

El factor climático en la edafogénesis del Maresme (Barcelona)

por J. BECH *

El clima es factor «activo» en la edafogénesis. Participa de un modo directo tanto en la alteración de las rocas mediante los procesos de meteorización, como en la pauta que imprime a la evolución o dinámica del perfil.

Indirectamente influye también en todos estos procesos a través de la clase de vegetación que surge de las condiciones ecológicas impuestas fundamentalmente por el clima, así como de la descomposición de la materia orgánica y tipo de humificación.

El papel del factor climático en la edafogénesis es un tema que ha preocupado a multitud de edafólogos de todas las épocas.

La escuela rusa, ya desde Dokutchaiev, ha considerado el clima como el factor primordial en la edafogénesis y, consecuentemente, en la tipología de suelos.

También la escuela alemana buscó la relación clima-suelo, y así surgieron los índices de Lang, coeficiente de Meyer, factor de litolisis de Ramann, etc.

Otras aportaciones destacadas han sido las de Hilgard, Crowther, Prescott, Jenny, Crompton, Papadakis y Weinert. Especial interés para nosotros revisten los trabajos de este último, ya que se ocupa de la acción de los factores climatológicos sobre el granito.

En España, ya en las primeras publicaciones de los Anales de Edafología (1942-1950), los trabajos de Albareda, Hoyos de Castro, Gutiérrez Ríos, Vilas, Guerra, Alvarez Querol, etc., aportan notables datos al respecto.

De gran utilidad nos han sido los importantes trabajos de Guitian y colaboradores (p. ej. Guitian y Díaz Fierros, 1967), porque además de incidir plenamente en el tema se refieren a sustrato granítico.

Excepto los climas zonales, que en su acción edafogénica pueden considerarse como independientes, los restantes —meso y microclimas— actúan correlacionadamente con los otros factores: topografía, roca madre, seres vivos, etc.

La arenización del granito es el modo de alteración que presenta dicha roca en los países de clima templado.

Nosotros estamos investigando tales procesos en relación con los edafogénicos, en el área catalana (Bech, 1971, 1972 a, 1972 b).

Nuestro plan general de trabajo consiste en investigar comparativamente los factores, productos y secuencias de alteración de suelos de origen granítico de

* Profesor Agregado de Edafología. Facultad de Farmacia. Universidad de Barcelona.

distintas latitudes, altitudes, posiciones topográficas, etc., en un muestreo que abarca desde el Camp de Tarragona (granito de Alforja) hasta los Pirineos Orientales, pasando por las comarcas del Anoia, Sierra litoral (Maresme), Sierra prelitoral (Vallès), La Selva y Costa Brava.

En cuanto al factor climático, pretendemos buscar posibles correlaciones clima-suelos de origen granítico en las diversas zonas.

Exponemos en el presente trabajo datos iniciales del mesoclima de la comarca del Maresme (provincia de Barcelona), discutiendo sus implicaciones edafogénicas.

SITUACION, RASGOS GEOLOGICOS Y FITOSOCIOLOGICOS

La comarca del Maresme ocupa la estrecha faja costera situada entre la divisoria de aguas de la Sierra litoral y el mar y entre la desembocadura del río Tordera y el cerro de Montgat (fig. 1). Respecto a este último límite, hay unos autores que lo sitúan más al sur, fijando como tal la desembocadura del río Besós.

Las dimensiones aproximadas son de unos 50 km de longitud por unos dos de anchura media, aunque esta última aumenta en relación con los valles perpendiculares a la costa excavados por los torrentes y rieras de la Sierra litoral. Buen ejemplo de ello nos lo ofrece la riera de Argentona, responsable del amplio llano de Mataró.

Esta comarca forma parte del gran batolito granítico herciniano del NE de España. El granito es el material más abundante y característico de la zona y se presenta acompañado de un cortejo filoniano de pórfidos, aplitas, pegmatitas y cuarzo. La dirección dominante de los diques y filones es la SW-NE. Debido a la erosión diferencial, constituyen en muchos casos las crestas y cimas de cerros de la Sierra costera y estribaciones.

Podemos distinguir esquemáticamente las siguientes unidades morfológicas, dispuestas a modo de escalones paralelos a la costa:

1. La vertiente marítima de la Sierra litoral, en la que son frecuentes las formas redondeadas y suaves, cerros («turons») y collados.

2. Un escalón intermedio (terracea intermedia de Ribera, 1945) de altura variable, que oscila desde los 20 m en la parte meridional hasta los 200 m en la septentrional; 100 m sobre el nivel del mar en su altura media. Probablemente se trata en parte de un pediment (la parte superior) y en parte de un pie de monte (la parte inferior), habiendo sido desfigurado en muchos parajes por la erosión reciente de torrentes y rieras que han excavado en él su curso medio y conos de deyección.

3. La llanura costera inferior; representa la parte baja del pie de monte en contacto con materiales deltaicos procedentes sobre todo del río Tordera, que han sido arrastrados por corrientes paralelas a la costa. También se hallan representados en esta llanura litoral depósitos de origen eólico y arenas de playas fósiles.

El granito que predomina en el Maresme es de tipo granodiorita, es decir, con un importante predominio de las plagioclasas sobre la ortosa.

Los granitos frescos sólo aparecen excepcionalmente; hasta en lo alto de la Sierra litoral se hallan siempre alterados en forma de regolito o saprolito granítico, o incluso en arenas graníticas sueltas, dependiendo la variante y el espesor de tales materiales de la topografía local. Es muy frecuente hallar regolito hasta

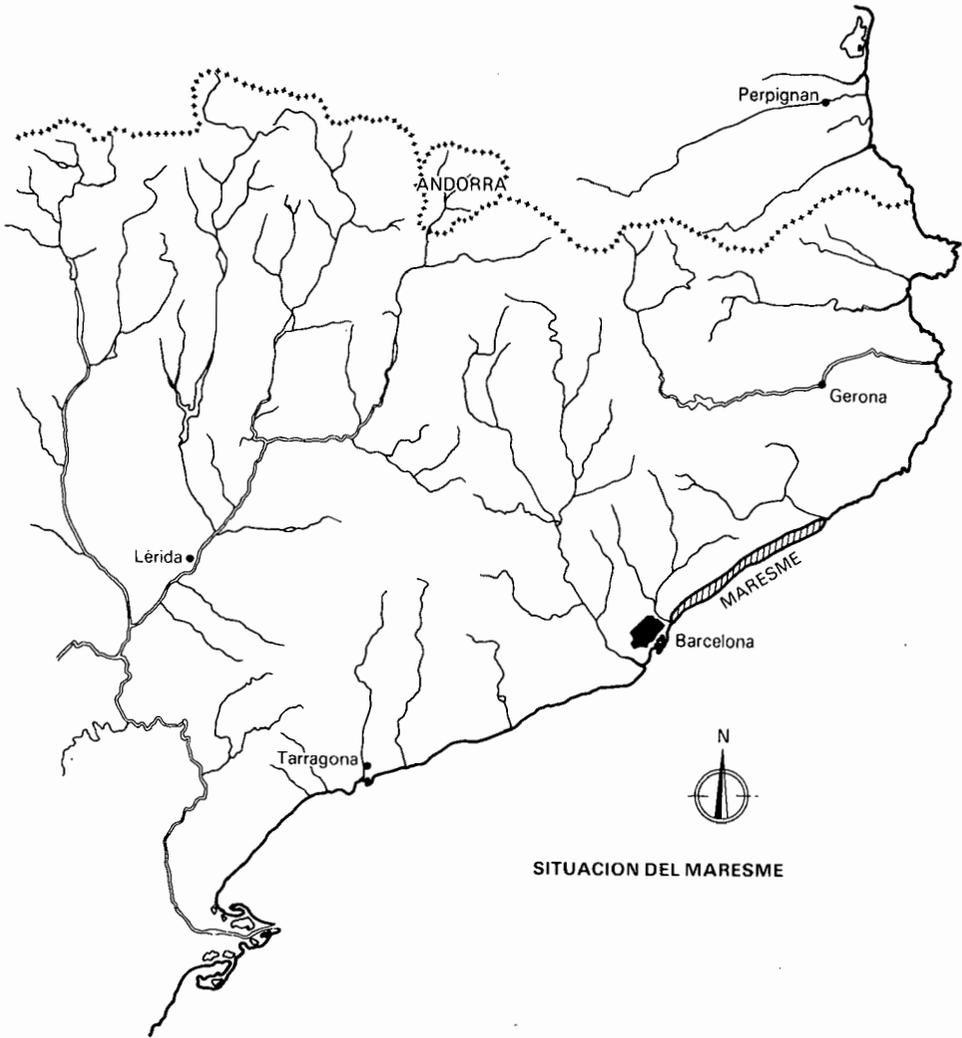


Figura 1.

15 m de profundidad. Algún autor cifra en 60 m el espesor de la alteración (por lo menos las diaclasaciones). En la capa superficial de hasta 5 m hallamos el saprolito granítico con formas de transición hacia las arenas y suelos graníticos. Estas últimas secuencias de alteración reciben en el país el nombre de *sauló*.

La vegetación clímax estaría constituida por el encinar, *Quercetum ilicis galloprovinciale*, que en lugares soleados y arenosos pasaría al *Quercetum ilicis suberetosum*, es decir, al alcornocal.

Los bosqucillos de *Vitex agnus castus* representan la vegetación potencial, que en las rieras se presentan con *Vinca difformis*, dando la asociación *Vinco-Viticetum*.

