema tratado con extensión entre la

comunidad científica española, en la que pueden citarse preferentemente los trabajos de Gutiérrez Elorza y Vidal (1978), Pedraza (1978) o Matarredona (1987). Tal vez la alta variabilidad de modelos que presenta el medio mediterráneo en nuestro país sea una de las causas que genera este desinterés, al descubrirse con frecuencia numerosas excepciones a las reglas propuestas, o, incluso, modelos no enunciados. Esta es la razón por la que, con frecuencia, los trabajos se han ceñido al estudio de algún proceso o de algún sistema climático concreto, delimitándolo y apreciando sus correlaciones, pero sin ahondar en la propuesta científica general. La propia idea de Sistema Morfogénico (Wilson, 1968) ya nos habla de “relaciones idealizadas entre clima, procesos y forma”. Obviamente, en toda idealización hay un margen de error, pero no por ello debe desestimarse la idea de dichas relaciones; antes al contrario, se debe profundizar en ella y delimitar con la mayor precisión posible, a la par que se corrigen errores u omisiones.

En el presente trabajo tratamos de ahondar en el estudio de las relaciones entre clima y procesos, siguiendo la línea de trabajos anteriores (Senciales, 1995, 1999), pero centrándola en un territorio más reducido, los Montes de Málaga, con objeto de acercarnos a las causas de las diferencias ecogeográficas apreciadas en este ámbito a través de diversos trabajos (Blanco, 2000 Martínez Murillo, 2001; Senciales y Blanco, 2002; Blanco y Senciales, 2002).

## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En 1925, Sauer adelantó el concepto de “zona morfoclimática” para hacer referencia a “una zona con clima homogéneo, que ha desarrollado un paisaje característico anulando los rasgos primarios o geognósticos impuestos por la litología y estructura tectónica”, en similitud con los supuestos genéticos que se aplican a los suelos (De Pedraza, 1996, 305). De modo que la acción climática y biótica se ocupa de configurar el relieve, de modelarlo, en ausencia de inestabilidad estructural. Pero a niveles de detalle este sistema no siempre se cumple (o mejor, nunca se cumple estrictamente), puesto que la influencia endógena, estructural, suele persistir incluso en relieves maduros, además de que la actividad modeladora del clima es mucho más inestable, fluctuante, de lo que este modelo propone. La realidad nos muestra que son habituales las influencias ajenas al clima que desvirtúan y particularizan el modelo.

No obstante, sí es posible, como vemos, encontrar unas líneas generales de relación entre clima actual y proceso, partiendo de dos consideraciones fundamentales:

- 1) determinados procesos están más estrechamente ligados al clima que otros
- 2) los procesos más afectados por el clima poseen variabilidad y diferencias en la escala temporal; es decir, a modo de ejemplo, el tiempo necesario para actuar los procesos glaciares es mucho mayor que el que necesitan los procesos eólicos.

**TABLA 1**  
**CARACTERÍSTICAS DE ZONAS CLIMATOMORFOLÓGICAS DEL**  
**MUNDO (REGIONES MORFOGENÉTICAS)**

ZONA	CLIMA ACTUAL	CLIMA PASADO	PROCESOS ACTIVOS	
			(Fósiles entre paréntesis)	FORMAS
1) Zona de Glaciares	Glacial (frío; húmedo)	Glacial	Glaciación	Glaciares
(2) Zona de formación de valles pronunciados	Polar, tundra (frío, seco, húmedo)	Glacial, polar, tundra	Procesos criogénicos, erosión en corriente Alteración mecánica (Glaciación)	Valles en caja. Suelos poligonales. Formas glaciares.
(3) Zona Extratropical de formación de valles	Continental (frío, húmedo, templado, seco)	Polar, tundra, continental	Erosión en corriente (Procesos criogénicos, Glaciación)	Valles
(4) Zona Subtropical de formación de valles y pedimentos	Subtropical (seco, cálido, húmedo)	Subtropical, continental	Formación de pedimentos (Acción de corrientes)	Superficies de aplanamiento y valles
(5) Zona Tropical de formación de superficies de aplanamiento	Tropical (caliente, húmedo, húmedo-seco)	Subtropical, Tropical	Aplanamiento. Meteorización química	Superficies de aplanamiento y lateritas.

Esta tabla se basa en los escritos de J. Büdel. Las zonas 3 y 4 son transicionales entre la 2 (donde la acción estacional de corrientes y procesos criogénicos, sobre todo alteración inducida por congelación, se combina con formas de profundos valles) y la zona 5 (donde alteración química y flujo laminar se combinan para producir superficies de aplanamiento: *pediplains* y *etchplains*). (Fuente: Wilson, 1968).

Abundando en la escala temporal, debe distinguirse correctamente entre sistemas morfogenéticos actuales y sistemas paleomorfogenéticos, que explican en gran medida buena parte de las formas actuales, producidas bajo la influencia de sistemas morfogenéticos correspondientes a épocas pasadas (p.ej., el modelado kárstico del Torcal), muy distintos de los sistemas actuales. Precisamente en los sistemas paleomorfogenéticos en los que en mayor medida inciden numerosos estudios consultados, de modo que el análisis más habitual se restringe a la relación *clima pasado-forma actual*, o *clima actual-proceso actual*, pero no es frecuente abordar la relación *clima-proceso-morfogénesis actual*, o la realización de mapas a nivel nacional o regional que documenten tales procesos actuales, quizá por la generalización excesiva que puede suponer este método de análisis, frente a las particularidades que ofrecen elementos como la litología y la estructura.

A la hora de estudiar las influencias del clima sobre la geomorfología, o mejor, sobre la morfogénesis, Tricart (1981) distingue dos tipos:

- 1) Influencia directa del clima, que puede ser conocida de dos modos:
  - A) Cualitativo (centrado fundamentalmente en las formas cómo incide el hielo)
  - B) Cuantitativo (centrado en cuantificar los aspectos relacionados con la intensidad o frecuencia del hielo, viento y actividad de la escorrentía)
- 2) Influencia indirecta del clima, que puede ser conocida a través de:
  - A) La vegetación (que incide de modo variable sobre el sustrato según el clima)
  - B) Los suelos (que evolucionan en función del sustrato, clima y vegetación)
  - C) El régimen y condiciones hídricas (dependiente de vegetación, suelo, sustrato litológico y clima)

Por tanto, pueden reconocerse influencias más o menos marcadas del clima sobre la vegetación, pero éstas deben valorarse en función de la intervención de otros factores como la litología y la estructura; a grandes líneas, factores como la pedogénesis o la vegetación están intervenidos de igual modo por el clima.

Así, para abordar el análisis de las influencias *potenciales* del clima en el modelado, puede obviarse o considerarse como un factor común la importancia que puede tener la litología y la estructura, que en ocasiones es muy superior a la del propio clima (Senciales, 1999). A partir de esta consideración, se deberá tener en cuenta aquellas áreas donde, no obstante, las formas actuales son resultado de sistemas morfogenéticos pasados. Finalmente, en la aproximación al área de estudio puede matizarse la información aportada mediante la intervención de los factores endógenos.

Tal como propone Wilson (1968) es conveniente profundizar en el concepto de región o "sistema morfogenético", entendida como *división conceptual por la cual un geomorfólogo puede relacionar clima, procesos, paisajes y regiones*, para dar paso a una relación menos idealizada en la que se valore el sistema "clima-proceso" desde un punto de vista más cuantitativo y preciso. Para ello es conveniente seleccionar adecuadamente los parámetros de valoración climática y contar con amplia información acerca de los mismos, así como tener en cuenta la variabilidad y estacionalidad del clima o climas que se estén analizando; por ejemplo, se sabe que la acción de la congelación es más intensa bajo un régimen de hielo-deshielo diurno que bajo un régimen de congelación continua, incluso a muy bajas temperaturas.

Si consideramos los procesos de alteración que tienen lugar como consecuencia del clima a una escala regional o incluso comarcal es evidente que estaremos generalizando relaciones clima-proceso. Sin embargo, nuestro propósito es acercarnos un poco más, ampliar la escala de detalle. De este modo, partiendo de la idea de que los procesos actúan normalmente en una larga escala temporal sobre los conjuntos orográficos y sobre las laderas, podemos avanzar más considerando que dichos procesos son continuos y mensurables a escala edáfica: la alteración química y física, los procesos de erosión (por arroyada, eólicos, en masa...) son fácilmente cuantificables a pesar de que su escala temporal sea variable, pero su relación con sistemas climáticos sigue siendo evidente.

Así pues, no proponemos acercarnos al sistema clima-proceso desde el estudio de las geoformas, sino desde el punto de vista de los procesos edáficos, principio ya enunciado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1975); a partir de aquí pueden inferirse evoluciones con repercusión a largo plazo en las geoformas. La circulación hídrica en el suelo es uno de los aspectos que más se van a modificar según el clima que analicemos y, como consecuencia de ello, la tipología, características y propiedades del suelo van a ser en gran medida dependientes de la misma. Concretamos, por tanto, la correlación clima-procesos en los aspectos edáficos.

### 3. EL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio está integrada por la unidad natural de los Montes de Málaga, situada en la provincia de Málaga, en el Sur de la Península Ibérica, limitando con el Mar de Alborán. Es una unidad constituida fundamentalmente por un zócalo metamórfico paleozoico, sobre el cual el agua, como principal agente erosivo, ha ido labrando un relieve homogéneo y compartimentado, en el que se ha desarrollado durante siglos una actividad humana casi siempre agresiva con el medio natural.

Algunos autores limitan los Montes de Málaga al territorio comprendido entre el río Guadamedina y el Valle del río Vélez, coexistiendo con la comarca de la Axarquía (Justicia Segovia, 1988; Yus Ramos, 1994). En nuestro caso, hemos optado por ampliar esta demarcación a todo el conjunto del zócalo metamórfico paleozoico de la Zona Interna de las Béticas, pues la morfología del terreno asociada a esta unidad geológica es similar en toda esta extensión, salvo la existencia de diferencias altitudinales. Por tanto, en nuestro estudio, los límites de los Montes de Málaga son los siguientes: por el Norte, el Corredor de Colmenar, de disposición Oeste-Este; por el Oeste, el Valle del río Guadalhorce; por el Este, el Valle del río Vélez; y por el Sur, el valle bajo del río Guadalhorce y el Mar de Alborán.

