

Evolución del suelo en el Cuaternario de Galicia

Evolution of Galician soils during the Quaternary

DÍAZ-FIERROS VIQUEIRA, F.

When attempting to reconstruct the evolution of Galician soils, it is useful to make a distinction between the two types of evidence currently available. First, we have soil data for geomorphologically stable flat landforms (such as fluvial terraces, abrasion platforms and tertiary basins), which can be assumed to have remained more or less unchanged throughout the Quaternary. In general, the data for such sites provide information only on long-term edaphogenetic processes. More specifically, these data indicate the existence of two major periods. The first period probably lasted until about the start of the Mindel-Riss interglacial, and was characterized by a relatively warm dry climate: during this period, changes in iron form distribution (and consequent changes in soil colour) occurred, with the formation of chromic and possibly ferralic horizons. During the second period, climate was more similar to that of the present day, and edaphogenesis was characterized by the formation of argic and cambic horizons. Second, we have soil data for geomorphologically unstable sites, subject to vegetation/devegetation cycles, and at which the alternation of erosional and aggradational phases can be expected to have given rise to shorter edaphogenetic cycles. Most such soils were formed since the Würm glaciation. The extensive information which has been accumulated in recent years on pollen spectra and deposit age has allowed much more precise characterization of edaphogenesis over this period. Data of this type indicate that, after the Würm (during which morphogenesis predominated over edaphogenesis), a long period of stability commenced, and that this period lasted until the climatic optimum of the Atlantic subperiod, leading to the formation of cambic horizons. The onset of human deforestation activity, together with periodic climatic deteriorations, gave rise to successive erosional periods separated by short periods of stability and edaphogenesis (during which A and C horizons were probably formed). Over the period 3000-2500 BP, alterations in hydrological conditions evidently

occurred, leading to the formation of peat bogs and gleic horizons. Some spodic horizons dating from about this time could have been formed as a result of the combined influence of climate and human activity.

Key words: paleosoils, soil formation, erosion quaternary ecology.

DÍAZ-FIERROS VIQUEIRA, F. (Facultad de Farmacia. 15706. Santiago)

INTRODUCCIÓN

El comienzo del estudio científico de los suelos gallegos se puede situar en el año 1935 cuando se publica en la Revista «Las Ciencias» el artículo de HUGUET DEL VILLAR sobre «Los tipos de suelos de Galicia» (1934), en el que aparecen por primera vez perfiles de suelos descritos con los métodos específicos que hicieron de la Edafología una ciencia autónoma. Los análisis aportados en dicho trabajo (realizados la mayoría en el laboratorio de De Sigmond en Budapest) son también los primeros que tratan de superar la mera información aplicada sobre la fertilidad de los suelos e intentan servir de base para discusiones sobre su génesis. Y sobre esta base Huguet plantea, también por primera vez, hipótesis sobre los procesos formadores de los suelos y de sus factores, siendo todavía válidas algunas de las teorías que aporta sobre la podsolización, sialitización y decarbonatación, así como de la acción de factores como el clima, geología y vegetación. La acción del tiempo, que podría servir para situar los suelos en su contexto histórico fue apenas planteada, y solo en relación con las acciones antrópicas se esboza de forma implícita, la existencia y el problema de los suelos policíclicos.

En el año 1945 BELLOT, F. y VIEITEZ, E. publican los primeros datos sobre análisis de polen de turberas gallegas, y a parte de las conclusiones que se aportan sobre la génesis de estas formaciones edáficas, se anticipan

también cronologías sobre su poca de formación. Pero se tendrá que acudir al trabajo de BUTZER, K. del año 1967 sobre las terrazas del Miño para poder encontrar un estudio que hiciera ya referencia explícita a la existencia de suelos gallegos a lo largo de las diferentes pocas del período Cuaternario y al cambio de sus propiedades en relación con la variación de las condiciones ambientales.

NONN, H. en su tesis del año 1966 también aporta algún dato e hipótesis sobre la formación de depósitos edáficos en relación con los conos torrenciales de la zona de Mera y De Groot, R. (1974) en el estudio sobre la depresión de Monforte realiza también importantes aportaciones sobre la historia de los suelos durante el Cuaternario.

MACIAS, F. et al. (1981) y VIDAL ROMANI, J. R. et al. (1979) en un estudio de revisión de los paleoclimas cuaternarios y, sobre todo, de comparación de los suelos y depósitos del Miño y del Mero llega a la conclusión de la existencia de fases de «intensa edafogénesis» en la base del Cuaternario, que se evidencian, sobre todo, por los colores rojos y los niveles de fuerte alteración mineral.

GUITIÁN OJEA, F. (1982) a partir de su estudio sobre las «líneas de piedras» y el trabajo que realizó con MUCHER, H. J. et al. (1972) a partir de métodos micromorfológicos y con JATO, V. (1974) con el análisis de polen de los suelos, inaugura la línea de investigación sobre la historia de los

suelos gallegos dentro del equipo que el coordinaba, y Tesis Doctorales como los de TORRAS, L. (1982) SAA, P. (1985), AIRA, M. J. (1986), o RAMIL, P. (1992) son consecuencia de estos planteamientos. A partir de estos trabajos se comienzan a estudiar los suelos en situaciones de mayor inestabilidad morfológica, lo que hace que una buena parte de los materiales hayan sido barridos por la erosión y solo permanezcan los más recientes y las huellas del ciclo erosivo en forma de acumulación de piedras o materiales gruesos, de ahí, que la mayor parte de los estudios que se realizaron a partir de estos métodos y planteamientos se refieran a suelos desarrollados durante la última glaciación y sobre todo, en el período Holoceno. Un trabajo fundamental para el conocimiento de estos suelos coluviales es el de VAN MOURIK, J. M. (1986) en donde la concurrencia de métodos diversos y avanzados de estudio así como el rigor de sus conclusiones y planteamientos lo convierten, sin duda, en uno de los más importantes para el conocimiento de este segundo grupo de paleosuelos.