En las playas, en la banda próxima al agua se halla un *Agropyretum mediterraneum*, que es una asociación psamófila y halófila. En dirección hacia el interior le sucede *Ammophiletum arundinacea* (indicios) que es una representación de vegetación dunar.

A continuación, y como tránsito al bosque, se hallaría un matorral alto (?).

En cuanto a vegetación secundaria, hallamos en los bosques degradados un matorral acidófilo de la alianza *Cistion mediomediterraneum*. (asociación *Cisto-Sarothamnetum catalaunici*).

En lugares elevados de la Sierra, en estaciones húmedas y sobre suelos pardos algo lavados, aparecen *Calluna vulgaris*, *Erica arborea*, *Calycotome spinosa*, etc.

Sobre sustrato de rocas intrusivas ricas en silicatos básicos, el matorral acidófilo lleva algunas plantas calcícolas, como *Anthyllis cytisoides* y *Rosmarinus officinalis*.

Cuando además de las plagioclasas anortíticas se presenta caliza secundaria formando costras y cementando diaclasas, se acentúa el carácter calcícola de ciertas especies, como son *Coris monspeliensis*, *Phagnalon rupestre*, *Amaranthus retroflexus* y otras.

En las vertientes secas, soleadas, aunque abiertas a la influencia marítima (brisas, humedad, rocío, etc.), si la acción humana es antigua y profunda, en lugar de un matorral de *Cistion* hay un prado sabanoide de *Hyparrhenia hirta*, dando la asociación *Hyparrhenietum hirta-pubescentis*.

En los campos de cultivo (vegetación arvense) se dan comunidades de la alianza *Diplotaxion*, y en cultivos abandonados, *Inulo-Oryzopsiletum*.

Los cultivos de secano típicos del Maresme son los viñedos, almendros y algarrobos; los regados, patatas, hortalizas, fresas, claveles y rosas.

EL CLIMA DEL MARESME

El clima de la Comarca es de tipo mediterráneo litoral, como corresponde a su situación geográfica, con inviernos dulces y veranos suaves. Su inmediato contacto con el mar le confiere una importante humedad, y por estar resguardada de la influencia del interior por la Sierra litoral, no se dan cambios de temperatura importantes, presentando la menor oscilación térmica de Cataluña (Matsch, 1958). La temperatura media anual, 16° C, es la más elevada de Cataluña.

Por el contrario, frente a esta tendencia, dentro de la lógica fluctuación estacional, a la uniformidad térmica a lo largo del año corresponde la variable pluviosidad típica del clima mediterráneo; es decir, se da un acusado contraste estacional, con los máximos de primavera y otoño y los mínimos de verano e invierno, con una media de 600 mm, pero también con mucha variación de un año a otro.

Veamos un poco más detalladamente las características de los factores térmico e hídrico.

Temperaturas

La temperatura media, a lo largo de la costa, oscila entre 15,5-16,5° C.

Las temperaturas de la estación calurosa oscilan, por lo que respecta a las temperaturas medias, de 24 a 25° C (para Mataró, Caldetes y Alella), siendo inferiores para el interior (Dosrius y Arenys de Munt, 19° C).

En cuanto a las máximas absolutas, oscilan entre 35 y 38° C para Mataró y Alella, respectivamente.

La media de las máximas del mes más cálido, agosto para Mataró y julio para Alella, son 27,7 y 31° C, respectivamente.

Puede decirse que en la comarca, dada la tónica de suavidad media, la estación calurosa comprende, además de junio, julio y agosto, también septiembre, con una temperatura media superior a 21° C para las poblaciones del litoral, p. ej. Mataró y Caldetes, e incluso para algunas del interior, como por ejemplo Alella.

En cuanto a la estación más fría —meses de diciembre, enero y febrero—, las temperaturas medias para el litoral oscilan alrededor de 9,5° C (9,7° C en diciembre para Mataró, y 9,4° C en enero para Caldetes). Tales valores disminuyen progresivamente a medida que nos alejamos del mar y ascendemos en altura. Así, Alella tiene 8° C en enero, que son 6,2° C en el Montnegre.

Las mínimas absolutas son del orden de —2° C y —5° C para Mataró y Alella, respectivamente. Excepcionalmente, en el año 1956, se llegó en el litoral a —9° C. Se alcanzan en enero y febrero, aunque también pueden darse en algunas fechas de diciembre.

Lógicamente las heladas, subsidiarias de tales mínimas, son más frecuentes en enero y febrero y se producen por una estratificación térmica del aire atmosférico, que se ve favorecida por un tiempo de calma, es decir, por la disminución de la intensidad de las brisas nocturnas. Tales vientos locales, menos fríos, actúan de paliativo en buen número de heladas invernales, con el consiguiente efecto benéfico para la vegetación.

Las partes más altas, p. ej. la zona de Cabrera, o más abiertas a la influencia del interior —zona de la riera de Argentona—, son más sensibles a las heladas.

La media de las mínimas del mes más frío es de 6,2° C para Mataró y de 4,4° C en Alella.

El régimen de inversión térmica parece que sólo puede presentarse con un fondo térmico inferior a 10-12° C, y así dichos descensos sólo se dan durante los meses de diciembre, enero y febrero (Caballero y colaboradores, 1966).

También se notan unas diferencias en cuanto a la disminución de las temperaturas en el Maresme septentrional respecto al meridional, pudiendo decirse que dicho gradiente se acusa a partir de Llaveneres y prosigue hacia Calella y Arenys de Mar, que se enfrían antes que Vilassar, Premià y otras localidades situadas a más baja latitud.

Las temperaturas de las estaciones intermedias evolucionan de forma no simétrica en primavera y en otoño. Así la media correspondiente al mes de marzo es de unos 12° C (para Mataró, Alella y Caldetes). Se incrementa en un grado en mayo, quedando por encima de 17° C.

En otoño, la nota destacada es la prolongación de las temperaturas medias relativamente altas en septiembre (21,5° C), e incluso en octubre se inicia un suave descenso (18° C), no acusándose una marcada disminución hasta el mes de noviembre, en que quedan estabilizadas en unos 12-14° C de media (13,7° y 13,8° C para Mataró y Caldetes, respectivamente). Este enfriamiento es más brusco tierra adentro; así, para este mismo mes, en Alella la temperatura media es inferior en un grado (11,9° C). Ello es debido al alejamiento del poder amortiguador del mar.

Resumiendo, podemos decir que son tres los principales factores que hacen

que en el Maresme se dé la temperatura media anual (16° C) más elevada de Cataluña, a saber:

1. La influencia reguladora del mar, con las brisas nocturnas menos frías en otoño e invierno, que soplan del mar a tierra, dulcificando la temperatura.

2. La protección que ejerce la Sierra litoral frente al aire frío procedente del interior.

Los efectos de la falta de dicha protección en ciertos parajes como, p. ej. la riera de Argentona, son bien patentes. Entre otros es de destacar la mayor incidencia de las heladas.

3. La exposición al SE (solana), con número elevado de calorías a lo largo de todo el año, contribuye también a conseguir esta privilegiada temperatura media.

La acción conjunta de los tres factores proporciona no sólo unos inviernos suaves, sino que además prolonga en cierto modo la estación calurosa, a expensas de los dos primeros meses de otoño, por lo menos septiembre, con una temperatura media superior a 21,5° C para las poblaciones litorales como son Mataró y Caldetes, e incluso para algunas del interior, como Alella.

Pluviosidad

El agua es un factor decisivo en la edafogénesis, ya que condiciona el régimen hídrico del perfil y es el principal factor del desarrollo de la vegetación.

La precipitación media anual, tal como hemos indicado al principio, es de 600 mm. Puede decirse que la comarca queda incluida dentro del dominio de las isoyetas extremas de 550 y 800 mm.

Los valores de las isoyetas de 550 hasta 650 mm los hallamos en la llanura litoral (Mataró, 594,5 mm; Arenys de Mar, 589,5 mm; Alella, 569 mm; Teià, 624 mm).

La isoyeta de 700 mm contornea el valle de Dosrius, el Corredor Montalt, Burriac y el Montnegre, alcanzándose y superándose incluso en las cimas del Corredor y del Montnegre (757 m de alt.) la isoyeta de 800 mm. Estas últimas zonas citadas vienen a ser como ramificaciones litorales de la «cresta pluviotopográfica» que desde el Montnegre, pasando por el Montseny, Guilleries y Collsacabra, llega hasta la Garrotxa.

Más interesante, si cabe, que la cantidad total de lluvia anual es el régimen pluviométrico o distribución de lluvias a lo largo del año.

En cuanto al régimen pluviométrico, exponemos las curvas comparativas de pluviosidad mensual correspondientes a varias localidades del Maresme (fig. 2). Tanto en estas gráficas como en los dos ejemplos de climatogramas, que también adjuntamos, queda bien patente el régimen mediterráneo, con el destacado mínimo estival, acompañado complementariamente del mínimo invernal y de los máximos otoñal y primaveral.

Los mínimos estival e invernal. De los tres meses que comprende el mínimo invernal, el de enero es el más acentuado, con uniformidad para la mayoría de localidades del Maresme. Excepcionalmente, Mataró tiene el mínimo de lluvias en el mes de diciembre.

El mínimo estival se extiende por los tres meses correspondientes a la estación, aunque acusándose mayormente en el mes de julio. Los valores correspondientes a dicho mes son los más bajos del año, inferiores por tanto a los del mínimo invernal. A ello coadyuvan las temperaturas estivales.