Estamos ante una unidad natural cuyos caracteres topográficos se resumen en: compartimentación, elevadas pendientes hacia el fondo de los valles y más suaves hacia las cimas, articulándose ambas unidades fisiográficas mediante laderas convexas. Los Montes de Málaga apenas superan los 1.000 metros de altura, siendo las principales alturas los picos del Viento (1.030 m), la Reina (1.029 m) y Santopítar (1.020 m), que se localizan en el área central de la unidad, entre los ríos Guadalmedina y Vélez, conformando una verdadera dorsal de dirección Norte-Sur. Por ello, podría considerarse como una montaña media, si bien la cercanía al mar y la elevada pendiente de sus vertientes, le dan una imagen de mayor entidad. Esta topografía tan sólo se rompe en determinadas áreas, coincidentes con afloramientos de materiales carbonatados mesozoicos, más resistentes a la erosión, que originan un relieve más escarpado y abrupto. El sustrato geológico que constituye estos relieves, está conformado por el ya nombrado zócalo bético paleozoico, de la Zona Interna de la Cordillera Bética. Son dos los grandes complejos los que conforman los Montes de Málaga: el Complejo Alpujárride, y superpuesto tectónicamente a éste, el Complejo Maláguide (Justicia Segovia, 1988).

Más de la mitad de la extensión de los Montes de Málaga la constituye el Complejo Maláguide, en el que dominan los materiales paleozoicos, en menor medida los permotriásicos, y mucho más restringidos los afloramientos jurásicos o más modernos (Sanz de Galdeano, 1997). Martín Algarra (1987) distingue cuatro formaciones en el zócalo paleozoico que de abajo arriba se denominan Morales, Calizas alabeadas o Santi Petri, Almogía y Conglomerado de Marbella.

La formación Morales, de edad precámbrica y ordovícica, presenta filitas oscuras y grauwacas, con un espesor superior a 350 m. La formación Santi Petri se constituye por calizas alabeadas, intercaladas con filitas y grauwacas, de edad silúrica. La formación Almogía, de estratigrafía bastante compleja, se constituye por grauwacas, filitas y liditas, de edad devónica-carbonífera. Por último, la formación de Conglomerado de Marbella es también de edad devónica y carbonífera (Sanz de Galdeano, 1997).

Por encima del zócalo, se apoya de modo no concordante la Cobertera Maláguide, cuya edad abarca del Permotriás al Jurásico. El Permotriás queda conformado por conglomerados, areniscas, arcillas y yesos, y el Jurásico, por dolomías, calizas y margas. La distribución de esta cobertera es muy irregular, con retazos más o menos importantes a lo largo de la costa, aunque también se encuentran en algunos relieves elevados, donde se conserva casi la totalidad del conjunto maláguide como en el cerro Santopitar, o en pequeños afloramientos existentes entre Casabermeja y Colmenar, y en torno a Comares (que se apoya sobre uno de ellos).

En los extremos orientales y occidentales de los Montes de Málaga también aflora el Complejo Alpujárride. La separación entre Maláguide y Alpujárride es compleja, dada la continuidad de los materiales esquistosos y filitosos. En la zona oriental de los Montes de Málaga, en el contacto con el valle del río Vélez, aparece una unidad transicional entre ambos ámbitos, la unidad de Benamocarra, que es una serie muy monótona de micaesquistos negros, separados por un contacto mecánico con el Complejo Maláguide.

En el extremo occidental, aflora el Complejo Alpujárride por medio de esquistos, constituyendo el anticlinorio de Santi Petri, cuya cima alcanza los 797 m..

En cuanto a la historia geológica de la zona de estudio cabe decir que los materiales del zócalo paleozoico se depositaron en una sedimentación marina pelítica, con episodios de sedimentación conglomerático y arenosa, hasta el devonocarbonífero. El metamorfismo de los materiales parece estar causado por la orogenia hercínica, dado que éste no afecta al Permomesozoico y Eoceno. El emplazamiento del Complejo Maláguide sobre el Alpujárride es posterior al Ypresiense y anterior al Aquitaniense-Burdigaliense, es decir, intraterciario y probablemente intrapaleógeno.

La estructura y la naturaleza de los materiales geológicos se vislumbra en el paisaje de los Montes de Málaga. Las calizas alabeadas, más resistentes a la erosión, conforman las mayores alturas, vertebrando los Montes de Málaga en su área central. La litología metamórfica, más erosionable, ante la acción continuada de las aguas de escorrentía, conforma un relieve muy compartimentado, constituido en esencia por una serie de relieves interfluviales de dirección dominante Norte-Sur, separados por talwegs profundamente encajados en el sentido de los meridianos, dirección que toman los principales colectores de la zona. A ello ayuda la intensa tectonización a que han estado sometidos estos materiales, su falta de coherencia, debida a la ausencia de carbonatos, y el estado relictístico en que se encuentran, favoreciendo la acción erosiva. El resultado es el desarrollo de una profusa red de drenaje, dibujando un relieve muy compartimentado y pendientes muy pronunciadas (Justicia Segovia, 1988).

Los Montes de Málaga, desde el punto de vista hidrológico, actúan como un verdadero distribuidor de aguas. Su naturaleza metamórfica hace que se comporte de forma impermeable ante el agua, por lo que su respuesta hidrológica suele ser rápida ante una precipitación intensa típica del medio mediterráneo en el que nos encontramos. La red fluvial se articula en una serie de cuencas hidrográficas, cuyos funcionamientos hidrológicos "agresivos" son de gran importancia dada la cercanía de importantes núcleos de población. Las principales cuencas hidrográficas son las de los ríos Guadalmedina y Campanillas, afluente del río Guadalhorce; además, toda una serie de arroyos que discurren por barrancos profundos vierten sus aguas (cuando las llevan) hacia los ríos Vélez y Guadalhorce, o directamente al mar, como en el caso de los arroyos Jaboneros, Gálica o Totalán, cerca de la ciudad de Málaga.

Por último, esta unidad natural ha tenido una utilización intensa por parte del ser humano, que la puso en cultivo roturando el bosque mediterráneo cuando la presión demográfica lo hizo necesario en el siglo XVI, tras la Reconquista cristiana. Durante varios siglos se mantuvo esta dinámica, en la que el cultivo de viñas era el más importante. Esto ocasionó un aumento de la actividad erosiva que no encontraba resistencia a su acción desmanteladora. A finales del siglo XIX, el mercado viñero entra en crisis por la filoxera y las tierras son abandonadas o se cambia el tipo de cultivo, pasando a ser mayoritario el de olivos y almendros. Otra fase de abandono tiene lugar a partir de 1950, con el comienzo de las emigraciones españolas interiores y exteriores. Estas fases de abandono han contribuido a la recuperación en alguna medida de las condiciones naturales previas, o al incremento de los procesos erosivos, según las condiciones climáticas más o menos desfavorables.

La vegetación natural queda restringida a pequeños rodales de bosque mediterráneo, de alcornoques, donde las condiciones de humedad son más acusadas (entorno de la Reina y Santi Petri), y encinas, acompañados por formaciones arbustivas de jaras, tomillo, aulagas, coscojas y lavandas, entre otros. Donde las condiciones son menos favorables, son las formaciones arbustivas las que mejor se desarrollan, y por último, hay que destacar las reforestaciones llevadas a cabo fundamentalmente con pino carrasco, concentradas principalmente en la margen izquierda del río Guadalmedina.

### **3.1. El clima de los Montes de Málaga**

La particularidad orográfica de la zona es un factor a tener muy en cuenta en el régimen climático. Su disposición marca una serie de ejes transversales a los vientos húmedos del Oeste (ejes Santi Petri, Casabermeja-Cerro Alcuza y Fuente de la Reina-Colmenar), lo que puede introducir anomalías en la distribución espacial de las precipitaciones. Además, la gran compartimentación del



relieve montañoso de esta unidad natural, induce a importantes modificaciones, fundamentalmente térmicas y, por tanto, en la evapotranspiración, en función de la exposición a solana o a umbría de las laderas.

En general, el régimen climático de los Montes de Málaga es de tipo mediterráneo, con inviernos suaves, veranos cálidos, y unas precipitaciones, normalmente intensas, que se concentran en los meses de otoño e invierno, dejando una estación seca en los meses estivales, como es característico de este clima. Las masas de aire que más afectan a esta zona son las procedentes del Atlántico, con dirección SW, que llegan cargadas de humedad, aportando un alto porcentaje del volumen total de las precipitaciones. También debemos mencionar las masas de aire cálidas que llegan desde el norte de África, fundamentalmente en verano, con tiempo anticiclónico, aportando cierta humedad y fresco en el litoral pero sequedad y calor hacia el interior por el efecto föhn que genera a sotavento de los montes.

El régimen térmico de los Montes de Málaga (tabla 2) arroja una temperatura media de 16,4 °C y una amplitud media de 15 °C. El intervalo de temperaturas que podemos encontrar en esta unidad tiene una importante relación con la altitud, pues parece observarse una cierta correlación entre ambas variables, y con la cercanía al mar, que las suaviza. Así, las temperaturas más altas se encuentran en los límites de la unidad, en la zona litoral (Málaga, 18,4 °C; Rincón de la Victoria, 18,6 °C). Mientras, las temperaturas mínimas se alcanzan en las zonas interiores más elevadas, entorno de la Fuente de la Reina (Las Contadoras, 13,7 °C; Torrijos, 13,3 °C).

**TABLA 2**  
**TEMPERATURAS MEDIAS DE LA ZONA DE ESTUDIO**

ESTACIONES	Altitud	Temperaturas medias													
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	año	a.t.
Comares	761	15,4	10,7	7,9	7,1	8,7	10,6	12,4	15,2	18,5	22,4	23,1	20,1	14,7	16,0
Las Contadoras	760	14,3	10	7,6	6,9	7,4	9	11	14,6	15,2	22,1	22,3	19	13,3	15,4
Torrijos	725	15	9,7	7,8	7,6	8,6	9,9	11,3	14,9	17,6	21,4	21,8	19,3	13,7	13,4
Colmenar	680	15,9	11,3	8,5	7,7	9,2	11,1	12,9	15,6	19,0	22,8	23,5	20,5	15,1	15,8
Serranillos	620	16,3	11,7	8,9	8,2	9,5	11,4	13,2	16,0	19,3	23,0	23,7	20,8	15,4	15,0
El Cerrado	620	17,2	12,4	8,9	7,7	10,9	13	14,5	16,9	19,9	21,6	23,3	21,3	15,6	13,6
Vª la Concepción	600	16,4	11,8	9,0	8,3	9,6	11,5	13,3	16,1	19,4	23,1	23,8	20,9	15,5	15,5
Periana	550	16,7	12,1	9,4	8,7	9,9	11,8	13,6	16,4	19,7	23,3	24,0	21,1	15,8	15,3
Casabermeja	540	16,8	12,2	9,4	8,7	10,0	11,8	13,7	16,5	19,8	23,3	24,0	21,1	15,9	15,3
Alcaucín	508	17,0	12,4	9,7	9,0	10,1	12,0	13,9	16,7	20,0	23,5	24,1	21,3	16,0	15,1
El Boticario	460	16,9	13,1	10,0	9,3	9,6	11,5	13,1	16,4	19,9	23,1	23,4	20,9	15,6	14,1
Moclinejo	451	17,3	12,8	10,1	9,4	10,5	12,3	14,2	17,0	20,3	23,7	24,3	21,6	16,3	14,9