Por todo lo dicho parece fundamental establecer una división en relación con los conocimientos que existen sobre los suelos cuaternarios gallegos y que va tener en cuenta tanto su cronología, como su localización e incluso sus métodos específicos de estudio. Por una parte se deben considerar los suelos anteriores a la última glaciación, que se desarrollan sobre todo en los periodos de mayor tranquilidad morfológica de los interglaciares y que se localizan en la actualidad en las áreas más estables: terrazas, rasas y depresiones terciarias. Sus métodos de estudio son más propios de la estereografía por la fuerte incidencia que tiene en ellos el estudio de los materiales de esqueleto: gra-

vas y arenas, así como la tipología de las arcillas y formas de acumulación de los materiales residuales del suelo (hierro y aluminio). El otro conjunto de suelos a considerar es el que se desarrolla en zonas en pendiente, con inestabilidad morfológica y en general con diferentes ciclos de biostasiarexistasia que dá origen a secuencias cronológicas. Su edad es en general holocena, aun cuando existen algunos ejemplos de mayor antigüedad que, de todas formas, nunca llegan a sobrepasar la última fase glaciaria. En muchos de ellos existe materia orgánica suficiente como para poder utilizar métodos absolutos de datación por ^{14}C , lo que a su vez permite un conocimiento bastante preciso de sus factores de formación. Los métodos habituales de caracterización de suelos, con un especial énfasis en la micromorfología, son los que se emplean en su estudio, y la consideración del hombre como un factor de formación de primera magnitud es, finalmente, otra de las características que distinguen a este grupo de paleosuelos.

PALEOSUELOS GALLEGOS ANTERIORES AL WURM

a) Desarrollados sobre terrazas fluviales

Existen, entre otros, tres trabajos interesantes para conocer la evolución de suelos desarrollados sobre terrazas fluviales cuaternarias: el de BUTZER, K. 1967 sobre las del Miño, el de DE GROOT, R. 1974, sobre las del Cabe y el de CASTELAO, A. et al. 1984 sobre el Anllo y Lea en la Terra Cha. En el primero de ellos (Figura 1) se pueden distinguir tres grupos de depósitos: los correspondientes al Cuaternario Antiguo, con más de 59 m. sobre el nivel del curso actual del Miño, los del Medio de +29 m. y los

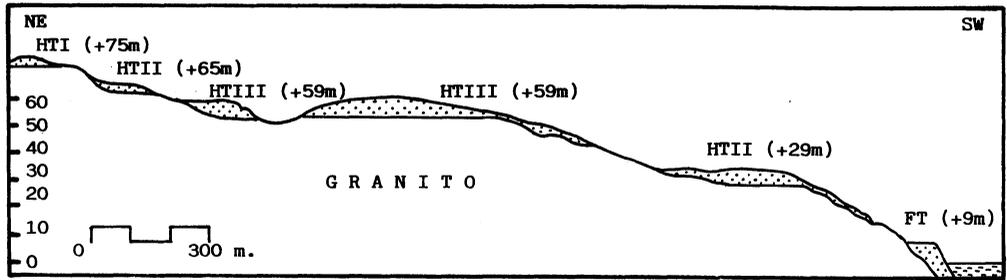


Fig. 1. Secuencia de terrazas del Miño (Butzer, K. 1967).

recientes. Hasta el Cuaternario Medio los suelos tienen colores con matices rojizos, lo que podría servir para confirmar la persistencia de condiciones típicamente mediterráneas en los períodos interglaciares antiguo y medio. La disminución del contenido en caolinita de los suelos de las terrazas bajas del Miño, así como la desaparición de sus tonalidades rojizas, son de los escasos testimonios paleoclimáticos de Galicia, que permiten suponer que la última parte del Cuaternario antes de la última glaciación, fue más húmeda que la precedente. En el estudio de DE GROOT, R. 1974., en el valle de Lemos, su secuencia de terrazas y niveles de erosión muestran, igualmente, que existen también colores rojizos en los niveles más antiguos (niveles I y II a más de 400 metros s. n. m.), pero no en los restantes cuatro niveles. Al mismo tiempo demuestra la existencia de horizontes Bt de iluviación de arcilla desde los niveles I al IV, pero no en los más recientes de menos de 300 m. s. n. m., los niveles V y VI) (Figura 2) lo que podría indicar simultáneamente su antigüedad y la existencia de unas condiciones de acidez moderada y clima contrastado, que son las que precisan dichos horizontes para su formación (ISSC, ISRIC, FAO, 1994). Finalmente, en la Terra Cha, CASTELAO, A. et al. (1984) muestran como la terraza más antigua, la T1, presenta unos colores marca-

damente más rojizos que las restantes así como un horizonte Bt de iluviación, mientras que en las otras desaparecen esas tonalidades y los Bt se presentan de forma mucho más esporádica y aislada en las terrazas T2 y T3 y casi siempre más vinculados a la estabilidad morfológica de la zona y a la ausencia de hidromorfía que a su antigüedad (CASTELAO, A. e DÍAZ-FIERROS, F. 1992).