Aunque escasas, el tipo de lluvias que se da en esta época es tormentoso, intensas, a veces con extraordinaria violencia y de corta duración. Predomina este régimen en el mes de agosto y a veces a finales de julio, y puede provocar la súbita avenida de torrentes y rieras, amén de la enérgica acción erosiva del agua de arroyada.

Los máximos otoñal y primaveral. En otoño, y concretamente en el mes de octubre, tienen lugar las máximas precipitaciones. En Arenys de Mar y Argentona el mes de septiembre es el de mayor pluviosidad. De hecho, los meses de septiembre y octubre polarizan las lluvias otoñales en el Maresme. En noviembre ya se acusa un suave descenso en el régimen de lluvias. Tal descenso es más amortiguado en el litoral (en Mataró, la lluvia recogida en noviembre supera incluso la del mes de septiembre) que en el interior, en que se acusa más disminución. Así, en Dosrius se pasa casi a la mitad de agua caída de octubre a noviembre (84,8 a 48,9 mm). En Alella también se da una disminución importante de octubre a noviembre, aunque sin llegar al gradiente de Dosrius.

El máximo de primavera se presenta más homogéneamente repartido en los meses que abarca la estación que en otoño, para el que ya hemos indicado ser octubre el mes privilegiado.

Los valores de marzo, abril y mayo son análogos en el Maresme, aunque se aprecian ciertas diferencias. Así, para la zona litoral el mes de marzo es el de máxima pluviosidad. Diversas poblaciones de la plataforma intermedia (Alella y Teià) presentan el máximo en el mes de mayo. Otras localidades, situadas más hacia el interior, ya en la Sierra costera (Dosrius y Argentona), presentan el máximo en el mes de abril.

Las características de estas lluvias equinocciales son suavidad de caída y duración. Son lluvias de infiltración, muy diferentes de las solsticiales de verano, que, como ya hemos dicho antes, son lluvias de arroyada.

No podemos finalizar este apartado sobre pluviometría sin dejar de insistir en la irregularidad de las precipitaciones de un año respecto a otro. No se presentan dos años iguales, siendo válida esta afirmación tanto para los valores de las medias totales como para las mensuales.

Humedad, nieblas y vientos

La humedad elevada, cosa natural dada la proximidad al mar, es una de las características del clima del Maresme. Dicha humedad es factor amortiguador de los cambios bruscos de temperatura y viene favorecida por la brisa marina.

Los valores mínimos se dan en invierno, y oscilan de 25 a 40 %.

Los valores máximos los tenemos en otoño, coincidiendo con el máximo pluviométrico. Se supera frecuentemente el 75 %, pudiéndose llegar al 95 %.

Paralelamente a lo que acontece con el régimen pluviométrico, en primavera también se da un alto porcentaje de humedad, aunque inferior al de otoño.

Los valores de humedad en verano reflejan una cierta dispersión, oscilando entre el 50 % y el 80 %. El hecho de que aun siendo la estación seca se den valores que pueden llegar al 80 % se debe fundamentalmente a la brisa marina.

Con la altura, la humedad aumenta, provocando en la parte alta de la Sierra litoral la formación de nieblas y nubes bajas. Como indica Montserrat (1955), en los días de fuerte humedad, pequeñas nubes se disponen a modo de casquete «ceja de montaña». Esta humedad elevada de las zonas altas hace que el agua se

condense en forma de nieblas que impregnan las hojas del arbolado, que al escurrirse y caer al suelo incrementa notablemente el agua del perfil. Se trata de un importante suplemento, no contabilizado en la pluviometría, que influye en la edafogénesis y en la vegetación.

Las nieblas son frecuentes durante el anticiclón invernal; se presentan a menudo por la mañana y evitan buena parte de las pérdidas de agua por evaporación. El resultado es un balance positivo para el porcentaje de agua del perfil. Es, como vemos, otro suplemento no contabilizado en la pluviometría.

En cuanto a los vientos, ya hemos dicho que los más importantes para el balance hídrico son las brisas marinas. Soplan en la dirección SSW, de manera intensa en verano y débil en invierno. En primavera y otoño su intensidad es de grado medio. Quedó indicado que las brisas nocturnas, más templadas que el aire en tierra, evitan en parte las heladas en los meses fríos.

Los «levantes» son vientos húmedos que, procedentes del NE y E, soplan en primavera, otoño e invierno.

Como viento local destacado está el *garbí*, que sopla del SSW y alcanza la mayor intensidad durante los meses de junio, julio y agosto. Empieza a soplar alrededor de las 9 de la mañana e incrementa su velocidad hasta llegar a las 14 h, en que se inicia un descenso paulatino, parando alrededor de las 19 h.

En invierno sopla, aunque amortiguado, la tramontana, viento seco del norte.

El viento que sopla con más fuerza en el Maresme es el poniente, que es casi constante y seco.

Diagramas climáticos

El conjunto de datos climáticos se refleja perfectamente en los diagramas climáticos que hemos confeccionado siguiendo las normas de Walter y Lieth (1960) y de Allué (1966), y que acompañan al texto.

Nomenclatura de los diagramas climáticos

La zona punteada (S) corresponde a área seca, y la rayada (A), a área húmeda.

p = precipitaciones mensuales.

n° = n° de años observados.

T = temperatura media anual.

\overline{T}_m = media de las mínimas del mes más frío.

\overline{T}_m = mínima absoluta.

\overline{T}_M = media de las máximas del mes más cálido.

TM = máxima absoluta.

t = medias mensuales de temperatura.

Hp = intervalo de helada probable (meses en que la media de las mínimas diarias es superior a 0° C pero en los que, al mismo tiempo, la media de las mínimas absolutas es inferior a 0° C) (banda rayada).

Allué, en su obra (1966), sitúa el Maresme dentro de la región fitoclimática IV₂ (Mediterráneo semiárido cálido, menos seco, de inviernos tibios).

Indices climáticos

Coefficiente pluviométrico o Índice de Emberger

$$\text{Viene dado por } Q = \frac{P}{\frac{(M + m) + (M - m)}{2}} 100, \text{ o, de manera simplificada,}$$

$\frac{100 p}{M^2 \cdot m^2}$, en que p = pluviosidad anual; M = temperatura media de las máximas del mes más cálido; m = media de las mínimas del mes más frío.

Cuanto más elevado es el índice de Emberger, más húmedo es el país o menos seco.

Hemos calculado dicho índice para Alella y Mataró, resultando ser de 60 a 81, respectivamente.

El índice 60 de Emberger corresponde al clima mediterráneo subhúmedo, y el 81 al límite del mediterráneo subhúmedo con el mediterráneo húmedo, según nomenclatura de Emberger.

En el Maresme, puede decirse que la llanura litoral y la plataforma intermedia, en líneas generales, corresponden al clima mediterráneo subhúmedo, alcanzándose la variante m, y húmedo en las estribaciones y espina dorsal de la Sierra costera, en especial en el Montnegre.

Índice de sequía estival de Emberger. $I = \frac{p^\circ}{M}$ y siendo p° = pluviosidad estival (en mm), y M = media de las temperaturas máximas del mes más cálido.

Este índice tiene interés porque, al hacer intervenir la pluviosidad estival, pone de manifiesto aspectos que pasan desapercibidos en el índice pluviométrico. La pluviosidad estival p° atenúa o agrava los efectos de la sequía estival y debe tenerse en cuenta, sobre todo por sus efectos sobre la vegetación y los procesos edafogenéticos.

Para Mataró, I = 3,6; para Alella, I = 2,8.

Así, el verano es más árido en Alella que en Mataró.

Índice de Lang.

Citamos este índice por su interés histórico en las clasificaciones climáticas de suelos. Es $I = \frac{P}{T}$, siendo P la precipitación total anual, expresada en mm, y T la temperatura media anual.

Para Mataró, dicho índice vale 35,8; para Alella, 36, y para la zona de la iglesia del Montnegre (470 m), el valor de dicho índice es de 53. Para Dosrius vale aproximadamente 60.

Es importante recordar que, independientemente de otros factores edafogenéticos, como son la roca madre, topografía, vegetación, etc., y teniendo en cuenta la climatología, para índices de Lang superiores de 60 se pueden formar tierras pardas, y no para valores inferiores. Más adelante insistiremos sobre este punto.

$$\text{Indice de Meyer. } QNS = \frac{\text{Pre}}{\text{ETP}/2}, \text{ siendo Pre = lluvia anual en mm, y}$$

$$\frac{\text{ETP}}{2} = \text{evapotranspiración.}$$

Hemos de aclarar que, en realidad, el índice de Meyer establece la relación entre precipitación y el déficit de saturación de humedad del aire, es decir,

$$QNS = 230 \frac{\text{Pre en mm}}{\text{déficit de saturación del aire}}$$

Pero nosotros, a falta del último dato, hemos utilizado la evaporación, deducida de la evapotranspiración determinada por el cálculo.

Resultados:

Mataró	QNS = 391
Alella	QNS = 299
Calella	QNS = 414

Los resultados mensuales debido a existir una significativa relación entre pluviosidad y evapotranspiración potencial han sido representados en gráficas adjuntas.

Indice de Papadakis. Este autor toma como datos la temperatura media mensual y la evapotranspiración potencial mensual, y para los cálculos sólo tiene en cuenta «la época húmeda», entendiéndolo por tal los meses cuya pluviosidad sea mayor que la mitad de la ETP. Nosotros hemos observado en nuestro estudio que es mejor considerar como época húmeda los meses cuyo balance hídrico sea positivo.