**TABLA 2**  
**TEMPERATURAS MEDIAS DE LA ZONA DE ESTUDIO**

ESTACIONES	Altitud	Temperaturas medias												año	a.t.
		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP		
Almogía	425	17,7	13,4	10,4	10,0	10,6	12,6	14,5	17,6	21,1	24,5	24,8	22,1	16,6	14,8
Olías	421	17,5	13,0	10,3	9,6	10,6	12,5	14,4	17,2	20,5	23,8	24,5	21,7	16,5	14,9
Riogordo	400	17,6	13,2	10,4	9,8	10,7	12,6	14,5	17,3	20,6	23,9	24,5	21,8	16,6	15,4
Emb. Viñuela	236	18,6	14,3	11,5	11,0	11,6	13,5	15,4	18,3	21,6	24,6	25,2	22,6	17,4	14,2
Viñuela, La	150	19,1	14,9	12,1	11,6	12,1	14,0	15,9	18,8	22,1	25,0	25,5	23,0	17,8	13,9
Llanes, Cjo. Los	130	19,3	15,0	12,2	11,7	12,2	14,1	16,1	18,9	22,3	25,1	25,6	23,1	17,9	13,9
Benamocarra	126	19,0	15,0	12,0	11,6	12,0	14,1	16,1	19,0	22,4	25,5	26,0	23,3	18,0	14,4
Pno. Agujero	100	19,6	14,3	12,1	11,6	12,0	13,3	15,6	18,4	22,0	26,0	26,8	24,0	18,0	15,2
Benamargosa	100	19,2	15,1	12,2	11,8	12,2	14,3	16,3	19,2	22,6	25,6	26,1	23,4	18,2	14,3
Vélez-Málaga	60	19,1	15	11,8	12,8	12,5	14,7	18	21,5	23,6	26	26,1	23,7	18,7	14,3
Málaga (Oficina)	31	19,9	15,7	12,9	12,5	12,8	14,6	16,6	19,5	22,9	25,5	26,0	23,6	18,5	13,5
Málaga (El Ejido)	33	19,9	15,7	12,9	12,4	12,8	14,6	16,6	19,5	22,8	25,5	26,0	23,6	18,4	13,6
Rincón de la Vict.	5	20,0	15,9	13,1	12,7	12,9	14,8	16,8	19,7	23,0	25,6	26,1	23,7	18,6	13,4

Fuente: Elaboración propia.

Los veranos son más calurosos en las zonas más interiores, superando los meses de verano los 24 °C de media en julio y agosto. Los inviernos, en general, son suaves, salvo en las zonas de umbría y mayor altitud, donde pueden tener lugar heladas, llegándose a mantener el suelo en sus capas más superficiales helado durante algunos días que coinciden con el tipo de tiempo frío del Norte (aire polar, si bien algo suavizado en esta zona); así en los meses de enero las temperaturas pueden quedar por debajo de los 7°C, como en las zonas de Benifique-Torrijos y Las Contadoras.

En cuanto al régimen de precipitaciones, al igual que ocurría con el de temperaturas, existe una cierta relación de la precipitación con la altura. La precipitación media anual de los Montes de Málaga puede establecerse en 584 mm. Sin embargo, si atendemos a la distribución espacial de las precipitaciones, observamos la presencia de un gradiente pluviométrico desde las zonas más bajas y costeras con unos volúmenes que oscilan de 450 a 500 mm, hasta las zonas centrales más elevadas, en el eje Fuente de la Reina-Colmenar, donde se superan los 700 mm. (tabla 3).

El eje mencionado, por su disposición N-S, recoge de frente todas las masas húmedas procedentes del Oeste, del Atlántico, ejerciendo de verdadera barrera. Tras ésta, aparece una cierta sombra pluviométrica, por el efecto Föhn creado, si bien en esta zona, en la localidad de Comares, se alcanza una pluviometría

de 622 mm anuales, dada su disposición orográfica (situado en una peña elevada sobre el territorio).

La disposición orográfica induce también ciertas variaciones en la pluviometría, a veces en apenas unos kilómetros. Así ocurre en las localidades de Benamocarra y Benamargosa, con altitudes similares. La segunda se encuentra orientada hacia el SW de forma que le afectan los vientos húmedos atlánticos, mientras que la primera, orientada hacia el Este, recoge más precipitaciones en tiempos de levante y de menor volumen (Senciales, 1995).

La distribución anual de las precipitaciones es concentrada, pues más de la mitad del volumen anual, se concentra entre los meses de octubre y abril. Así, los máximos pluviométricos ocurren en los meses de noviembre y diciembre, salvo en Rincón de la Victoria que ocurre en el mes de octubre. Después, tras un ligero mínimo en enero, se alcanza un segundo máximo en primavera, bien en marzo o bien abril. Por el contrario, los mínimos se alcanzan en los meses estivales, siendo el mes de julio el más seco. Aquí se produce en cierto modo un falseamiento de la realidad, puesto que las medias enmascaran la realidad de un mes casi siempre seco, dinámica que sólo se rompe ante una tormenta ocasional.

La duración de la estación seca implica un primer acercamiento al hecho de la existencia de dos ámbitos climáticos en los Montes de Málaga. Así, el número de meses secos, tal como los define Lautensach (meses con menos de 30 mm), disminuye con la altitud: Colmenar y Contadoras cuentan con sólo tres meses por debajo de esa pluviometría.

En este período estival, son normales los eventos tormentosos, sobre todo en junio y en septiembre, hacia el interior por los procesos convectivos generados por las elevadas temperaturas en esta época del año.

La duración del período de lluvia, como el volumen anual, también sufre las variaciones altitudinales e intraanuales. Por un lado, las zonas de mayor número de días de lluvia coinciden con las de mayor pluviosidad, es decir, el eje Fuente de la Reina-Colmenar; a partir de esta zona desciende la duración de los días de lluvia. Así, el mínimo los encontramos en Moclinejo, con apenas 35 días al año, mientras que el máximo se sitúa en Las Contadoras, con 60 días, aumentando casi el doble en apenas unos kilómetros.

Al igual que el volumen de las precipitaciones, los días de lluvia también se concentran en apenas unos meses, de modo que son los meses de noviembre y diciembre los que concentran mayor número de ellos.

La intensidad media de las precipitaciones en 24 h. enmascara en gran medida la realidad de la precipitación mediterránea, que suele concentrarse en apenas unas horas e, incluso minutos. En su conjunto, los Montes de Málaga se caracterizan por unas intensidades que oscilan entre 10 y 17 mm/día. Atendiendo a una clasificación de las intensidades como la que propone Senciales

**TABLA 3**  
**VALORES PLUVIOMÉTRICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO**

Estación	Alt. (m.)	Nº años de la serie	Pp anual	Pp mensual											
				OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Alcaucín	508	48	972,0	88,5	154,1	162,4	127,3	110,3	113,9	91,1	53,7	23,7	6,3	4,3	36,4
Aljaima	60	29	491,1	55,9	67,9	79,8	58,6	54,1	76,7	43,4	23,9	5,9	2,9	4,2	17,8
Almogía	364	48	510,8	58,0	80,0	81,9	65,4	61,6	56,5	41,1	28,1	11,1	0,8	6,7	19,8
Benamargosa	96	54	550,5	53,5	88,1	91,7	73,5	61,9	61,8	51,5	30,4	12,3	0,8	4,5	20,6
Benamocarra	126	55	526,9	55,4	82,5	79,7	76,7	60,4	56,8	42,9	34,1	9,9	1,6	4,8	22,2
Boticario	500	26	606,7	58,0	91,0	108,2	69,1	59,3	81,0	57,8	39,4	13,9	1,7	5,7	21,6
C. de Aceituno	646	26	582,6	79,1	67,4	72,5	78,8	80,2	74,0	52,7	32,5	18,2	6,5	5,6	18,0
Casabermeja	540	42	557,5	55,6	75,3	85,7	78,1	72,2	58,3	49,0	31,3	14,7	3,6	6,1	27,5
Caspalma	938	36	727,3	60,1	102,5	133,5	106,5	88,6	71,6	70,8	44,6	20,9	1,2	5,0	22,0
Cerrado	620	38	622,4	62,4	101,2	107,6	78,0	69,9	56,5	54,2	39,3	16,2	1,5	5,6	29,8
Colmenar	680	46	737,5	65,1	107,2	114,9	98,2	90,3	95,5	73,6	43,7	10,1	1,6	6,5	31,0
Torrijos	780	34	692,2	63,6	115,1	114,3	83,9	89,4	1065,8	62,7	41,2	20,5	0,9	12,7	25,9
Comares	761	33	622,6	64,2	106,4	103,4	98,7	71,0	57,0	49,1	27,8	12,6	0,2	4,3	27,7
Contadoras	760	40	649,8	66,6	109,9	105,6	83,0	71,7	59,4	46,7	45,5	20,9	2,4	5,8	32,3
Cjo. Los Llanes	130	56	519,0	55,4	79,2	81,4	68,9	58,3	63,1	43,2	29,1	11,6	1,7	4,8	22,2
Cjo de Monjas	220	39	549,9	53,8	74,8	92,2	70,9	65,4	66,7	50,8	33,5	14,2	3,2	2,8	21,5
E. de La Viñuela	236	13	523,0	74,2	85,2	83,5	81,8	43,0	40,1	44,0	27,0	13,7	0,6	6,8	23,1
Aeropuerto	20	30	589,5	54,2	91,3	89,2	80,1	74,0	79,1	43,5	30,7	7,7	0,7	6,3	32,6
Málaga-CASE	31	42	471,6	52,9	81,3	77,7	64,7	56,8	42,0	39,0	23,8	11,6	0,4	5,3	16,1
Málaga-El Ejido	33	43	496,6	40,3	91,6	80,3	74,2	77,2	48,3	34,7	25,2	12,2	1,1	1,6	10,0
Moclinejo	451	58	511,2	49,3	78,2	84,4	76,5	56,6	55,4	50,0	28,0	9,4	0,9	3,0	19,4
Oliás	421	32	553,7	64,3	98,1	87,2	81,4	67,0	52,2	38,1	32,2	10,7	0,4	6,4	15,8
P. del Agujero	100	57	498,2	51,2	83,8	76,8	66,5	59,8	52,0	45,9	28,4	9,0	2,8	3,6	18,3
Periana	550	51	587,7	66,7	90,2	82,3	72,1	71,8	68,9	57,4	34,8	12,5	1,6	3,5	26,0
Pizarra	82	27	607,4	64,7	83,4	101,1	71,1	65,9	83,4	57,4	34,1	11,9	2,2	4,4	27,8
Rincón de la V.	5	33	438,1	50,2	76,8	66,8	63,1	50,3	39,7	36,1	22,1	13,3	1,1	6,1	12,7
Riogordo	400	54	608,5	56,3	89,8	96,0	80,8	77,5	66,9	52,4	35,3	14,9	2,4	11,3	24,8
Serranillos	620	20	658,3	64,4	88,0	96,0	83,8	81,4	86,7	54,3	44,4	24,7	0,1	7,0	27,6
Vélez-Málaga	60	52	489,2	45,5	66,0	89,3	75,5	53,4	54,8	40,2	29,1	9,8	1,8	3,0	22,5
Vva. Concepción	600	21	610,3	54,5	83,0	87,2	78,8	79,7	76,7	69,0	29,5	20,7	6,7	6,0	18,5
La Viñuela	150	57	535,6	57,6	71,6	89,5	72,0	61,2	58,5	49,6	32,4	14,5	2,6	1,7	22,4

Tabla n<sup>o</sup>x: Precipitación anual y distribución mensual del volumen de las precipitaciones. Fuente: Elaboración propia.