b) Rasas y niveles de abrasión marina

Los dos estudios que se van a considerar corresponden a dos situaciones geográficamente extremas, uno en la costa cantábrica a caballo de tierras gallegas y asturianas (DÍAZ-FIERROS, F. y PAZ GONZÁLEZ, A. 1978), y otro en la costa atlántica portuguesa en su límite con Galicia (TEXIER, J-P. y MEIRELES, J. 1986). El primero se refiere a dos secuencias de suelos de origen eólico y de antigüedad creciente (Figura 3) y que dá origen a una cronofunción en relación con su contenido en formas de fósforo o diferentes cronosecuencias en relación con su contenido en arcilla y óxidos de hierro y aluminio. Los matices rojizos solo se presentan en el depósito más antiguo (probablemente Riss-Wurm) y en profundidad. La formación portuguesa corresponde a una secuencia de tres niveles de abrasión a diferentes altitudes (Figura 4) (existen dos más a mayor altura, pero con escasos datos para

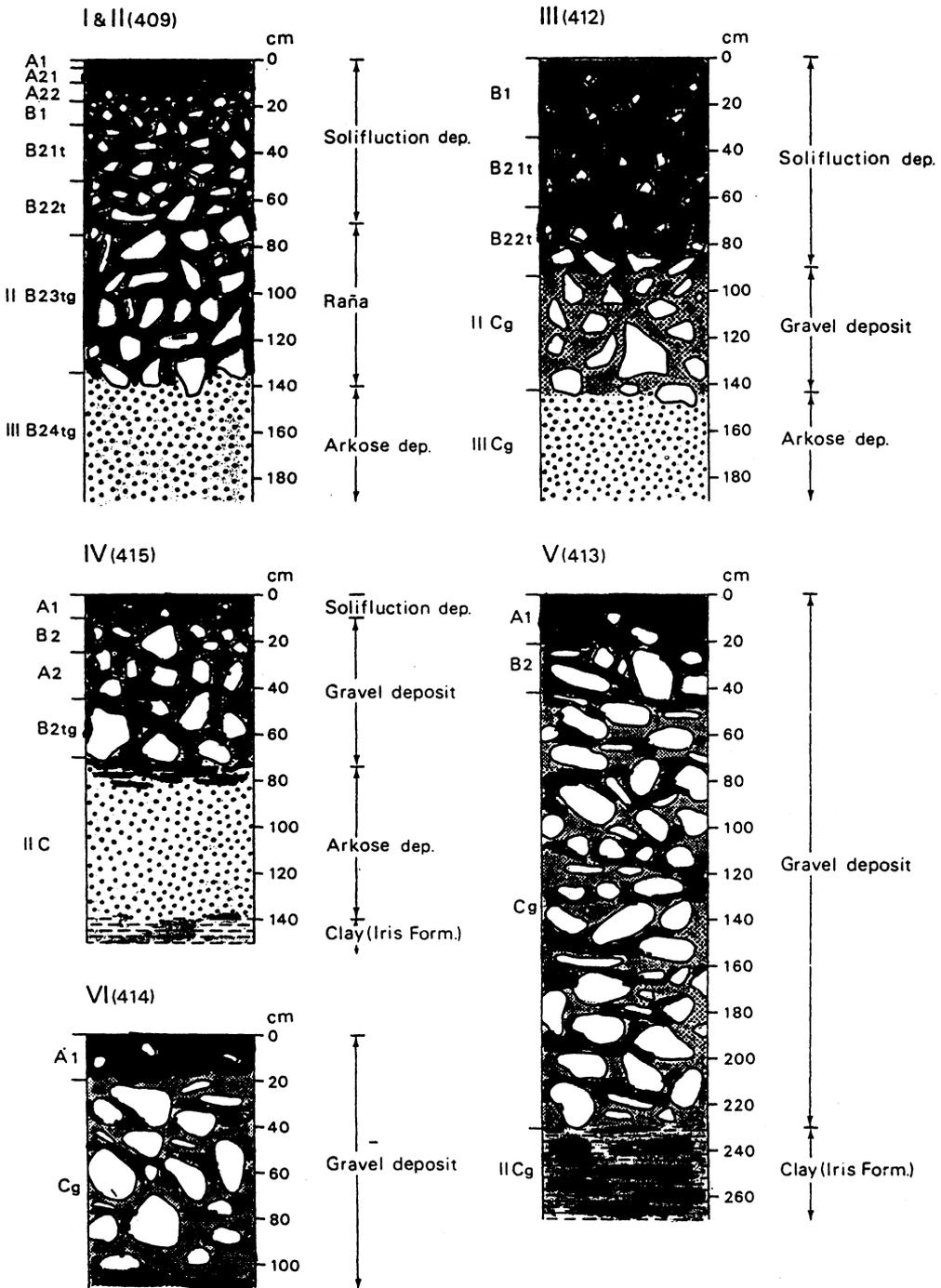


Fig. 2. Perfiles de suelos desarrollados sobre pedimentos y terrazas del río Cabe (De Groot, R. 1974).