Papadakis enuncia dos índices: el «lavado de lluvia normal» (L_n) y el «lavado máximo de lluvia», que define como sigue:

Lavado de lluvia normal (L_n): Es la diferencia entre lluvia y ETP de la estación húmeda.

$$L_n = i (\overline{p_i - ETP})$$

siendo i los diferentes meses que constituyen la estación seca.

Lavado máximo de lluvia (L_m): Es la diferencia entre L_n , lavado de lluvia normal, y la evapotranspiración potencial normal durante la época húmeda.

$$L_m = 2L_n - \overline{ETP}$$

Este índice es importante en los climas secos y en los casos como el nuestro en que la pluviosidad varía mucho de año en año.

Resultados:

Mataró	$L_n = 117 \text{ m/m}; L_m = 546 \text{ m/m}$
Alella	$L_n = 86 \text{ m/m}; L_m = 543 \text{ m/m}$
Calella	$L_n = 239 \text{ m/m}$

Índice de Weinert. Se define como la relación entre el valor de la evaporación para el mes de verano de máxima sequía (julio en nuestro hemisferio) y la pluviosidad anual. En nuestro estudio hemos sustituido la evaporación por la evapotranspiración potencial.

La fórmula para el cálculo se dispone así:

$$N = \frac{E_j}{P_a}$$

Resultados:

Mataró	N = 2,64
Alella	N = 3,16
Calella	N = 2,16

Índice de Prescott. Se define como $K = \frac{Pre}{E_v}$, siendo Pre = precipitación anual, y E_v = evaporación.

Al igual que en el caso anterior, puede advertirse que, de manera aproximada, E_v = ETP.

Resultados:

Mataró	K = 1,4
Alella	K = 1,3
Calella	K = 1,8

IMPLICACIONES EDAFOGENÉTICAS: DISCUSION

En el capítulo precedente hemos llegado a caracterizar los mesoclimas mediterráneos subhúmedo y húmedo del Maresme a partir del análisis de los elementos climáticos. Se han anotado no sólo valores anuales medios térmicos e hídricos de localidades representativas, sino además, por su mayor interés edafogénico, sus variaciones en el tiempo (figs. 2, 3 y 4).

Antes de discutir las relaciones clima-suelo, en cuyo estudio seguiremos análogo orden —factor térmico, hídrico, etc.—, recordemos que, a escala comarcal, tales relaciones de causa/efecto, son muy interdependientes con los factores relieve, roca madre, vegetación y acciones antrópicas.

Propiedades del suelo y temperatura

Debido al distinto ángulo de incidencia de los rayos solares y diferente número de horas de insolación, hay unas diferencias importantes en la energía solar recibida en los parajes según su topografía y exposición. Ello es patente, a nivel microclimático, tanto en la vegetación como en los suelos de las umbrías y las solanas.

Globalmente, en las solanas del Maresme podemos decir que, a igualdad de altitud, pendiente y distancia al mar, se produce un «frenado» en los procesos

edafogénicos generales respecto de las umbrías. Los suelos de éstas muestran un grado de desarrollo algo mayor (tierra parda meridional en la solana y tierra parda modal en la umbría).

La temperatura desempeña un triple papel:

a) Influye decisivamente en los mecanismos de meteorización física: dilataciones-contracciones debidas a las oscilaciones térmicas diarias. Hielo-deshielo a temperaturas próximas a 0° C.

Respecto a los procesos de meteorización física hay en el Maresme dos tipos de factores en cierta manera antagónicos. De una parte, la acusada influencia marítima, que suaviza las oscilaciones térmicas. De otra, la naturaleza granuda de la roca madre y de los productos de alteración progresiva —regolitos, saprolitos (véase Bech, 1972) y arenas graníticas o *sauló*— y su baja capacidad calorífica hace que se calienten y enfríen con rapidez. Así, no es raro que en los meses de verano se alcancen más de 65° C. En julio de 1973 se han superado los 75° C en suelos desnudos.

Los suelos desnudos o de cobertura parcial (viñedos, fresales, etc.) son frecuentes en los escalones intermedio e inferior de la comarca. También las temperaturas mínimas se dan en estos suelos, debido a las considerables pérdidas por radiación. El escalón superior, generalmente cubierto por vegetación forestal, presenta menores oscilaciones térmicas.

b) De otra parte, el factor térmico acelera los procesos de meteorización

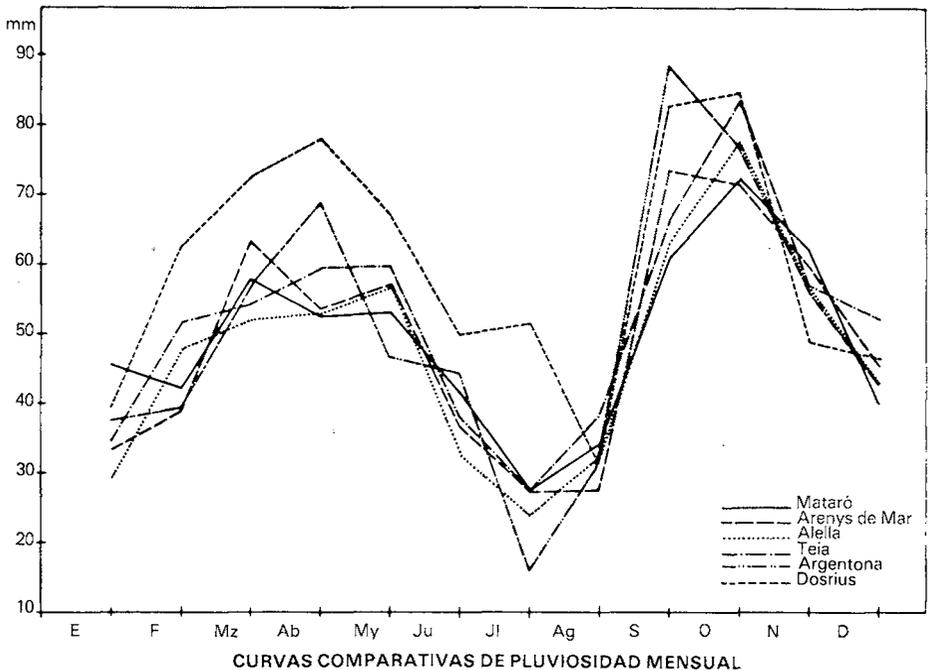
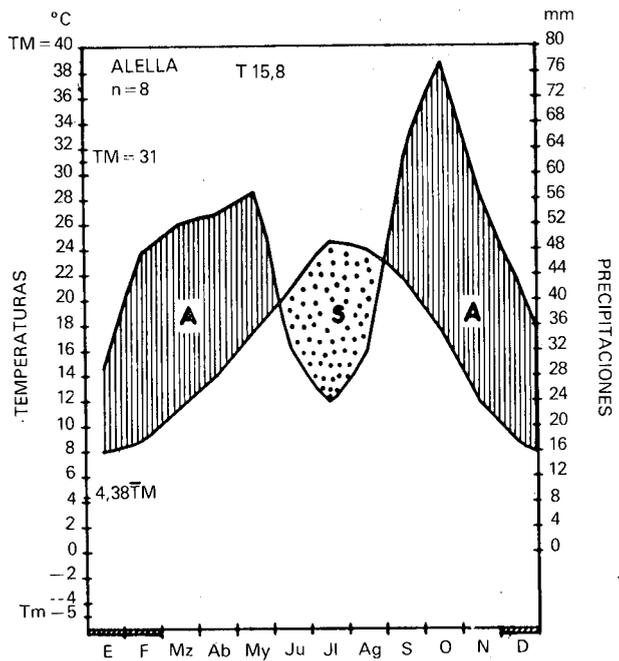
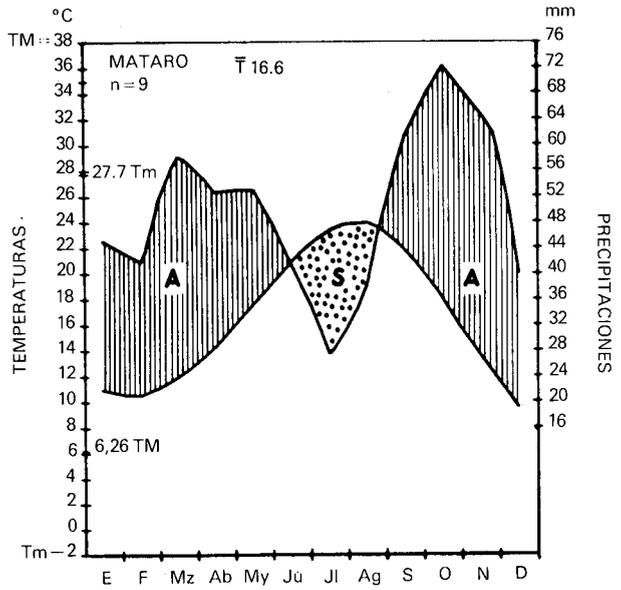


Figura 2.



DIAGRAMAS CLIMATICOS

Figura 3.

química en una proporción de dos a tres por cada 10° C de aumento de la temperatura, de acuerdo con la ley de Vant'Hoff.

c) El aumento de la temperatura, al incrementar la tasa de evapotranspiración, sustrae agua edafogénicamente activa del perfil. Ello supone un freno a la meteorización química en sus múltiples mecanismos, especialmente en los de hidratación, hidrólisis y lavado o lixiviación.

Este aspecto hace que en el Maresme, durante el verano, se ralentice la meteorización química. Ello, lógicamente, se acusa más en las solanas que en las umbrías.