(1995) para la cuenca del río Vélez, cuya vertiente occidental forma parte de la zona oriental de los Montes de Málaga, éstos tendrían una intensidad que se clasificaría como moderada a media-alta. Los valores entre los que oscilan las intensidades medias anuales varían de una a otra estación según su precipitación y frecuencia de lluvias anual. De este modo, encontramos valores máximos que alcanzan 53,6 mm/día en Alcaucín, y 50,9 mm/día en Almogía, que indican unos eventos de elevada torrencialidad. Observamos que en la mayoría de las estaciones es el otoño la estación de mayores intensidades, siendo el máximo el alcanzado por la estación de Riogordo (23,5 mm/día), seguido por las de Colmenar (21,4 mm/día). En cuanto a la intensidad mensual, los valores obtenidos son variados aunque oscilan en general entre los 10 y 20 mm/día. Destacan los valores máximos mensuales de la estación de Riogordo, como ya ocurría en las intensidades estacionales, que durante varios meses alcanza niveles de intensidades altas. Observando los resultados obtenidos, nos parece que, más que el volumen pluviométrico que pueda caer en un período determinado, es el número de días en los que cae una precipitación concreta lo que determina el carácter de la lluvia y, por tanto, la evolución geomorfológica del paisaje; tal es caso de Riogordo, con pocos días de lluvia.

Por último, dos cuestiones más. Por un lado, las tasas de evapotranspiración, controladas por los regímenes térmicos y de precipitación, presentan unos valores anuales siempre negativos, si bien se observa un gradiente de descenso hacia las zonas más elevadas, donde casi se alcanzan los valores positivos; por el contrario, son las zonas costeras y más bajas las que se quedan por debajo de los 400 mm anuales de déficit. Por otro lado, en la aplicación de toda una serie de índices bioclimáticos, la existencia de este gradiente pluviométrico, térmico y de balance hídrico, se corrobora de modo que se vislumbran dos áreas de régimen climático diferente, una semiárida por debajo de los 500-600 m aproximadamente, y otra subhúmeda, por encima de esa altitud.

Lo anterior se intentará corroborar totalmente con en el siguiente desarrollo de la aplicación del concepto de sistema morfoclimático a los Montes de Málaga, al objeto de establecer áreas comunes de comportamiento morfoclimático semejante y, por tanto, de procesos geomorfoedáficos.

## **4. RELACIÓN CLIMA-PROCESOS**

### **4.1. Análisis del método y propuesta de relaciones**

A la hora de valorar las relaciones entre clima y procesos es necesario comenzar con el uso de una clasificación que nos acerque a dichas relaciones, para luego profundizar en ellas e inferir sus implicaciones edáficas. En la tabla

1 pudimos ver las relaciones generales que existen entre grandes climas y procesos generales. En la tabla 4 señalamos los rangos propuestos por Peltier (1950), definiendo valores térmicos y pluviométricos entre los que oscilan las principales regiones morfo genéticas.

Tal como señala Wilson (1968), el término "Características morfológicas" utilizado por Peltier debe ser entendido o sustituido por el de "Procesos geomórficos", ya que, como puede verse, se prescinde de cualquier mención a formas.

**TABLA 4**  
**CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y PROCESOS GEOMÓRFICOS**  
**DE NUEVE SISTEMAS CLIMA-PROCESO (PELTIER, 1950)**

Región morfo genética	Temperatura media anual estimada (°C)	Precipitación media anual estimada (mm.)	Características morfológicas
Glacial	-17'8 - -6'7	0 - 1.143	Erosión glacial. Acción del viento. Nivación.
Periglacial	-15 - 1'1	127 - 1.397	Fuertes movimientos en masa. Moderada a fuerte acción del viento. Débil acción de la escorrentía.
Boreal	-9'4 - 3'3	254 - 1.524	Moderada acción de la congelación. Moderada a ligera acción del viento. Moderados efectos de la escorrentía.
Marítima	1'7 - 21'1	1.270 - 1.905	Fuerte acción de movimientos en masa. Moderada a fuerte acción de la escorrentía.
Selva	15'5 - 29'4	1.397 - 2.286	Fuerte acción de movimientos en masa. Ligeros efectos del lavado superficial. Nula acción del viento.
Moderada	3'3 - 29'4	889 - 1.524	Máximos efectos de la escorrentía. Moderados movimientos en masa. Ligera acción de la congelación en las zonas más frías de la región. Insignificante acción del viento salvo en las costas.
Sabana (Estepa)	-12'2 - 29'4	635 - 1.270	Débil a fuerte acción de la escorrentía. Moderada acción del viento.
Semiárida	1'7 - 29'4	254 - 635	Fuerte acción del viento. Moderada a fuerte acción de la escorrentía.
Árida	12'8 - 29'4	0 - 381	Fuerte acción del viento. Ligera acción de la escorrentía y movimientos en masa.

A esta puntualización debemos añadir algunas más, relativas a la terminología y a los parámetros utilizados. En efecto, los términos Sabana y Selva son connotativos de bioformaciones, más que de climas concretos; máxime si consideramos que algunas zonas de la provincia de Málaga pueden llegar a estar claramente dentro de dicha clasificación (por ejemplo la estación de Gaucín -barriada de El Colmenar-, en la Serranía de Ronda) (Senciales, 1999). Por otra parte, los solapamientos son múltiples y una zona con unos valores medios anuales de 1.400 mm. de precipitación y 16°C de temperatura puede clasificarse indistintamente en las regiones morfogenéticas Selva, Moderada y Marítima; y si descendemos a 1.100 mm. oscilaría entre Moderada y Sabana.

Una última apreciación de esta tabla nos conduce a definir en mayor medida los regímenes propuestos, dado que, como puede verse, omiten la estacionalidad, algo fundamental en un clima como el mediterráneo, pero también en el clima monzónico y en el tropical de estación seca (que puede asimilarse a la región morfogenética denominada como Sabana).

Así, Strahler (1965) refunde varios de los términos propuestos por Peltier y define la estacionalidad o ausencia de la misma en los restantes. Así, para este autor las regiones boreales y periglaciales pueden agruparse bajo el término Periglacial; las regiones marítimas y moderadas bajo el término Templado-Húmedo; y las regiones semiáridas y de sabana bajo el término Semiárido. En cuanto a la estacionalidad, se señala que las regiones polares y áridas (desérticas), así como las ecuatoriales presentan un mismo régimen todo el año, siendo asemejadas, respectivamente, a las regiones morfogenéticas glacial, árida y selva. La región periglacial admite estacionalidad, localizándose en latitudes medias, entre los dominios Templado-Húmedo, Semiárido y Glacial. Los restantes climas y, con ello sus respectivas regiones morfogenéticas presentan estacionalidad, bien en cuanto a las precipitaciones, bien en cuanto a las temperaturas, o bien ambos aspectos.

Es precisamente la estacionalidad uno de los aspectos que más nos interesan para precisar las características morfogenéticas de nuestro medio, puesto que, tal como hemos podido observar en las caracterizaciones tanto gráficas como cuantitativas propuestas por Strahler (1965) y por Wilson (1968), algunos meses del clima mediterráneo son de difícil adscripción en la relación clima-procesos, quedando alejada de la definición de régimen Templado-Húmedo y más cercanos a los regímenes propuestos por Peltier de tipo Marítimo y Moderado. Por esta razón, para comprender los procesos que tienen lugar en los meses lluviosos del clima mediterráneo creemos que es conveniente retomar las ideas de Peltier pero aplicadas a la oscilación estacional del clima, en el sentido de que, claramente, un mes de temperatura media inferior a 18° C e incluso a 15°C, con precipitaciones medias superiores incluso a 200 mm. presenta un régimen de caracterización más acorde con la idea de región Marítima

**TABLA 5**  
**CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS ANUALES Y PROCESOS**  
**GEOMÓRFICOS**

Región morfogenética (°C)	T. media	Pp.(mm.)		Procesos geomorfológicos	Procesos edáficos
		Anual	Mensual		
<b>Glacial</b>	< -3°C	50 - 1.143	1 - 80	Erosión glacial. Acción del viento. Nivación.	Suelo de tundra: Permafrost
<b>Periglacial</b>	-15 - 3'3	50 - 1.250	4 - 95	Fuertes movimientos en masa. Ligera a fuerte acción del viento. Débil a moderada acción de la escorrentía. Moderada acción de la congelación.	Crioturbación. Perma-frost. Podsolización. Li-xiviación. Pérdidas de hierro y aluminio. Humificación.
<b>Árida</b>	-23 - 32	0 - 381	1 - 21	Fuerte acción del viento. Ligera acción de la escorrentía y movimientos en masa.	Salsodización. Calcificación. Bloqueo de la humificación.
<b>Semiárida</b>	1'5 - 32	50 - 1.524	4 - 112	Moderada a fuerte acción del viento y de la escorrentía. Débil a moderada acción de movimientos en masa.	Isohumismo. Exudaciones. Calcificación. Liberación de hierro.
<b>Templado-Húmeda</b>	1'5 - 27	635-1.950	46 - 144	Moderada a fuerte acción de movimientos en masa. Moderada acción de la escorrentía. Débil acción del viento.	Empardecimiento. Fersialitización. Vertisolización. Humificación.
<b>Moderada-Marítima</b>	10 - 21'1	> 1.700	> 120	Fuerte acción de movimientos en masa. Máximos efectos de la escorrentía. Nula acción del viento.	Lixiviación. Podsolización. Empardecimiento.
<b>Selva</b>	> 16	> 1.500	> 100	Fuerte acción de movimientos en masa. Ligero lavado superficial. Nula acción del viento.	Acumulación de hierro y aluminio. Descalcificación. Alteración geo-química. Lavado.
<b>Fría-Lluviosa</b>	1'5 - 10°C	> 1.250	> 95	Fuertes efectos de la escorrentía. Moderados movimientos en masa. Ligera acción de la congelación y, salvo en las costas, del viento.	Pérdidas de hierro, aluminio y calcio. Podsolización. Formación de turberas. Lavado.



o Moderada que con la proximidad habitual que presenta el clima mediterráneo a la región Semiárida, dado que en estas situaciones la acción de la escorrentía y de los movimientos en masa pueden ser extremas, decapitando los suelos y transformando bruscamente la fisonomía de una ladera o de un valle. Aunque los movimientos en masa no están contemplados en las regiones semiáridas y de sábana (Peltier, 1950) o son considerados como moderados (Wilson, 1968), otros autores (Leopold, Wolman y Miller, 1964) señalan que pueden tener en dichas regiones sus máximos efectos.