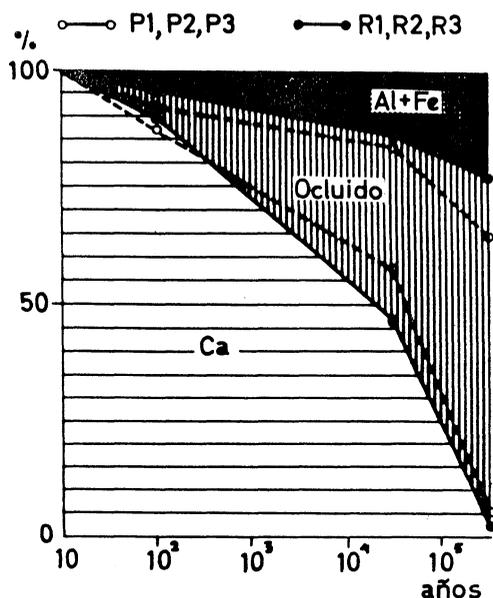


Fig. 3. Cronofunción de la evolución de las formas de fósforo de suelos desarrollados sobre sedimentos arenosos de la Rasa Cantábrica (Díaz-Fierros, F. y Paz González, 1978).

su identificación y estudio) en donde existen materiales de origen marino (M) y otros mucho más recientes de tipo coluvial (C) o eólico (D). Los procesos edafológicos fundamentales identificados son los característicos de un suelo rojo «lessivé» que se desarrollan a partir del interglacial Riss-Wurm hacia atrás y los de tipo ranker atlántico en los niveles más recientes (Figura 5).

c) Depresiones terciarias

GUITIÁN, F. y MACÍAS, F. (1976) en el estudio que realizaron sobre los suelos con fragipán gallegos, encontraron que la mayoría de estos se localizaban en los bordes de estas depresiones, posiblemente como restos de unos materiales más extensos que habían sido barridos por la erosión

prepleistocénica. De acuerdo con ellos se podrían considerar tres etapas en su formación: a) antigua, de sedimentación y posterior edafización con formación de un suelo rojo de características tropicales que se podría datar en las fases últimas del Plioceno o iniciales del Cuaternario, b) media, biotásica-resistásica, que se extiende hasta finales del Wurm y en la que se suceden en número no determinado etapas erosivas que decapitan el perfil y crean grietas de sentido vertical en los períodos más secos y que posteriormente se rellenan con un material procedente del marco de la cuenca y de colores mucho más claros al no presentar el hierro deshidratado, y c) actual, de edad holocena, con procesos de empardecimiento y edafogénesis similar a la actual.

Como síntesis de los procesos edafogénicos correspondientes a esta primera etapa del Cuaternario, se podrían señalar como los más fundamentales, la rubefacción (o coloración rojiza de los materiales) y la iluviación de arcilla y como complementarios, la caolinitización, la ferralitización y la oclusión de las formas de fósforo, entre otros. Los colores rojos del suelo se deben a la deshidratación de las formas de hierro y por lo tanto y en principio, ligados a condiciones cálidas y con déficit de precipitación, aun cuando su mayor o menor incidencia en los suelos va a depender también de otros factores como son el material de partida y la hidromorfia. En todos los casos considerados la rubefacción existe desde los comienzos del Cuaternario y se extiende durante un amplio período que puede alcanzar hasta los comienzos del Wurm en los depósitos marinos, sobre todo en el portugués, ya que en el de la rasa cantábrica, es probable que la hidromorfia tuviera que ver bastante con las separaciones de hierro. En el resto de los casos, la rubefacción no pasa del Riss, por lo que cabría pensar que la situación anterior es o bien consecuencia del clima más cálido de