El proceso más importante de la meteorización química es, sin duda, la hidrólisis.

Estas reacciones de descomposición puede decirse que únicamente se paralizan a temperaturas inferiores a 0° C. Dado que en el Maresme son muy pocos días al año en que se dan estas circunstancias (ver figs. 3 y 4), puede afirmarse que los procesos de descomposición hidrolítica no sufren apreciables limitaciones a causa del factor térmico.

Hemos calculado el factor de litolisis relativa de Ramann (multiplicando el número de días del año con temperaturas superiores a 0° C por el grado relativo de disociación del agua [en función de la temperatura media anual] y su valor oscila entre 3,5 y 4, según los puntos considerados. Dicho valor está plenamente de acuerdo con los valores tabulados por Jenny (1941) para zonas de clima templado. Incluso es algo superior al valor obtenido para estos climas «moderados» (2,8).

Otro aspecto interesante es la relación de las temperaturas con la cantidad de arcilla presente, que evidentemente está muy ligada con la naturaleza de la roca madre.

Los valores del porcentaje de arcilla que hemos hallado en los saprolitos y suelos de origen granítico del Maresme no siguen la curva de Jenny. Dicho autor, para zonas graníticas de USA con un QNS de 400 y una temperatura media de 16° C, halla valores del orden de 30 %. En el Maresme (Bech, 1972), los valores hallados son sensiblemente más bajos, del orden del 5 % (valores mínimos de 0,1 % a máximos de 16 %).

Al parecer, ello se debe en buena parte a la falta de madurez de los suelos del Maresme. Se trata en realidad de materiales en general muy jóvenes, con poca evolución, debido fundamentalmente a la pendiente y a la deforestación.

Finalmente, sobre la incidencia del factor térmico en la evolución de la materia orgánica de los suelos de la zona estudiada puede afirmarse que se cumple la norma general de que en los puntos de mayor temperatura hay menor proporción de materia orgánica.

En verano se supera con facilidad la *temperatura crítica de Mohr* (25° C), con lo que la tasa de mineralización de la materia orgánica supera a la de los procesos de humificación.

En la oxidación de la materia orgánica influye también la textura gravillo-arenosa de los productos de alteración del granito, que permite una notable aireación.

De ahí la relativa pobreza de estos suelos en materia orgánica. Sólo los de zona forestal —interrelación con el factor vegetación— alcanzan valores elevados, que en todo caso no suelen sobrepasar el 18 %.

El valor medio de materia orgánica de los suelos de cultivo es del 2 %, siendo 0,5 % el porcentaje de muchos saprolitos.

RELACION PRECIPITACION Y EVAPOTRANSPIRACION EN TRES LOCALIDADES DEL MARESME

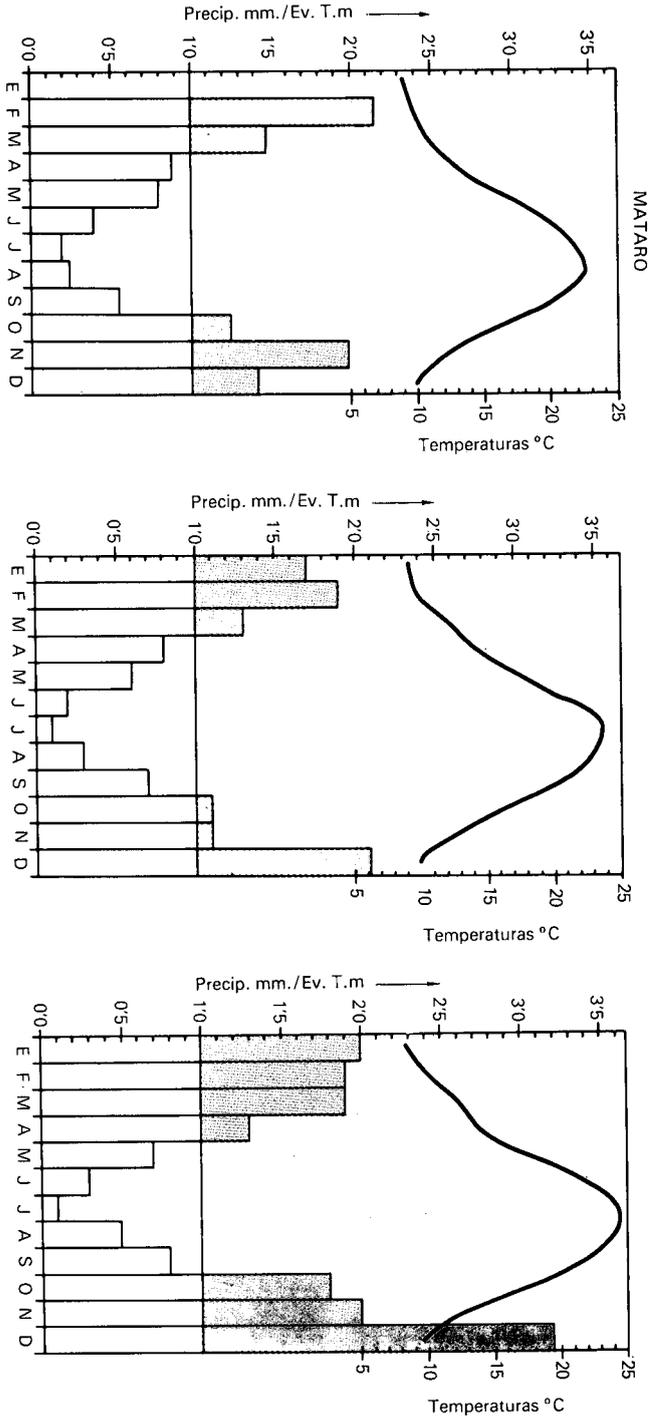


Figura 4.

El factor humano, con las intensas deforestaciones, ha contribuido a empobrecer mucho las ya bajas tasas de materia orgánica.

En definitiva, a nivel mesoclimático se cumplen las ecuaciones del tipo

$$N = Ce^{-kT}$$

pero son múltiples los matices microclimáticos interdependientes con los factores topográfico, roca madre, vegetación y antrópico.

Pluviosidad y propiedades del suelo

El agua es el agente causal de hidrólisis y disoluciones. Además, el agua de lluvia contiene normalmente una cierta proporción de ácido carbónico, que aumenta al penetrar en el perfil, debido a la respiración rizosférica. Esta agua «carbónica» es eficaz disolvente de las calizas.

El gran poder disolvente del agua de lluvia le permite movilizar diversos constituyentes solubles de los minerales del suelo. Incluso por acción mecánica de arrastre en suspensión, puede translocar sustancias muy poco solubles, como pueden ser coloides minerales y orgánicos, quelatos, etc.

Pero todas estas acciones las puede realizar el agua infiltrada en el perfil o agua edafogénicamente activa. Esta «agua eficaz» constituye sólo una parte del agua de lluvia.

Por eso, más que el valor de la lluvia total recibida, interesa precisar la cantidad de agua útil a los procesos edafogénicos y a la vegetación y su distribución a lo largo del año.

En síntesis, podemos expresar el balance hídrico como:

$$\text{Precipitación} = \text{Escorrentía} + \text{Infiltración} + \text{Evapotranspiración}$$

Se ha dicho que el «agua útil» consiste en la diferencia:

$$\text{Precipitación} - \text{Evapotranspiración}$$

lo cual no es totalmente cierto, pues de la suma *Escorrentía* + *Infiltración*, sólo es edafogénicamente útil la infiltración.

La escorrentía, por el contrario, tiene un papel negativo, pues aparte de restar agua de infiltración «activa», provoca en general la pérdida de suelos por erosión, decapita perfiles, impidiendo su madurez.

El predominio de una u otra depende fundamentalmente del régimen de lluvias, de la topografía (morfología y pendiente), de la naturaleza de la roca madre (en especial de su permeabilidad) y del porcentaje de cobertura vegetal.

En el Maresme se dan con frecuencia aguaceros intensos e irregulares, típicos del régimen mediterráneo. Ello, unido a la baja permeabilidad del granito (porosidad 0,5 %) —conviene recordar, sin embargo, que la permeabilidad de los regolitos, saprolitos y arenas graníticas es mayor; también, los fenómenos de fisuración, que favorecen la existencia de una importante red de diaclasas, influyen en elevar un poco la tasa inicial del 0,5 % de porosidad. Así, en estos productos arenosos de alteración granítica la reserva en agua puede ser no despreciable—, a las notables pendientes y a la creciente deforestación, hace que la tasa de esco-

rrentía supere en multitud de ocasiones a la de infiltración. Secuelas de este balance edafogenético negativo son una acusada erosión, con fenómenos de coluvionamiento, aluvionamiento, decapitación de perfiles de la parte alta y aportación de arenas graníticas con génesis de perfiles complejos en las partes media y baja. Esto lo hemos evidenciado en otros trabajos, especialmente mediante criterios de índole mineralógica y geomorfológica (Bech, 1972 a y b).

Citemos por lo menos dos hechos significativos respecto de la erosión climática actual y subactual (postwurmense), a saber: *a*) la coexistencia en las arenas de las partes media e inferior de minerales estables con otros menos estables, síntoma de topografía juvenil en la que se da activa erosión, y *b*) la presencia de caos de bolas en ciertos parajes del Maresme septentrional, lo que nos indica que la ablación mecánica de las arenas es de intensidad superior a los procesos de arenización.