A partir de estas puntualizaciones, es necesario definir cuantitativa y cualitativamente las relaciones clima-proceso geomorfológico y darles una representación gráfica. También es necesario añadir los procesos formadores e hídricos que tienen lugar en el suelo. Distinguimos dos formas de definición de estas relaciones: anual y mensual.

Para la definición morfogenética contamos con los rangos de temperaturas y precipitaciones que se proponen en la tabla 5 (modificados de Peltier, 1950; Strahler, 1965; y Wilson, 1968). Las temperaturas presentan rangos idénticos en su valoración anual y mensual, mientras que las precipitaciones, obviamente, presentan valores totales anuales y mensuales diferentes; los valores mensuales han sido tomados de Matarredona (1987).

Debe aclararse que los valores señalados son mínimos o máximos que se modifican interactuando; por ejemplo, si el valor mínimo mensual para considerar un régimen templado-húmedo mensual a  $1'5^{\circ}\text{C}$  es de 48 mm., este valor se modifica conforme aumenta la temperatura: 66 mm. a  $10^{\circ}\text{C}$ , 112 mm. a  $27^{\circ}\text{C}$ .

Por esta razón, deben señalarse varias ecuaciones que limitan los valores termopluviométricos de un régimen a otro. Para convertir los valores mensuales en anuales, basta multiplicar por 12'5. Así, tenemos las siguientes ecuaciones:

- (1) Límite entre régimen Árido y Semiárido, a partir de  $0^{\circ}\text{C}$ :  $y = (1'87+0'09X)^2$ .
- (2) Límite entre régimen Semiárido y Templado Húmedo, entre  $1,7^{\circ}$  y  $27^{\circ}\text{C}$ :  
 $y = 41'7+2'57X$
- (3) Límite de regímenes Glacial, Periglacial, Templado Húmedo y Selva, con climas lluviosos, hasta  $18^{\circ}\text{C}$ :  $y = 87'45+3'41X$
- (4) Límite de regímenes Semiárido y Templado Húmedo con Selva, desde  $16^{\circ}$  a  $32^{\circ}\text{C}$ :  $y = 183,5 - 2,55X$
- (5) Límite de regímenes Moderado-Marítimo y Selva, desde  $16^{\circ}$ :  $y = 18'7 + 7'7X$

Obviamos los límites del Semiárido y Templado Húmedo con el Periglacial, al ser homogéneos (entre  $0$  y  $1,5^{\circ}\text{C}$  a cualquier precipitación), lo mismo que el límite entre el Moderado-Marítimo y el Frío-Lluvioso. Así mismo, omitimos

los límites entre los regímenes Periglacial y Glacial, al ser ajenos a nuestra zona de estudio.

#### **4.2. Aplicación del modelo a los Montes de Málaga**

Las características climáticas del área de estudio nos muestran cómo existe una cierta correlación entre los parámetros climáticos y la altitud, aunque no es exacta. Como ya se señaló, existen distorsiones de los datos tanto térmicos como pluviométricos esperados debido a la probable intervención de fenómenos combinados como la macro y microexposición (solana, umbría, barlovento y sotavento). En la tabla 6 resumimos los datos generales de las tablas 2 y 3 para analizarlos conjuntamente.

La confrontación de los valores térmicos y pluviométricos con los modelos antes propuestos sitúan a toda la zona de estudio dentro de una región morfolimática Semiárida a nivel anual. Como se señala en la tabla 5, esto significa que los procesos geomórficos dominantes han de centrarse en una moderada a fuerte acción del viento y de la escorrentía y una débil a moderada acción de movimientos en masa; mientras que los procesos edáficos incluyen la presencia de isohumismo, generación de exudaciones, calcificación y liberación de hierro, estando este último proceso protagonizado en nuestra zona fundamentalmente por la fersialitización (alteración geoquímica de tipo moderado, habitual en medios subtropicales).

A pesar de que algunas estaciones superan claramente los valores mínimos pluviométricos para considerarse dentro del régimen templado-húmedo (635 mm. anuales), todas ellas presentan unas altas temperaturas que sitúan el cruce de coordenadas siempre en valores inferiores al mínimo pluviométrico de dicho régimen: las temperaturas implican una alta evaporación media que resta efectividad a un considerable porcentaje de las precipitaciones anuales, a pesar de que en muchos casos sea evidente un balance hídrico anual excedentario.

Los resultados anuales conjuntos para todo el área de estudio pueden apreciarse en el gráfico nº 1 y en el mapa nº 1.

Como puede observarse en el gráfico nº 1, del total de estaciones, tan solo una, Alcaucín, periférica al área de los Montes de Málaga, presenta un régimen anual próximo al Templado-Húmedo, mientras que Rincón de la Victoria es la estación más próxima al régimen Árido.

Pero nuestro interés estriba en conocer las razones de las desviaciones de este modelo. Es evidente que la dinámica de dominio morfoclimático semiárido se rompe con frecuencia en el área de estudio, a tenor de los procesos de movimientos en masa que se producen con relativa frecuencia en años lluviosos. Esto nos lleva a tratar de conocer las desviaciones que se generan con respecto

**TABLA 6**  
**DATOS GENERALES DE LAS ESTACIONES ANALIZADAS**

<b>Estación</b>	<b>Altitud (m.)</b>	<b>Nº años de la serie</b>	<b>Mod. Pluv. anual</b>	<b>T. media anual</b>
Alcaucín	508	48	972,0	16,0
Aljaima	60	29	491,1	18,2
Almogía	364	48	510,8	16,6
Benamargosa	96	54	550,5	18,2
Benamocarra	126	55	526,9	18,0
Boticario	500	26	606,7	15,6
Canillas de Aceituno	646	26	582,6	15,3
Casabermeja	540	42	557,5	15,9
Casapalma	938	36	727,3	13,8
Cerrado	620	38	622,4	15,6
Colmenar	680	46	737,5	15,1
Colmenar-Torrijos	780	34	692,2	13,7
Comares	761	33	622,6	14,7
Contadoras	760	40	649,8	13,3
Cortijo de Los Llanes	130	56	519,0	17,9
Cortijo de Monjas	220	39	549,9	17,4
Embalse de La Viñuela	236	13	523,0	17,4
Málaga-Aeropuerto	20	30	589,5	18,2
Málaga-CASE	31	42	471,6	18,5
Málaga-El Ejido	33	43	496,6	18,4
Moclinejo	451	58	511,2	16,3
Olías	421	32	553,7	16,5
Pantano del Agujero	100	57	498,2	18,0
Periana	550	51	587,7	15,8
Pizarra	82	27	607,4	18,4
Rincón de la Victoria	5	33	438,1	18,6
Riogordo	400	54	608,5	16,6
Serranillos	620	20	658,3	15,4
Vélez-Málaga	60	52	489,2	18,7
Vva. de la Concepción	600	21	610,3	15,5
La Viñuela	150	57	535,6	17,8

al modelo promedio en función de las variaciones interanuales de la pluviometría, comunes al medio mediterráneo. En principio, hemos trabajado con la desviación estándar, considerando que un año promedio es aquél cuyo volumen total de precipitaciones se encuentra dentro del intervalo que existe entre la media más o menos la mitad de una desviación estándar ( $x \pm \Phi/2$ ) (Grisollet, H; Guilmet, B; y Arlery, R., 1962). Se entiende por año húmedo aquél que supera este intervalo, encontrándose en un valor entre  $x + \Phi/2$  y  $x + 3\Phi/2$ ; de igual modo, para los años secos, simplemente hay que cambiar el signo, de modo que se consideran así aquéllos que se encuentran entre  $x - \Phi/2$  y  $x - 3\Phi/2$ . Finalmente, se consideran años muy secos los que presenten totales pluviométricos inferiores a  $x - 3\Phi/2$ ; y muy húmedos los que muestren valores superiores a  $x + 3\Phi/2$ .

A partir de estas consideraciones, se han realizado cuatro gráficos con los valores pluviométricos promedio que muestran todas las estaciones en años distintos de la media, reunidos en el gráfico n° 2; se ha realizado uno para cada una de las posibles desviaciones: año muy seco, seco, húmedo y muy húmedo.

Como puede apreciarse en dicho gráfico, las características morfogenéticas se mantienen semejantes a los valores promedios, es decir definiendo un conjunto semiárido, cuando los años se presentan secos o muy secos, aproximándose en este último caso a valores de régimen árido.

Sin embargo, cuando los años se presentan húmedos o muy húmedos, parte del conjunto central de los Montes de Málaga, representado por las estaciones que se sitúan en las posiciones más elevadas y en torno al eje central, se localizan ligera o totalmente dentro de la región morfogenética templado húmeda. Así, Alcaucín, Casapalma, Serranillos y Torrijos y, en el límite, Colmenar, se encuentran dentro de esta región cuando los años son húmedos. Se añaden, junto con Colmenar, Cerrado, Comares, Contadoras, Riogordo y, en el límite, Periana, cuando el año tiene caracteres considerables como muy húmedos.

Si consideramos que, en conjunto, uno de cada cuatro años puede ser clasificado como húmedo o muy húmedo, la zona central de los Montes de Málaga se encuentra en el dominio templado-húmedo una cuarta parte del tiempo; o lo que es lo mismo, existe un 25% de posibilidades de que los caracteres morfogenéticos templado-húmedos estén presentes en las zonas altas de los Montes de Málaga.

Pero sabemos que aún en los años más secos en el clima mediterráneo pueden presentarse meses con cierta torrencialidad en la que se activan procesos anómalos dentro de un dominio general semiárido e incluso cercano a la aridez. Esto nos lleva a valorar las oscilaciones intraanuales de los dominios morfogenéticos, siguiendo el modelo de Strahler (1965).