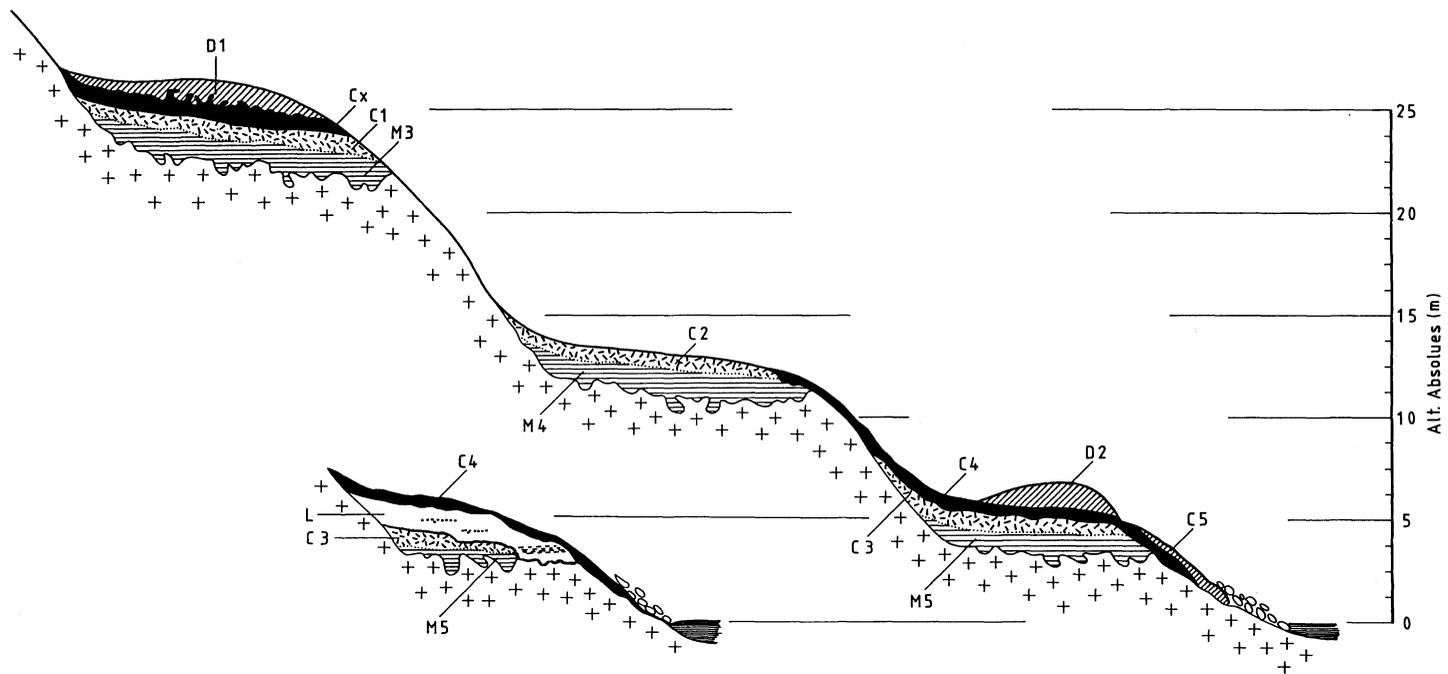


Fig. 4. Corte de los niveles descritos en la costa atlántica portuguesa (Texier, J. P. Meireles, J. 1986).

UNITÉS GÉOL.	PHÉNOMÈNES MORPHO-SÉDIMENT.	NIVEAU MARIN T	PÉDOLOGIE	CLIMATO.				PRÉHIST.	HYPOTHÈSE CHRONO.	
				F	C	S	H			
D2 C5	Déflation littorale et Colluv ^{ts} Locaux		↑ Ranker atlantique						Actuel ∞ Sub. actuel	HOLOCÈNE
C4	Colluvion ^{ts}									
L	Formations Lagunaires		Ranker atlantique	/					Interstade würmien	
C3	Colluvion ^{ts} + Cryoclastisme Cryoturbation Eolisation modérée		/	/					"Asturien" (?)	Würm ancien
M5	Edification de la terrasse marine de 3-5 m		phase hydrom. _ sol rouge lessivé	/					Acheuléen (?)	Intergl. Riss. würm = Eutyrrhénien
C2	Colluvion ^{ts} + Cryoturbation Forte éolisation cryoclastisme		/	/					Acheul. (Hachereaux Bifaces)	Riss sup.
M4	Edification de la terrasse marine de 11-15 m		phase hydrom. _ sol rouge lessivé	/					Industrie à choppers chopping- tools	Intergl. rissien
C1	Colluvion ^{ts} + Cryoturbation Cryoclastisme Eolisation modérée		/	/					/	Riss moyen
M3	Edification de la terrasse marine de 20-25 m		?	/					/	Intergl. rissien

Fig. 5. Esquema de los procesos edáficos y morfosedimentarios de las formaciones litorales portuguesas de la costa atlántica (Texier, J. P. Meireles, J. 1986).

la costa portuguesa o bien de condiciones locales derivadas del tipo de materiales sobre el que se asienta el suelo. Dada la escala de tiempos considerada, es poco probable la primera causa, por lo que habría que pensar más en influencias de tipo local. Por el contrario, existe el caso de las depresiones terciarias y las terrazas de la Terra Cha, donde la rubefacción parece localizarse solo en los niveles del Cuaternario antiguo, aun cuando en este caso la probable falta de depósitos del Cuaternario medio podría ser la causa fundamental. En cualquier caso, el proceso de rubefacción es generalizable a todo el período antiguo, y con bastante probabilidad, ampliable al medio, en algunas zonas de Galicia, siendo muy dudosa, en cambio su extensión hacia épocas más recientes.

El proceso de iluviación de arcilla, que precisa un clima contrastado (de tendencia mediterraneizante) y una acidez moderada se extiende en la mayoría de los casos considerados hasta las mismas puertas del Wurm, pudiendo barajarse la posibilidad de que en algún interstadial wurmiense se dieran también estos procesos. La sustitución de la caolinita como arcilla predominante por illita, que fue ya demostrada en las últimas etapas del Terciario (BRELL, J. y DOVAL, M. 1974) podría prolongarse hacia el Cuaternario antiguo, tal como muestran los suelos desarrollados sobre las terrazas del Miño, pero que ya no es tan evidente en los de la Terra Cha. Finalmente, el paso del fósforo de origen marino a formas ocluidas es un proceso lento, que podría servir para distinguir con su predominio a los suelos prewurmienses.

PALEOSUELOS GALLEGOS WURMIENSES Y POSTWURMIENSES

a) Los suelos wurmienses

Desde que hace 120.000 BP se iniciaron los fríos wurmienses se sucedieron una serie de alternancias de etapas frías y secas con otras más templadas y húmedas que dejaron sus huellas tanto en los registros de foraminíferos del fondo del mar como en el polen de las más antiguas turberas (Figura 6). Aun cuando la división clásica del Wurm habla de cuatro fases, la realidad es que según sea el tipo de paleoregistro y la zona su número puede variar, por lo que en general se admite la existencia de un proceso de enfriamiento fuerte y creciente desde los 75.000 a los 18.000, interrumpido por espacios más breves de calentamiento y aumento de las temperaturas. Durante la época fría las condiciones ambientales favorecen la actividad morfogénica, admitiéndose que para estas latitudes los suelos se encontraban en franca situación de rexistasia. Es la época también donde se dan los últimos retoques al relieve gallego y en la cual las formas esenciales de nuestros paisajes quedan establecidas. En cambio los breves episodios templado-húmedos deben dar origen a un cambio de las condiciones formadoras del suelo, que pasan en general a situación de biostasia pudiéndose desarrollar durante ellos nuevas edafogénesis. De todas formas, teniendo en cuenta que estos episodios tienen una duración inferior a los 10.000 años y que la recuperación de las condiciones climáticas no llega a igualar en ningún momento a las que se dieron en el prewurmiense, es probable que los suelos formados desarrollasen las mismas características que posteriormente se verán aparecer en los suelos postwurmienses. Por otra