De otra parte, en los ombrotermogramas e histogramas de balance hídrico (figs. 3 y 4) expuesto se aprecia que en varios meses del año existe déficit hídrico, es decir, que los valores de la evapotranspiración superan a los de pluviosidad. Ello es más acusado en la parte meridional (mesoclima mediterráneo subhúmedo), y, a nivel microclimático, en las solanas.

En estos períodos en los que se da situación de déficit hídrico, no sale agua del perfil. La lixiviación se anula completamente, y según la opinión de diversos investigadores —entre los que destaca Reifenberg—, la edafogénesis se bloquea. Ello ocurriría, necesariamente, por lo menos en verano.

Al final insistiremos sobre este aspecto.

La pluviosidad ha desempeñado un importante papel en la génesis y dinámica de caliza secundaria en la comarca.

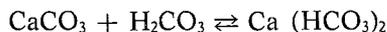
El hecho de que la pluviosidad aumente hacia la parte septentrional, unido a una menor basicidad del granito, hace que se halle menor cantidad de caliza que en el Maresme meridional.

Aparte de este gradiente «mesolatitudinal», existe otro altitudinal, aunque aquí la relación pluviometría-caliza es más compleja, interdependiente de la vegetación o deforestación, roca madre más rica en plagioclasas anortíticas y topografía.

La caliza secundaria, aparte de posibles aportaciones alóctonas, en forma de limos loésicos, procede de la hidrólisis de las plagioclasas anortíticas, según la reacción esquemática:



Esta hidrólisis se ha visto favorecida por el desplazamiento del equilibrio hacia la derecha, a causa de la redisolución de la caliza.



El bicarbonato cálcico, soluble, es movilizado por las aguas de lixiviación, circulando en un *lavado oblicuo* (circulación hipodérmica en el sentido de los hidrogeólogos) hasta llegar a zonas favorables al retroceso del equilibrio bicarbonato-carbonato, precipitando nuevamente caliza, que cementa fisuras, diaclasas, regolitos y saprolitos graníticos.

Una de estas zonas es el escalón intermedio, que supone una ruptura de pendiente, la cual favorece la evaporación de las soluciones cargadas de CO_2 que

proceden de los suelos forestales de la parte alta de la Sierra litoral. Simultáneamente hay una pérdida de tensión de CO_2 .

La deforestación también influye en estos mecanismos.

En cuanto al índice de lavado o relación β de Jenny (1941), que expresa la tasa de lavado de los metales alcalinos, puede decirse que para los suelos deforestados (zonas media y baja) el valor medio es 0,989. Esta cifra es del orden de la que tabula dicho investigador para suelos semiáridos, con poca meteorización química. En todo caso, la contradicción de estos valores con los climáticos del Maresme no es más que aparente, pues muchas de las «tierras» que se cultivan son saprolitos y arenas graníticas, es decir, «presuelos» o «suelos» carentes de desarrollo, lito o regosuelos. No es que no se den valores ortodoxos próximos a 0,90 (entre 0,863 —campo de claveles de Vilassar de Mar— y 0,933 —regolito de Coll-Sacreu—) propios de clima semihúmedo, como corresponde a la zona. Lo que ocurre es que, además, las condiciones microclimáticas acentúan las diferencias entre las edafogénesis en solanas y en umbrías, máxime si estas solanas se hallan deforestadas. Un ejemplo claro de lo dicho lo tenemos con el paraje denominado La Escoda (Premià de Dalt), en el que una tierra parda incipiente, de tipo meridional, más o menos coluvionada y que sostiene un prado sabanoide de *Hyparrhenia hirta* y *Brachypodium ramosum*, nos da un valor de $\beta = 0,982$. Este valor, ateniéndonos a las tablas dadas por Jenny (1941), correspondería más a un suelo castaño que a una tierra parda. En las umbrías correspondientes los suelos son más evolucionados y los valores de β correlacionan mejor.

A análogas conclusiones se llega al considerar los altos valores hallados de SA, es decir, las relaciones $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$.

Los valores determinados oscilan entre 7,81 y 9,92, mostrando pocas diferencias entre unos perfiles y otros. Y dentro de un mismo perfil, también poca diferencia entre los diversos horizontes y la roca madre.

Estos resultados abogan en favor de la escasa evolución química de estos productos de la arenización y edafogénesis del granito en el Maresme.

Al relacionar las precipitaciones con el porcentaje de arcilla, no se obtiene la correlación de Jenny (1941), cuya expresión venía dada por la recta $C = 0,567 P - 4,52$, en la que C es el porcentaje de arcilla y P la precipitación expresada en pulgadas.

Ya el citado investigador hallaba una gran dispersión de puntos, debido a variaciones en la roca madre.

Una roca madre granítica, como la de nuestra zona de estudio, lógicamente da porcentajes más bajos de arcilla de los que le correspondería por su pluviosidad.

La capacidad de intercambio catiónico es bastante más baja de los valores normalmente aceptados para la pluviosidad de la comarca. Ello es debido a la grosera granulometría de los suelos derivados de las arenas graníticas.

De un valor teórico aproximado de unos 20 m. e. por 100 gramos de suelo, que corresponde a la pluviometría de 600 mm (curvas de Jenny y Leonard, 1941), sólo hallamos en el Maresme valores corrientes de 5 a 10 m. e. por 100 gramos.

Aquí vemos, una vez más, la gran influencia de la roca madre —el granito— y la topografía, que impiden un óptimo grado de desarrollo de los perfiles. En los escasos parajes en que ello es posible (rellanos en zonas de umbría de Dosrius, Vallgorgina, etc.) se forma mayor cantidad de fracción fina, lo que contribuye a aproximarse a los valores teóricos de C.I.C.

Los valores del pH de los suelos de origen granítico del Maresme oscilan, en

general, entre 6 y 8. Se correlacionan bastante bien con la pluviometría (Curvas de Jenny y Leonard, 1941, y Prescott, citados por Margulis, 1963). Sólo los pH elevados se apartan de la norma, debido en muchos casos al factor roca madre—presencia de caliza secundaria—.

En las partes media y baja predominan los pH superiores a 7. Esta neutralidad viene refrendada por la presencia en el suelo de granos de apatito perfectamente conservados (mineral inestable a pH ácido).

En el escalón superior —cumbres de la Sierra litoral— es más fácil hallar pH inferiores a 7. Y en ciertos parajes del Motnegre y sierra del Corredor, con mayor pluviometría (700 a 800 mm) y vegetación adecuada (*Calluna vulgaris*, *Calicotome spinosa*, etc.), el pH desciende por debajo de 5,5.

La tasa de materia orgánica aumenta en relación con la pluviosidad. El tipo de humus más corriente es el mull, dándose en los parajes de vegetación acidófila las transiciones mull-moder. Las formas moder son excepcionales, relegadas a algún punto del Montnegre, en algunos de los ambientes acidófilos ya citados.

En ningún caso hemos hallado formas mor.

Clima y alteración

La diversa intensidad de acción de los factores climáticos y su variación a lo largo del tiempo puede dar lugar no sólo a los diversos tipos de alteración física y/o química, sino que además a las mismas pueden sobreponerse y aun contraponerse acciones erosivas, de las que ya se ha hablado en el apartado anterior.

Desde el punto de vista climático general, el Maresme ya hemos visto se halla en plena zona templada, bajo el influjo del clima mediterráneo subhúmedo a húmedo. En estas condiciones, los procesos de descomposición química predominan sobre los de desintegración física. Son significativos al respecto los valores del índice de Weinert (N) hallados —del orden de 2,16 a 3,16—, siempre inferiores a 5 y superiores a 2. (Recuérdese que, según Weinert, cuando N es inferior a 5 la descomposición supera a la desintegración.)

Pero, sin embargo, en la arenización del granito del Maresme la descomposición es sólo moderada, desempeñando un gran papel la desintegración.

Así, en los productos de la arenización se dan altos porcentajes de grava y arena, frente a los casi despreciables de limo y arcilla. Si la descomposición química fuera realmente importante, los porcentajes de estas últimas fracciones serían más elevados.

La arena se compone de minerales «frescos», y sus análisis químicos totales muestran sólo ligeras pérdidas de sílice y alúmina.

La relación cuarzo/feldespatos en la arena gruesa oscila alrededor de 1, lo cual es claro testimonio de que no existe una acusada alteración química.

El mismo significado tiene el gran predominio de la fracción ligera (de 89 a 98 %) frente al porcentaje de la fracción pesada (Bech, 1972).

Por otra parte, a pesar de hallarnos en plena zona de bisialitización, en la que, en principio, debiera predominar la génesis de las arcillas de triplete, ello no sucede de manera absoluta, ni mucho menos. Es decir, se forman arcillas tanto de triplete como de doblete.

La bisialitización «verdadera» lleva fundamentalmente a la génesis de montmorillonitas y, de forma minoritaria en nuestra zona, a la formación de vermicu-

litas. Esta última filita se forma en poca proporción y sólo en las partes más elevadas altitudinal y latitudinalmente, en las que se da una mayor pluviosidad.

Junto a este proceso zonal, se da la bisialitización «aparente», que al parecer está influida, además de por el clima, por la roca madre granítica. El proceso fundamental de esta modalidad de alteración es la illitización a partir de las biotitas.

La génesis de caolinitas se trata de una monosialitización azonal y se da en la actualidad a partir de la roca madre granítica debido al edafoclima local de fuerte avenamiento en la red de fisuras de los regolitos y saprolitos graníticos. Todo ello favorece un importante lavado y una enérgica desbasificación.

Weinert halla este proceso para valores de N situados entre 5 y 2, especialmente cuando se aproximan a la última cifra. Nosotros; en diversos puntos, hemos determinado valores ligeramente superiores a 2.