Se ha atendido a los distintos dominios presentes en función de la temperatura media mensual y el promedio de precipitación de cada mes, constatándose

que las oscilaciones intraanuales son muy superiores a las interanuales. Es evidente que el clima mediterráneo, al presentar una estación de marcado estiaje, va a presentar siempre al menos un mes árido, incluso en los años más lluviosos; mientras que en algunas estaciones, especialmente las más elevadas, las precipitaciones pueden alcanzar características morfoclimáticas de regiones moderado-marítimas e incluso, de Selva, lo que nos lleva a cuestionar si este término es apropiado. Tal vez sería más conveniente emplear el término Cálido-lluvioso.

Nuevamente, se ha trabajado con valores promedio de los años normales, muy secos, secos, húmedos y muy húmedos, atendiendo a las mismas expresiones utilizadas para valorar los años. Con ello, se ha llegado a la siguiente clasificación a partir de los valores promedio (Tabla 7).

Como puede verse, la realidad intraanual es bien diferente de la que muestran los valores promedio interanuales. En un año normal, más de la mitad de las estaciones de los Montes de Málaga y su entorno presentan tres o más meses de gran humedad, considerables al menos como meses Templado-Húmedos. Sólo tres estaciones carecen de tales meses, y las tres se localizan en la periferia del área de estudio y a muy baja cota (Aljaima, Rincón de la Victoria y Rompedizo). En el extremo opuesto puede apreciarse como una estación, Alcaucín, que en el promedio interanual se considera como Semiárida, al analizar las características de los distintos meses, más de la mitad de ellos son Templado-Húmedos o incluso Moderado-Marítimos. También es interesante destacar cómo en la mayor parte de las estaciones pueden considerarse como netamente áridos tan solo dos meses de verano, normalmente julio y agosto, situándose junio y/o septiembre con frecuencia en valores de régimen semiárido.

Por tanto, si el régimen Templado -Húmedo a nivel interanual sólo puede apreciarse cuando se superan los valores promedio al menos más de la mitad de una desviación estándar de dichos promedios, por el contrario, a nivel intraanual se constata que dicho régimen está presente en la mayor parte de las estaciones consultadas durante al menos tres meses (un 25% del año), lo que no es suficiente en ningún caso para que se alcancen volúmenes totales que incluyan a ninguna zona como régimen Templado-Húmedo.

Las variabilidad intraanual del clima mediterráneo es superior a la ya de por sí elevada variabilidad interanual. Ello nos hace pensar que existirán características morfoclimáticas claramente diferenciadas entre zonas al atender a los años considerados como muy secos, secos, húmedos o muy húmedos. En las tablas 8, 9, 10 y 11 presentamos las características de dichos años modelo, así como en los mapas nº 2, 3, 4 y 5.

**TABLA 7**  
**CARACTERIZACIÓN DE LOS MESES DE LOS AÑOS PROMEDIO**  
**(AÑO NORMAL)**

Estaciones con 3 o >3 meses TH + Moderado-Marítimos (TH + M)			Estaciones con 10 o >10 meses semiáridos+ áridos (SA + A)		
	TH + M	SA+A		SA+A	TH
Alcaucín	4+3	3+2	Aljaima	10+2	0
Colmenar	5	5+2	Rincón	10+2	0
Serranillos	5	5+2	Rompedizo	9+3	0
Vva. Concepción	5	5+2	Málaga-Case	9+2	1
Casapalma	4+1	5+2	La Viñuela	9+2	1
Torrijos	4	7+1	Los Llanes	9+2	1
Boticario	4	6+2	Cjo. Monjas	9+2	1
Canillas Ac.	4	6+2	Vélez-Málaga	8+3	1
Casabermeja	4	6+2	Almogía	8+2	2
Contadoras	4	6+2	Benamargosa	8+2	2
Periana	4	6+2	Pizarra	8+2	2
Riogordo	4	6+2	P. Agujero	7+3	2
Cerrado	3	7+2			
Comares	3	7+2			
Moclinejo	3	7+2			
Olías	3	7+2			
P. Viñuela	3	7+2			
Benamocarra	3	6+3			
Málaga-Ejido	3	6+3			

**TABLA 8**  
**CARACTERIZACIÓN AÑO MUY SECO**

	Estaciones con 6 o >6 meses áridos		Estaciones con 7 o >7 meses SA + TH			
	A	SA + TH	A	SA	TH	
Cjo. Monjas	8	4	Contadoras	3	8	1
Benamocarra	7	5	Casabermeja	3	9	0
Málaga-Case	7	5	Alcaucín	3	9	0
Rincón de la V.	7	5	Torrijos	3	9	0
Riogordo	7	5	Serranillos	4	7	1
Vélez-Málaga	7	5	Canillas Ac.	4	8	0
Viñuela	7	5	Cerrado	4	8	0
Aljaima	6	6	Casapalma	5	6	1
Almogía	6	6	Benamargosa	5	7	0
Málaga-Ejido	6	6	Comares	5	7	0
Moclinejo	6	6				
Olías	6	6				
P. Agujero	6	6				
Periana	6	5+1				
Los Llanes	6	5+1				

**TABLA 9**  
**CARACTERIZACIÓN AÑO SECO**

Estaciones con presencia de meses TH			Estaciones sin meses TH		
	A	SA+TH		A	SA
Alcaucín	2	7+3	Benamargosa	2	10
Casapalma	2	7+3	P. Viñuela	2	10
Serranillos	2	8+2	Periana	2	10
Comares	2	8+2	Vélez-Málaga	2	10
Canillas Ac.	3	7+2	Viñuela	2	10
Cerrado	2	9+1	Benamocarra	3	9
Torrijos	2	9+1	Boticario	3	9
Contadoras	2	9+1	Casabermeja	3	9
V. Concepción	3	8+1	Cjo. Monjas	3	9
Colmenar	4	7+1	Rompedizo	3	9
Olías	4	7+1	Málaga-Ejido	3	9
			Moclinejo	3	9
			Pizarra	3	9
			Rincón de la V.	3	9
			Riogordo	3	9
			Aljaima	4	8
			Almogía	4	8
			Los Llanes	4	8
			Málaga-CASE	4	8
			P. Agujero	4	8



**TABLA 10**  
**CARACTERIZACIÓN AÑO HÚMEDO**

Estaciones con 5 o > 5 meses TH+M	Estaciones con < 5 meses, pero presencia M				
	A+SA	TH+M	A+SA	TH+M	
Alcaucín	1+4	2+5	Serranillos	4+4	1+3
Casapalma	2+4	3+3	Contadoras	2+6	2+2
Colmenar	2+3	4+3	Canillas Ac.	1+8	1+2
Cerrado	2+5	3+2	P. Viñuela	2+7	1+2
Torrijos	2+5	2+3	Almogía	2+6	2+2
Comares	3+4	3+2	Benamargosa	3+5	2+2
Boticario	2+5	4+1	Olías	4+5	1+2
Riogordo	2+5	4+1	Periana	2+6	3+1
Moclinejo	2+5	3+2	Cortijo Monjas	3+5	3+1
			Rincón de la V.	3+6	2+1
			Málaga-Ejido	4+5	2+1
			Casabermeja	1+7	3+1
			Pizarra	1+7	3+1
			Vélez-Málaga	2+6	3+1
			Viñuela	3+5	3+1
			P. Agujero	4+4	3+1
Estaciones sin presencia M					
	A+SA	TH+M			
V. Concepción	2+4	6+0			
Aeropuerto	3+4	5+0			
Los Llanes	2+6	4+0			
Aljaima	3+5	4+0			
Benamocarra	3+5	4+0			
Málaga-CASE	3+6	3+0			

**TABLA 11**  
**CARACTERIZACIÓN AÑO MUY HÚMEDO**

	Estaciones con 5 o > 5 meses TH+M+Selva			Estaciones con < 5 meses		
	A+SA	TH+M	Selva	A+SA	TH+M	
Serranillos	1+3	4+4		Comares	1+7	1+3
Colmenar	1+4	2+5		Benamargosa	2+7	0+3
Contadoras	1+5	3+3		Olías	2+7	0+3
Almogía	2+4	3+3		Boticario	1+7	1+3
Torrijos	1+5	3+3		Presa Viñuela	3+5	1+3
Pizarra	2+5	0+5		Benamocarra	2+7	0+3
Riogordo	1+6	2+3		Casabermeja	1+7	2+2
Alcaucín	3+4	2+3		Rincón de la V.	1+7	2+2
Canillas Ac.	1+6	1+3	1	Málaga-Ejido	2+6	2+2
Casapalma	1+6	2+3		Viñuela	2+6	2+2
V. Concepción	1+6	2+3		Moclinejo	3+5	2+2
Aljaima	3+4	2+3		Cerrado	1+8	1+2
Aeropuerto	2+5	3+2		P. Agujero	2+7	1+2
Periana	2+5	1+4		Málaga-CASE	3+6	1+2
Cjo. Monjas	1+6	2+3		Vélez-Málaga	3+5	3+1
Cjo. Los Llanes	1+6	3+2				

La observación de las cuatro tablas, así como de sus mapas resultantes, nos permite extraer un factor común a todas ellas: la definición, en términos más o menos coincidentes, de un área central de los Montes de Málaga que conecta con los contrafuertes montañosos de Camarolos-Alhama y Tejeda-Almijara. En él se conservan casi sistemáticamente los valores de mayor humedad incluso en los años considerables como muy secos.

#### **4.3. Los procesos edáficos en relación al sistema morfoclimático de los Montes de Málaga.**

La variabilidad es un factor que se constata a primera vista en cuanto se analizan los datos tanto inter como intraanuales. Ello nos lleva a la consideración de que extraer conclusiones definitivas a partir de un valor promedio es poco menos que un error; por tanto, considerar que el régimen morfoclimático semiárido es el que controla los procesos que tienen lugar en el área de estudio debe ser, igualmente, erróneo. No se excluyen, de ningún modo, tales procesos, pero a ellos hay que añadir necesariamente los derivados de las oscilaciones inter e intraanuales, siendo las primeras de mayor

repercusión, al permanecer, al menos teóricamente, un mayor número de meses en actividad.

Al tomar en cuenta estas consideraciones a aplicarlas al área de estudio, deberemos hacer uso nuevamente de los distintos procesos que tienen lugar en función de las características morfoclimáticas que definen cada región durante las desviaciones de los valores promedio.