SONDEO KET 8022 (Mediterraneo Occidental)

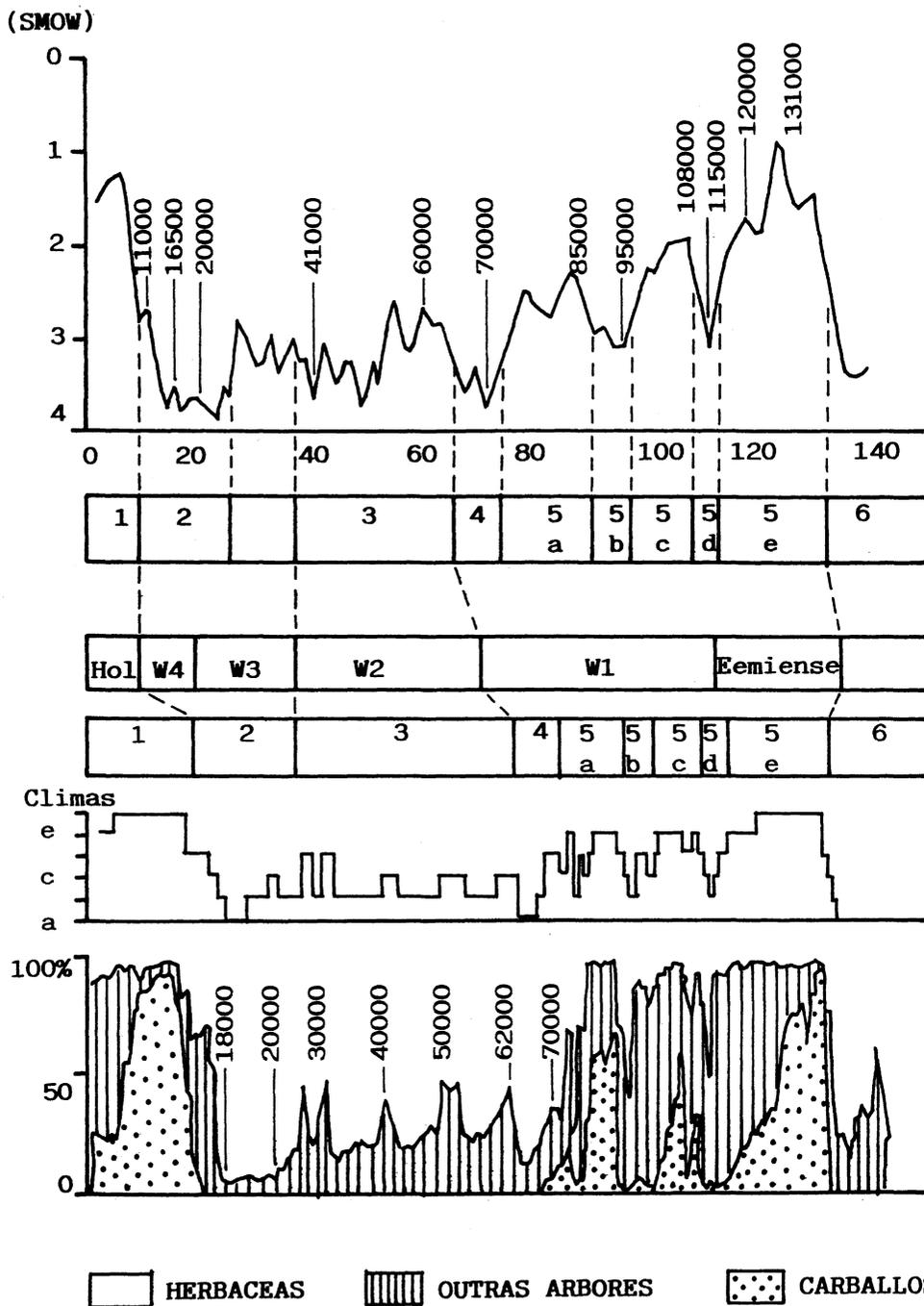


Fig. 6. Evolución de las condiciones paleoambientales durante el Wurm en Europa, según datos de foraminíferos de un sondeo en el Mediterraneo occidental y de la turbera francesa de La Grande Pile (Labeurie, J. 1984).

parte no existen registros edáficos conocidos, a parte de algunos depósitos orgánicos costeros, de esta poca en Galicia, por lo que, de momento, estas hipótesis deben considerarse como una simple, pero razonable, conjetura.