Por tanto, vemos que un proceso aparentemente azonal desde el punto de vista climático general puede devenir, a nivel edafoclimático y debido fundamentalmente a la naturaleza de la roca madre, prácticamente zonal.

Independientemente y muy poco influidas por el clima, meso o micro, ni edafoclima, se dan alteraciones profundas de tipo geoquímico, debidas a procesos de retrodiagénesis o retromorfosis. Así, tenemos la seritización de las plagioclasas y la cloritización y epidotización de las micas.

Todos los procesos de alteración climática citados se dan en la actualidad, lo cual no excluye que en épocas pretéritas, bajo climas distintos del actual (interglaciales pleistocénicos) se dieran otro tipo de procesos o variantes de los actuales con intensidades diferentes. Así, en el Maresme se dieron caolinitizaciones mucho más intensas —plenamente zonales— durante el Mindel-Riss y Riss-Wurm.

Clima y edafogénesis

Existe una evidente influencia climática general (latitudinal y altitudinal) en la edafogénesis de la comarca estudiada.

De este modo, hacia la parte septentrional del Maresme, y en las partes elevadas de la Sierra costera, de pluviosidad más elevada, tiene lugar una mayor evolución de los perfiles.

Los suelos clímax (climáticos) son las tierras pardas sobre granito, de perfil A(B)C, con humus mull.

Estos hechos de observación están de acuerdo con los valores determinados de los índices de Lang y Meyer, especialmente con los del último citado.

Así, recordemos que la gama de valores del coeficiente de no saturación de Meyer (QNS) 275-500 corresponde a las tierras pardas de Ramann. Nosotros, por ejemplo, hemos hallado 299 (Alella), 391 (Mataró), 414 (Calella), etc.

En cambio, los valores determinados por el índice de Lang encajan algo menos con la realidad. (Mataró, 35,8; Alella, 36; Montnegre, 53; Dosrius, 60). Según las equivalencias edafoclimáticas teóricas de dicho autor, la zona de formación de tierras pardas no se iniciaría hasta el Montnegre y Dosrius, es decir, bien hacia el interior de la Sierra litoral o a bastante altura (superior a 350 m), o ambas cosas. Y a las zonas costeras del rellano medio e inferior, como son Mataró, Alella, Vilassar, etc., con índices sustancialmente inferiores a 60, les corresponderían teóricamente suelos «rojos» (véase más adelante).

Pero dentro de esta mesozonalidad desempeñan un importante papel la roca

madre, la topografía, la orientación, la vegetación y el factor humano (especialmente la deforestación), acusándose los matices microclimáticos especialmente en las umbrías y solanas.

En las últimas predomina la tierra parda meridional, y en los parajes umbrosos y a mayor altitud predomina el tipo modal. Hay lugares en los que, por su adecuada topografía, altitud y mayor pluviosidad, se pueden presentar tierras pardas ácidas y con un cierto grado de lavado, tendiendo hacia un perfil ABC. Esto ocurre especialmente en la parte alta del Corredor y Montnegre (800-900 mm de lluvia).

Estos suelos clímax sólo se encuentran en rellanos de poca pendiente y vegetación normalmente desarrollada. Como lo que abunda más son los bosques degradados en las partes elevadas y las zonas deforestadas en los escalones intermedio e inferior, dedicados a cultivos de secano y regadío respectivamente, lo frecuente es hallar suelos brutos rankeriformes, perfil AC, incluso de desarrollo incipiente, como los protorankers, todos sobre suelos saprolitos graníticos (clases I y II en la clasificación francesa C.P.C.S. 1967), sin apenas desarrollo, dándose el paso gradual desde saprolitos a suelo y siendo a menudo difícil afirmar cuándo acaba uno y comienza el otro. Este hecho viene favorecido por la intensa erosión, debida a la pendiente con importantes fenómenos de coluvionamiento, decapitación de perfiles en las partes elevadas y aparición de perfiles complejos en las partes media y baja.

En nuestra tesis (Bech, 1972) propusimos la siguiente secuencia altitudinal de asociaciones genético-potenciales de suelos para el Maresme (edafogénesis actual):

Llanura inferior: Suelos regolíticos pardos y regosuelos a veces algo salinos. Perfiles A_pC y $A_p(B)C$.

Escalón intermedio: Protoranker, xeroranker pardo. Perfil AC, tierra parda meridional (inicial), humus mull. Perfil A(B)C.

Nivel superior: Tierra parda forestal A(B)C. Tierra parda modal A(B)C, neutra o ligeramente ácida.

Parte culminal de la Sierra de levante: Tierra parda ácida con principios de lavado, ABC.

También citábamos con carácter más o menos coluvial la existencia de suelos fersialíticos —rojos y pardos mediterráneos— en los tres escalones, aunque con predominio en la zona media y baja de los valles de las rieras y torrentes que descienden de la Sierra litoral, considerándolos relictos, fruto de episodios edafogénicos más cálidos y húmedos que en la actualidad. Y dábamos como probable cronología el Riss-Wurm, basándonos en razones paleontológicas por una parte, y, por otra, en correlaciones con los depósitos del llano de Barcelona.

Pero, llegados a este punto, surge la pregunta: ¿Siguen formándose en las actuales condiciones climáticas suelos rojos en ciertos parajes del Maresme?

Es difícil responder a esta cuestión.

En principio parece que no, pero esa negación no es radical. Baso las dudas en los hechos y razonamientos siguientes:

— Micromorfológicamente aparecen depósitos más o menos iluviales de ferargilans rojizos entre los granos de los saprolitos y fisuras de los feldespatos, tanto, que macroscópicamente las arenas toman colores pardusco-rojizos. (Observado en La Escoda, cerca de Collsacreu, a 500 m de altitud —carretera de Arenys de Munt a Vallgorguina—.)

— En los litosuelos sobre esquistos metamórficos silúricos del Tibidabo, San

Pedro Mártir y Montseny (Sierra litoral y prelitoral), hemos observado la misma rubefacción. Dada la pendiente e intensa erosión, es difícil que se trate de materiales relictos «entrampados» en las diaclasas (aunque no imposible). Nótese que la climatología es análoga a la de la Sierra costera.

— Estudios recientes de la edafogénesis en clima mediterráneo insisten en el hecho de que la alternancia hídrica/térmica estacional influye decisivamente en la formación de suelos rojos, por evolución en período seco de los compuestos de hierro y de las arcillas hacia la formación de una matriz de color rojo (Verheyne, 1971). Lo mismo ha visto Lamoroux —para rocas calizas— en el Líbano.

— Realmente, en el Maresme se pasa desde unos puntos semihúmedos a otros húmedos. Y no debe despreciarse el hecho de que tanto la clasificación de Lang como la de Andree y Klaus (citada por Albareda y Hoyos, 1943) exponen para zonas templadas el paso de tierras «rojas mediterráneas» bajo clima semihúmedo a tierras pardas en el húmedo.

De confirmarse esta posibilidad, sería un ejemplo de la acción microclimática (altitud, topografía, exposición, vegetación, etc.) que no sólo «frenaría» la edafogénesis de tierras pardas en las solanas, sino que además provocaría una diversificación edáfica (tierra parda-suelo pardo-suelo rojo, antes llamados los dos últimos mediterráneos).

Este último aspecto de la posible génesis actual de suelos pardos y rojos, antes denominados mediterráneos, en ciertos parajes de las Sierras litoral y prelitoral es realmente problemático y lo exponemos a modo de hipótesis de trabajo. Seguimos investigando dicho problema.

Conclusiones

La parte litoral del Maresme se halla bajo la influencia de un clima mediterráneo subhúmedo, variante media (Sistemática de Emberger), y la Sierra costera, en especial en los tramos central y septentrional, goza de clima mediterráneo húmedo.

Masachs (1958) califica el clima del Maresme de mediterráneo litoral, y Allué (1966) sitúa dicha comarca en la región fitoclimática IV₂.

En general, predomina el clima mediterráneo subhúmedo, con una cierta pluviosidad estival.

Posee la temperatura media (16° C) más alta de Cataluña, y una pluviosidad media del orden de los 650 mm.

El factor de litolisis de Ramann oscila entre 3,5 y 4.

Suelos pobres en arcilla debido a la roca madre granítica y a la falta de madurez de los mismos.

La tasa de escorrentía supera a menudo a la de infiltración, lo que provoca una erosión acelerada, especialmente en las zonas deforestadas de cultivos abiertos y urbanizaciones.

Esta erosión predomina en muchos parajes sobre la arenización y edafogénesis, impidiendo la evolución de los perfiles, decapitándolos en las partes elevadas y aportando arenas graníticas y restos de horizontes superiores a las partes media e inferior, dando lugar a perfiles complejos.

Además del mesoclima con sus variaciones latitudinales y altitudinales, desempeñan un gran papel las condiciones microclimáticas de solanas y umbrías, provistas de bosque o deforestadas. Así, el índice de lavado β de Jenny se correlaciona mejor con la realidad edáfica de las umbrías que la de las solanas.

El humus que se forma es predominantemente mull, y el suelo clímax, es la tierra parda, de perfil A(B)C.

Junto a una importante desorganización granular del granito se da una moderada descomposición química; las arcillas predominantes son las illitas, heredadas de las biotitas, y hay génesis moderada de montmorillonitas y caolinitas. La génesis de las filitas de triplete responde a una bisialitización climática zonal.