En primer lugar analizaremos la repercusión del régimen árido en los Montes de Málaga. Éste se ciñe casi exclusivamente a los meses de verano en un año promedio. Sin embargo, cuando el anticiclón europeo bloquea la entrada de perturbaciones a la península durante otoño y, sobre todo, invierno, el año puede llegar a ser extremadamente seco; en estos casos, en los que las precipitaciones anuales llegan a situarse incluso por debajo de los 200 mm. y las mensuales escasamente rondan máximos de 30 o 40 mm., más de seis meses del año pueden considerarse como netamente áridos en la mayor parte de las estaciones (tabla 8). En estos casos, la acción de la escorrentía y de los movimientos en masa, si es que se producen, queda limitada a episodios muy esporádicos; la ausencia de agua en el suelo generaliza el punto de marchitez y facilita la desagregación por procesos eólicos cuando la cubierta vegetal desaparece al no poder resistir la sequedad extrema. No obstante, estos procesos eólicos no pueden considerarse en nuestro medio como fuertes, sino moderados durante tales años. En cuanto a los procesos edáficos característicos, el más importante es el bloqueo de la humificación de la materia orgánica, fundamentalmente por la calcificación que acompaña a la fuerte evaporación no compensada por infiltración. Debe señalarse, no obstante, que los años considerables como muy secos suponen un 3'65% del total de los analizados en nuestro estudio y que en algunas estaciones no se alcanza dicha definición.

No deben confundirse las características que nos señalan los años muy secos con las que, por el contrario, proporcionan los años simplemente secos. En efecto, en los años secos no es el régimen árido el que predomina, sino el semiárido. El número de meses áridos es parecido o próximo al que se da en los años normales o promedio (tabla 9). En cambio, en muchas estaciones, la característica más destacada es la ausencia de meses templado-húmedos, limitándose éstos a la mencionada área central de los Montes de Málaga. Destaca así un extenso número de meses semiáridos a lo largo del año. Esto quiere decir que durante el año se producen precipitaciones, pero éstas son escasas; en nuestra zona esta característica suele presentarse en años en los que la circulación general atmosférica es de tipo zonal durante la mayor parte del año, lo que se traduce en precipitaciones normales o incluso abundantes en buena parte de la península; pero en nuestra zona se genera sombra pluviométrica y sólo los frentes muy activos aportan el escaso volumen de precipitaciones que caracterizan a estos años. En estos años la escorrentía, generalmente espasmódica

y violenta, pero limitada a unos pocos días, es el proceso más característico; sólo en casos puntuales se activan algunos movimientos en masa. En cuanto a los procesos edáficos, la calcificación y la generación de algunas exudaciones debidas a una evaporación más abundante que la infiltración, así como la movilización de materia orgánica a través de las grietas (isohumismo) predominan sobre la liberación de hierro, que estará presente sólo en aquellas estaciones donde se dé algún mes templado-húmedo. El 31'37% de los años de las series estudiadas pueden considerarse como secos.

Cuando consideramos los años húmedos (tabla 10), se evidencia una clara división en las estaciones de los Montes de Málaga, de modo que continúa existiendo un considerable número de estaciones donde predominan los meses semiáridos o que, entre éstos y los áridos, suman más de la mitad del año. Mientras que en el lado opuesto se localizan las estaciones del área central de los Montes donde los meses húmedos son al menos cinco. En estos años, todas las estaciones tienen, al menos, un mes de tipo Moderado-Marítimo. Por tanto, en estos años se activan los movimientos en masa y, puesto que la cubierta vegetal no se modifica sustancialmente, la acción de la escorrentía sigue siendo considerable; ambos procesos tienen especial repercusión en la zona central de los Montes de Málaga, donde, como vemos, el número de meses en que están activos es elevado. Durante estos años los procesos de empardecimiento, fersialitización y humificación están especialmente activados en toda la zona de estudio, mientras que la vertisolización, presente sólo en suelos muy arcillosos, se caracteriza por la formación de *slickensides* (superficies de deslizamiento), que, a escala, es comparable con los procesos que desencadenan los movimientos en masa. La erosión es el principal proceso en las zonas desprovistas de vegetación. El aire polar marítimo de retorno suele dominar en estas situaciones, generando la entrada frecuente de perturbaciones por el suroeste peninsular, lo que da lugar a los principales aportes hídricos a nuestra zona. El 16'37% de los años de la serie estudiada pueden considerarse como húmedos.

En cuanto a los años muy húmedos (tabla 11), se repite la misma caracterización que para los años húmedos, si bien la delimitación de zonas es algo menos clara. En estos años suele darse una inusitada presencia de meses de muy abundantes precipitaciones (con frecuencia superiores a los 200 mm.), clasificados como moderado-marítimos. De este modo, podemos apreciar cómo en estos años se combinan las precipitaciones continuas y abundantes con los episodios de gran torrencialidad en muy corto tiempo. Por esta razón, llegan a darse algunas estaciones en las que los meses templado-húmedos están ausentes y todos los de gran humedad son considerados como moderado-marítimos. La diferencia fundamental entre estaciones se establece entre aquellas que permanecen con un elevado número de meses semiáridos (normalmente más de seis) y las que el predominio es de meses TH + M; aunque existen excepcio-

nes, centradas en el Valle del Guadalhorce, casi todas las estaciones húmedas se localizan en las zonas más elevadas del área de estudio. Estos son los años en los que la escorrentía, los movimientos en masa y todos los procesos relacionados con la arroyada concentrada presentan su mayor actividad. En cuanto al suelo, mientras que el empardecimiento es activo en toda la zona junto con la fersialitización, algunos procesos de lixiviado pueden activarse en las zonas de mayor permanencia de la humedad e infiltración, ya que la saturación del suelo activa en gran medida la percolación y, con ello, el arrastre de cationes. La erosión puede alcanzar la consideración de muy severa o extrema cuando la protección del suelo es baja o nula. La circulación general atmosférica es, normalmente, semejante a la que se presenta en los años húmedos, pero en este caso es frecuente una mayor ondulación de la corriente en chorro que hace habitual la presencia de células frías aisladas, lo que se traduce en una combinación persistente de tiempo del suroeste asociado a gotas frías, responsables de episodios de gran intensidad que acompañan a temporadas de lluvias de gran duración. El 9,27% de los años de la serie estudiada presentan esta característica.

Para finalizar, los años promedio nos definen una correcta combinación de las características apreciadas en los cuatro tipos de desviaciones antes observadas. De este modo, en consonancia con el porcentaje total de años húmedos o muy húmedos (25'64% en conjunto), se define una zona en la que al menos el 25% del año (tres o más meses) presenta meses templado-húmedos y/o moderados (tabla 7). Esta zona perfila con una aceptable precisión el conjunto de los Montes de Málaga. Los años normales, que en conjunto sólo suponen el 39'33% de los años (lo que indica una baja representatividad de la media), al presentar meses áridos, semiáridos y templado-húmedos en proporciones muy semejantes, nos definen una alternancia de situaciones zonales y del suroeste; pero, dada la escasa presencia de meses moderado-marítimos, puede inferirse que no suelen ser años caracterizados por la torrencialidad. Los procesos geomorfológicos, asimismo, nos hablan una moderación generalizada en todos ellos, siendo habitual la escorrentía y muy esporádicos los movimientos en masa. En cuanto a los procesos edáficos igualmente se alternan, de manera que ninguno tiene un desarrollo muy activo; queda equilibrada la erosión con el proceso predominante de generación de suelo en nuestro medio: la fersialitización.

## **5. CONCLUSIONES**

Entre las conclusiones que se obtienen de la presente investigación realizada en los Montes de Málaga, destaca que cuanto más lluvioso es el año,

mayores son las diferencias entre zonas semiáridas y subhúmedas; es decir, mejor es la definición de dos grandes áreas claramente diferenciadas. El tipo de tiempo que determina la anomalía positiva en el volumen total de precipitaciones, normalmente perturbaciones frontales y depresiones del suroeste es muy susceptible de generar precipitaciones en correlación directa con la altitud. Además, la disposición meridiana del eje de los montes de Málaga favorece esta diferenciación, actuando a modo de barrera que capta las precipitaciones, mientras que se genera una leve sombra pluviométrica en los contiguos fondos de valle del Guadalhorce y del Vélez.

El método de análisis presenta algunas lagunas e indefiniciones a la hora de perfilar con precisión los sistemas morfogenéticos, así como de denominarlos: Selva, Marítimo, Moderado, son términos tal vez poco adecuados para aplicar en el Mediterráneo.

La alternancia de procesos explica la diversidad de suelos que podemos encontrar cuando se analizan los Montes de Málaga a escala de detalle. Si la erosión es el protagonista en nuestro medio, dado que la escorrentía es el principal proceso geomorfológico, se debe fundamentalmente a la desprotección vegetal inducida por el ser humano, ya que, de otro modo, si bien ésta no estaría ausente, la generación de suelo por procesos como la fersialitización sería dominante en buena parte del área de estudio, dado que requiere precipitaciones superiores a 500 mm. y temperaturas superiores a 20° para activarse; así tuvo que ser en un pasado, a tenor de los suelos rojos relícticos que aún quedan en nuestra zona. Los movimientos en masa, habituales en medios húmedos y responsables de la generación ocasional de suelos policíclicos, es un proceso secundario que se activa sólo en años húmedos en las zonas más elevadas de los montes de Málaga y, ocasionalmente, en años muy húmedos en toda la zona de estudio.