b) Los suelos holocenos

La existencia de abundantes líneas de piedras o discontinuidades litológicas en muchos suelos gallegos desarrollados en topografías en pendiente, permite establecer unas referencias importantes desde el punto de vista de la cronología relativa. Posteriormente con la aportación de datos de polén y sobre todo de ^{14}C , esta cronología fue adquiriendo carácter absoluto, y así, en la Figura 7 se puede presentar un resumen de perfiles edáficos gallegos, en los que se sitúan cronológicamente las líneas de piedras que presentan (BENITO, E. et al. 1991). Como se puede observar existen fundamentalmente dos etapas donde se presentan estas discontinuidades, en la transición subboreal-subatlántico y en los comienzos del Holoceno, discutiéndose la posibilidad de que la discontinuidad que presenta el Perfil Colou 3 se corresponda con una tercera fase propuesta por FOLSTER, H y GAOUAR, A. (1975). Quedándonos inicialmente, como hipótesis de trabajo, con los dos episodios morfogenéticos, habría que añadir que cada uno de ellos supondría un período relativamente amplio de tiempo (de 1000 a 2000 años, posiblemente) en el que las condiciones de formación de los suelos evolucionaron hacia una mayor inestabilidad de las pendientes y por consiguiente a la aparición de fenómenos erosivos. En ambos casos el factor determinante sería la vegetación, que en los episodios preho-

locénicos tendrían con toda probabilidad una causa climática como consecuencia del fuerte enfriamiento acaecido en torno a los 12.000 - 11.000 BP (RAMIL, P. 1993) que daría origen a una sustitución de la vegetación arbórea por otra herbácea, con una menor protección del suelo. En el otro episodio, en cambio, la causa aun cuando podría ser también climática, en algunos aspectos, tiene ahora una fuerte componente antrópica como consecuencia de deforestaciones para la roturación de tierras, y en las que la acción del fuego sería con toda probabilidad la técnica más empleada. La posibilidad de un tercer episodio al final del Atlántico propuesta por los anteriores autores, sería debida a las primeras acciones deforestadoras del hombre como consecuencia de la introducción de la agricultura (TORRAS, M. L. et al., 1980). Este modelo de los dos grandes ciclos erosivos del Cuaternario, así como su cronología, coincidiría plenamente con el propuesto por VITA-FINZI, C. (1969) para el área mediterránea.

La formación de suelos en el Holoceno se situaría entre dichos episodios morfogenéticos, como consecuencia de unas condiciones de formación que deben diferir muy poco de las actuales y en las que solo el tiempo transcurrido desde el comienzo de la edafogénesis podría establecer secuencias diferenciadoras. Como consecuencia de todo ello, el período más amplio donde se dieron las mejores condiciones para la formación del suelo, fue el que transcurrió a lo largo del Boreal y el Atlántico. Durante estos más de cuatro mil años el robledal recupera sus antiguas zonas de ocupación, y una densa vegetación arbórea, solo limitada por el frío de las altas cumbres, el exceso de humedad de los fondos de valle o la falta de suelo de los codos de las pendientes, ocupa más de la