Creemos que la posible génesis de las caolinitas es un caso de monosialitización azonal, ligado a la roca madre granítica. La compleja red de fisuras de los regolitos y saprolitos graníticos impone un microedafoclima hídrico monosialitizante. De ahí el que, de modo aparentemente paradójico, se puedan formar caolinitas bajo un mesoclima templado.

Finalmente, no descartamos totalmente el que en la actualidad se formen suelos fersialíticos en ciertos parajes del Maresme.

Queremos hacer notar esta hipotética formación de suelos rojos bajo el clima actual del Maresme. Por lo menos es un problema aún no aclarado sobre el que seguimos investigando.

Bibliografía

- ALBAREDA, J. M., y HOYOS DE CASTRO, A.: *Clasificación y tipos de suelos. Análisis físicos y edáficos*, 1943.
- ALBAREDA, J. M., ALVIRA, T., y GUERRA, A.: *Contribución al estudio de las tierras pardas españolas*, «Anales Edafología Fisiología Vegetal», t. VIII, n.º 4, 1949, pp. 421-501.
- ALLUÉ ANDRADE, J. L.: *Subregiones fitoclimáticas de España*. Ministerio Agricultura, I.F.I.E., Madrid, 1966.
- ALVAREZ QUEROL, M. C.: *Variables que influyen sobre la razón molecular sílice/alúmina en los suelos graníticos españoles*, «Anales Instituto Español Ed. Ec. Fis. Vegetal», t. VI, vol. II, pp. 1-67.
- BECH, J.: *Algunos aspectos en la edafogénesis del Maresme*, «Comunicación al V Congreso de la Unión Internacional de Estudios Pirenaicos», Bagnères de Bigorre, 1971.
- BECH, J.: *Liberación de bases en suelos de origen granítico de la comarca de El Maresme (Barcelona)*. Tesis doctoral, 1972.
- BECH, J.: *Datos de la mineralogía de la fracción arena de los regolitos, saprolitos y suelos graníticos del Maresme (Barcelona)*, «Publicación del Instituto de Investigaciones Geológicas», Diputación Provincial de Barcelona, vol. XXVII, 1972.
- CROPTON, E.: *The significance of the weathering/leaching ratio in the differentiation of major soil groups, with particular reference to some very strongly leached brown earths of the hills of Britain*, «Trans. Intern. Congr. Soil. Sci.», 7th, Madison, 1960, 4, pp. 406-412.
- EMBERGER, L.: *Le climat méditerranéen*, 1950 (ciclostilado).
- EMBERGER, L.: *Une classification biogéographique des climats*, «Rec. Trav. Lab. U. Montpellier. Ser.», Botanique, 1955, vol. VII, pp. 3-43.
- GUITIÁN OJEA y DÍAZ FIERROS: *Suelos de zona húmeda española. II, Factores de formación: clima*, «Anales de Edafología», 1967, vol. XXVI, n.º 11-12, pp. 1467-1485.
- JENNY, H.: *Factors of soil Formation*, McGraw-Hill, Nueva York, 1941.
- LANG, R.: *Witterung und Bodenbildung als Einführung Indie Bodenkunden*, «E. Schweizerbart she Verlagsbuchhandlung», Stuttgart, 1920.
- LAPRAZ, G.: *Recherches phytosociologiques en Catalogne*, «Collecatanea Botanica», vol. VI, Fasc. I-II, n.º 2, 1962, pp. 49-171.
- LAPRAZ, G.: *Carte phytosociologique du Massif du Montnegre*, «Acta geobotanica Barcinonensis», vol. VI, 1971.
- MARGULIS, H.: *Pédologie Générale*, Gauthier Villiers, París, 1963.
- MASACHS, V.: *El clima*, en «Geografía de Catalunya», vol. I. Ed. Aedos, Barcelona, 1958.

- MONTERRAT, P.: *Flora de la Cordillera litoral catalana. Porción comprendida entre los ríos Besós y Tordera*, «Collecanea Botanica», vol. VI, 1955.
- PAPADAKIS, J.: *Geografía agrícola mundial*, Salvat Editores, Barcelona, 1960.
- PAPADAKIS, J.: *Degree of leaching as distinct from degree of weathering and its implication in soils classification and fertility*, «Proc. Intern. Soil Conf.», Nueva Zelanda, 1962, páginas 45-49.
- PAPADAKIS, J.: *Soils of the world*, Elsevier Publishing Company, 1970.
- PEDELABORDE, P.: *Introduction a l'étude scientifique du climat*, Paris, SEDES, 1970.
- PRESCOTT, J. A.: *The soils of Australia in relation to vegetation and climate*, «Coun. Sci. Ind. Res. Austr. Bull.» 52, 1931.
- PRESCOTT, J. A., y THOMAS, J. A.: *The length of the growing season in Australia as determined by the effectiveness of the rainfall*, «Proceeding Royal Geographical Society of Australasia», vol. L, 1948-1949, pp. 42-46.
- THORNTONWAITE, C. W.: *An approach toward a rational classification of climat*, «Geographical Review», vol. XXXVIII, I, 1948, pp. 55-94.
- THORNTONWAITE, C. W.: *Climate in relation to planting and irrigation of vegetable crops*, «The John Hopkins University, Laboratory of Climatology Seabrook», Nueva Jersey, 1952.
- THRAN, P. BROAKHUIZEN: *Agroclimatic atlas of Europe*, Elsevier Publishing Company, 1965.
- VILAS, L.: *Composición química y condiciones de formación de las arcillas españolas*, «Anales Inst. Esp. Ed. Ec. y Fis. Veg.», I, 7, 1942.
- VIRGILI, C., y ZAMARREÑO, I.: *Depósitos continentales Riss Wurm del Litoral Catalán*, «Actas del Congreso Internacional de INQUA», 1957.
- VIRGILI, C.: *Estudio de los minerales pesados del Cuaternario continental del litoral catalán*, «Anales Edafología», t. XIX, 1960, pp. 229-240.
- WALTER, H., y LIETH, H.: *Klimadiagram Weltatlas*, «Veb. Gustav. Fischer Verlag», Jena, 1960.
- WEINERT, H. H.: *Climatic factors affecting the weathering of igneous rocks*, «Agr. Meteorol.», 2, 1965, pp. 27-42.
- WEINERT, H. H.: *Discussion on paper «the properties of decomposed granite» by P/Lumb*, «Geotechnique», 13, 2, 1963, pp. 158-159.

Le facteur climatique de l'édafo-gènesse du Maresme (résumé)

On étudie ici, le climat de «la comarca de El Maresme» (Barcelone) et ses conséquences édafo-génétiques.

La partie inférieure de cette zone granitique possède un climat méditerranéen subhumide, variante moyenne (systemétique d'Emberger) et dans les zones élevées de la chaîne littorale, spécialement dans les portions centrales et septentrionale il y existe un climat méditerranéen humide.

La température moyenne est de 16° C et la pluviosité de 650 mm.

On calcule et on discute les valeurs des différents indices édafo-climatiques (de litholise de Ramann, Lang, Meyer, Jenny, Weinert, etc.).

Avec la transformation en sables, du granite du Maresme, il se produit une déscomposition chimique modérée et une désagregation considérable. Cette alteration donne lieu à un édafoclimat hydrique moncsilitizant. En même temps et pour cette raison s'originent des phyllites de triplet —typiques du climat de la zone— et des kaolinites.

Avec le sol, climax mesozonal; la terre brune, on y trouve d'autres variantes et d'autres types de sol, cela est du non seulement aux gradations altitudinales et latitudinales, mais aussi aux circonstances microclimatiques, en particulier l'exposition (adret et ubac, soulane et ombree) et au deboisement.

Un facteur négatif de l'édafo-gènesse est constitué par les pluies solsticiales d'été dont la violence et la fréquence de son intensité favorisent l'écoulement (ruissellement) au detriment

de l'infiltration. Ceci provoque une érosion accélérée spécialement dans les parties boisées et de cultifs ouverts (vigne).

Finalement, on fait mention de l'existence en certains endroits de terres rouges fersialitiques, se présentant la possibilité de que sa genèse persiste actuellement.

The climatic factor in the formation of soils of the «Maresme» (abstract)

The article studies the climate of the area «El Maresme» (Barcelona) and its implications in the soil forming process (edafogenesis).

The lower elevations of this granitic zone possess a subhumid mediterranean climate, medium variant (Emberger system), and in the elevated zones of the «Sierra Litoral» (Coastal Range) exists a humid mediterranean climate, especially in its central and northern tracts.

The average temperature is 16°C and the rainfall measures 650 mm. annually.

The article calculates and discusses the values of diverse soil-climate (edafoclimatic) indices (litholysis of Ramann, Lang, Meyer, Jenny, Weinert, etc.).

The breakdown of the granites of the Maresme give a moderate chemical decomposition and a strong disintegration. This alteration results in a hydric monosialitizant edafoclimatic. This, together with the «phyllites of triplet» — typical of the temperate climate — originated to kaolinites.

Together with the climax «mesozonal» soil, the brown earth (tierra parda), exist other variants and other types of soils, not only due to the altitudinal and latitudinal gradients, but also to micro-climatic conditions, especially exposure (sunny places and umbrias [shadowed places]) and deforestation.

A negative factor of the edafogenesis is constituted by the summer rains, which, through their brusqueness and frequent intensity, favor rapid drainage instead of infiltration. This provokes an accelerated erosion, especially in deforested zones and zones of open cultivation (vinyards).

Finally the article cites the existence of red, iron-bearing soils (fersialitic), expounding the possibility that their genesis still persists.