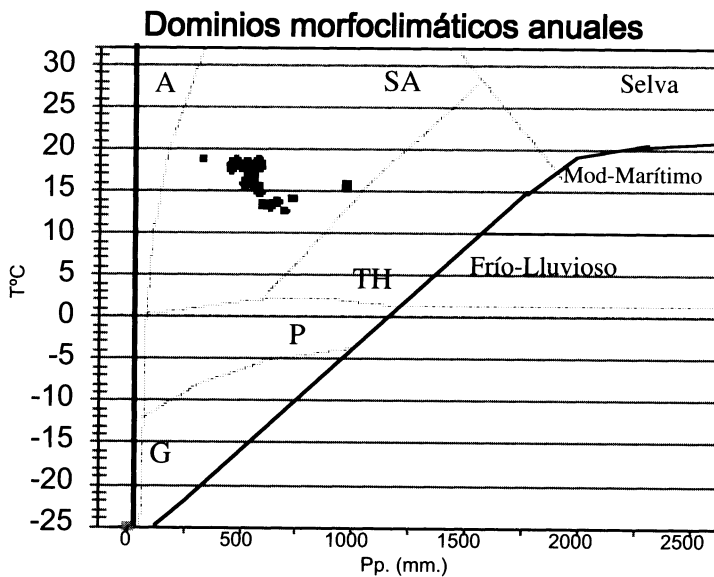
## BIBLIOGRAFÍA

- BLANCO, R. (2000): *Propuesta metodológica para la Aplicación del Análisis de las Propiedades Físicas Edáficas a la evaluación del Suelo para Usos Ganaderos*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. SPICUM. Edición CD-Rom.
- BLANCO, R. y SENCIALES, J.M<sup>a</sup> (2002): "La influencia de los factores formadores en las variaciones de las características y propiedades de los suelos de los Montes de Málaga". *Baetica*, 23, 9-24.
- BÜDEL, J. (1963): "Klima-Genetische Geomorphologie", *Geographische Rundschau*, 15, 285-286.
- CHOLLEY, A. (1950): Morphologie structural et Morphologie climatique, *Annales de Geographie*, 397-334.
- COTTON, C.A. (1958): "Alternating Pleistocene morphogenetic systems", *Geol. Mag.*, 95, 125-136.
- DE MARTONNE, E. (1909): *Traité de Géographie Physique* (Traducido en: *Tratado de Geografía Física*, 1973. Barcelona, Juventud. 3 Vol: 1. Nociones Generales, Clima, Hidrografía; 2. El relieve y el suelo. 3. Biogeografía).
- DE PEDRAZA, J. (1996): *Geomorfología. Principios, Métodos y Aplicaciones*. Rueda. Madrid.
- GISBERT, J.M. e IBÁÑEZ, S. (2002): *Génesis de suelos*. Ed. Univ. Politécnica de Valencia. Valencia, 222 pp.
- GRISOLLET, H, GUILMET, B. y ARLERY, R. (1962): *Drainage Basin, Form and Process. A geomorphological approach*. Paris.
- IGME (1978). *Memoria Mapa Hoja 1.052: Álora*. E. 1:50.000.
- IGME (1978). *Memoria Mapa Hoja 1.053/1.067: Málaga-Torremolinos*. E. 1:50.000.
- JUSTICIA SEGOVIA, A. (1988): *La Axarquía malagueña y la Costa Oriental*. Ed. Argual. Málaga. 365 pp.
- LEOPOLD, L., WOLMAN, M.G. y MILLER, J. (1964): *Fluvial processes in Geomorphology*, W. H. Freeman, San Francisco, pp. 40-46.
- MARTÍN ALGARRA, A. (1987): *Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Internas y las Zonas Externas de la Cordillera Bética*. Tesis doctoral, Universidad de Granada. Tomos I y II. 1.020 pp.
- MARTÍNEZ MURILLO, J.F. (2001): *Cambios de escala y comportamiento hidrológico de formaciones superficiales en pequeñas cuencas de ámbito mediterráneo*. Memoria de Licenciatura. Inédito.
- MATARREDONA, E. (1987): "Procesos morfoclimáticos dominantes en la provincia de Alicante", *Investigaciones Geográficas*, 5, Instituto Universitario de Geografía. Univ. de Alicante. Alicante, 129-144.
- MILLER, M. (1964): "Morphogenetic classification of Pleistocene glaciations in the Alaska-Canada Boundary Range", *Proc. Am. Phil. Soc.*, 108, 247-256.
- PELTIER, L. (1950): "The geographical cycle in periglacial regions", *Ann. Assoc. Amer. Geog.*, 4, 214-236.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1997): *La zona interna Bético-Rifeña*. Monográficas del Sur. Universidad de Granada. Págs. 316.

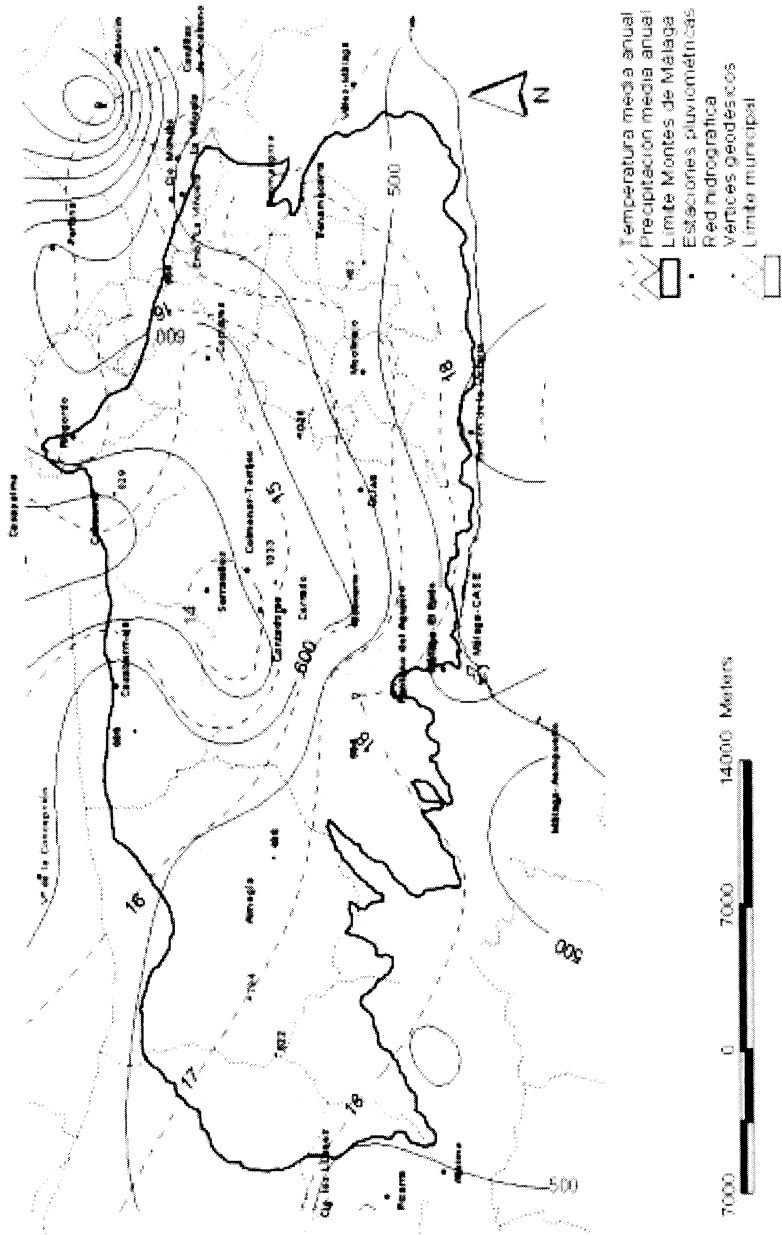
- SAUER, C. (1925): The Morphology of Landscape, *Publ. in Geography*. Univ. de California, 19-53.
- SENCIALES, J.M<sup>a</sup> (1995): *La cuenca del río Vélez. Estudio Hidrográfico*. Tesis Doctoral. SPICUM. Ed. Microfichas. Universidad de Málaga.
- SENCIALES, J. M<sup>a</sup> (1999): *Los sistemas morfoclimáticos actuales de la provincia de Málaga. Aproximación a la evolución del modelado*. En "El territorio y su imagen". Actas del XVI Congreso de Geógrafos Españoles. Málaga. Vol. I, 323-335.
- SENCIALES, J.M<sup>a</sup> y BLANCO, R. (2002): "Factores edáficos diferenciadores en suelos reforestados. El caso de los Montes de Málaga". *Baetica*, 23, 193-220.
- STRAHLER, A.N. (1965): *Introduction to Physical Geography*. Wiley & Sons. New York.
- TRICART, J. y CAILLEUX, A. (1965): *Traité de géomorphologie I. Introduction a la géomorphologie climatique*, Paris. CEDES.
- USDA (1975): *Soil Survey Manual*. Soil Conservation Service.
- WILSON, L (1968): "Morphogenic classification" en FAIRBRIDGE, R.W. (Coord.): *Encyclopedia of Geomorphology*. Reinhold. New York. 717-731.
- YUS RAMOS, R. (Coord.) (1994): *Aproximación a la naturaleza Geológica, Biológica y Agronómica de los Montes de Málaga*. Gabinete de Estudios de la Naturaleza de la Axarquía (GENA). Vélez-Málaga. 410 pp.



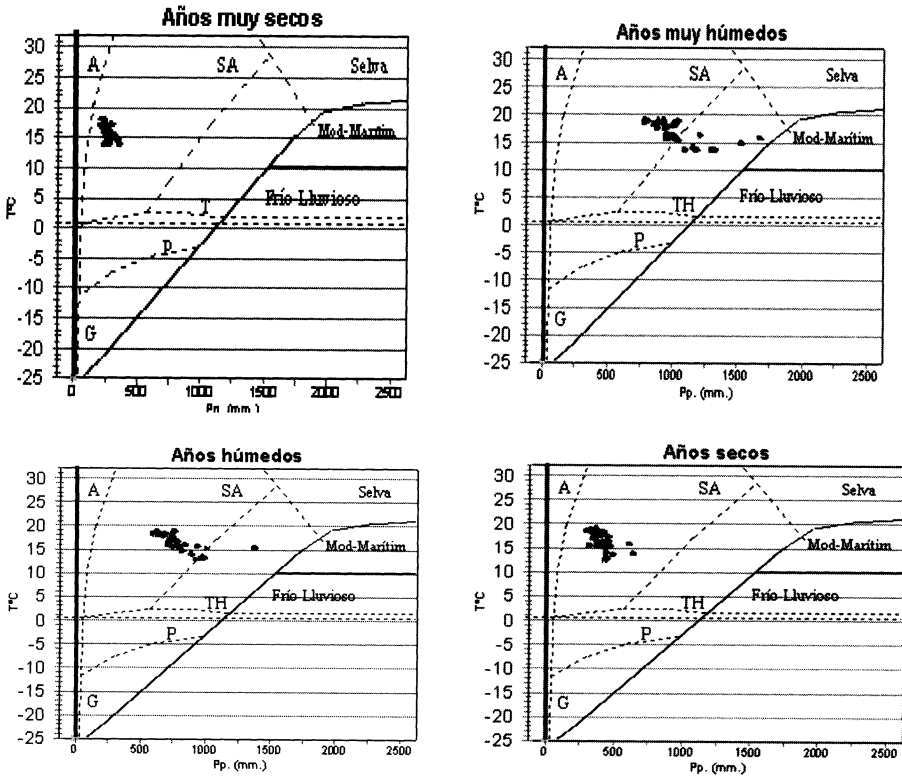
**GRÁFICO N° 1**  
**DOMINIOS MORFOCLIMÁTICOS ANUALES DE LAS ESTACIONES DE LOS MONTES DE MÁLAGA.**



**MAPA 1**  
**ISOYETAS E ISOTERMAS ANUALES DE LA ZONA DE ESTUDIO**



### GRÁFICO N° 2 VARIACIÓN DE LAS REGIONES MORFOGENÉTICAS SEGÚN LAS OSCILACIONES PLUVIOMÉTRICAS INTERANUALES









MAPA 5  
DISTRIBUCIÓN DE MESES MODERADO-MARÍTIMOS EN AÑOS MUY HÚMEDOS