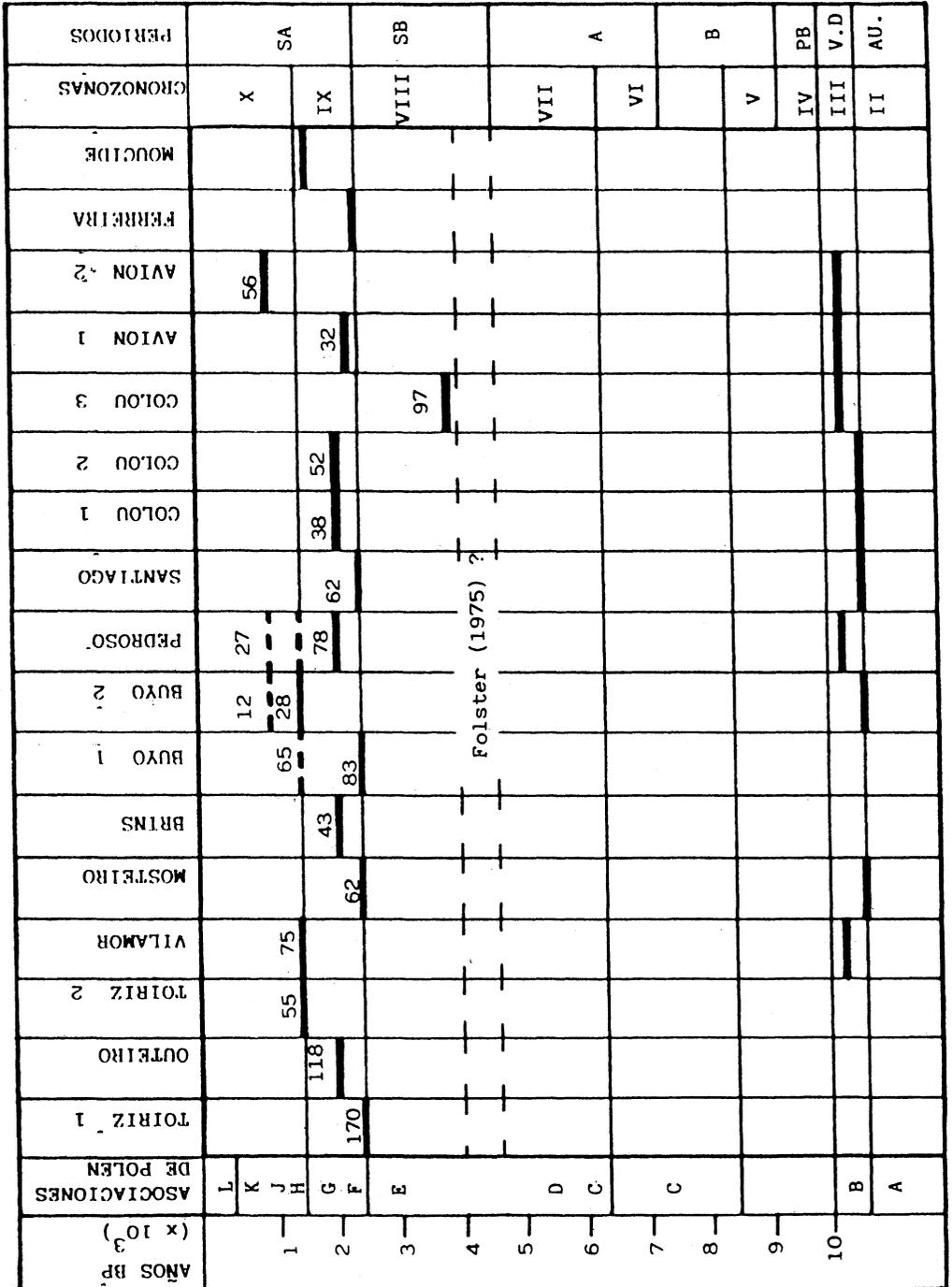


Fig. 7. Discontinuidades botánicas, litológicas y edáficas en un conjunto de suelos gallegos. Las barras indican la discontinuidad y los números sobre ella, su profundidad de localización (en cms.) (Benito, E. et al. 1991).

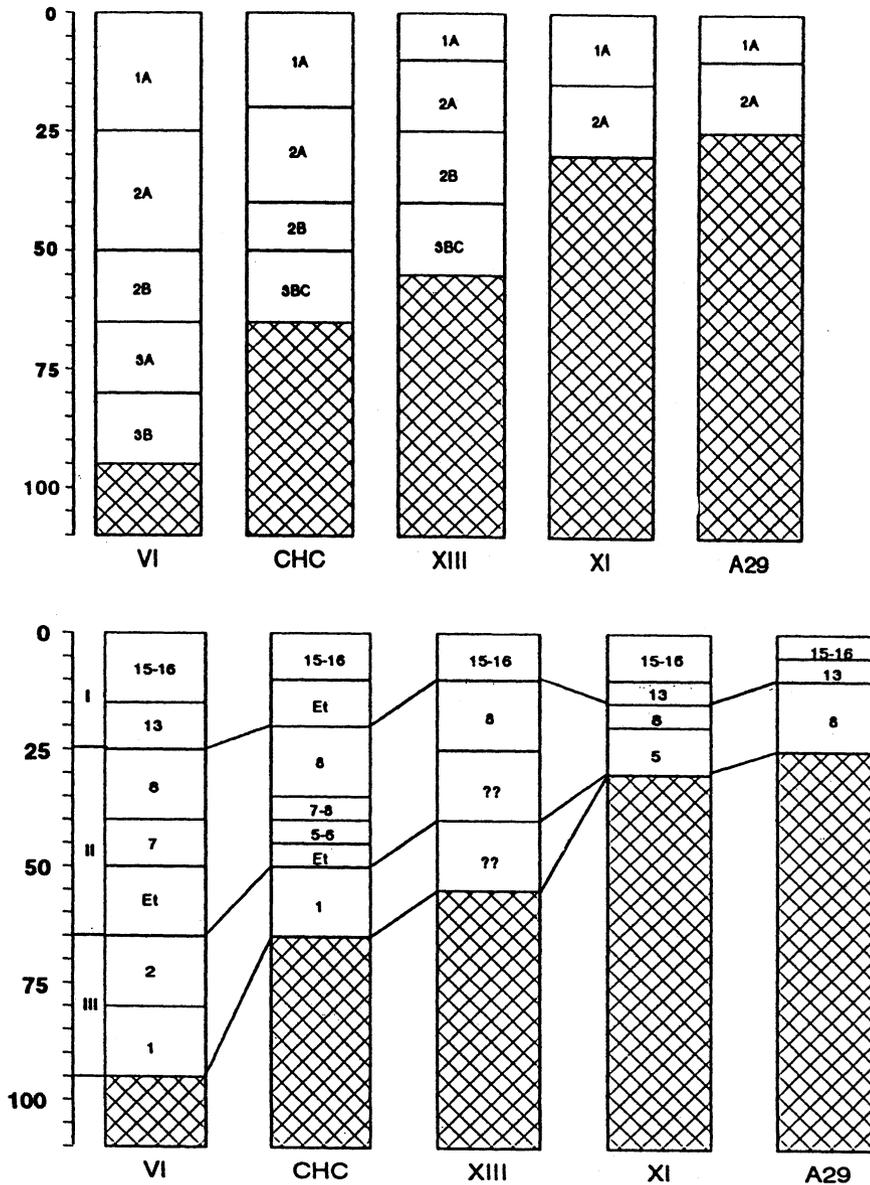


Fig. 8. Secuencia de suelos de As Serras septentrionales de Galicia, con indicación de los horizontes genéticos (primera fila de croquis) y de sus correspondencias en zonas de polén (segunda fila). El primer croquis, comenzando por la izquierda corresponde al perfil de O Comeal.

mitad de la superficie gallega (DÍAZ-FIERROS, F. et al. 1988) (RAMIL, P. 1993). Esta situación estabiliza el suelo en las pendientes y tanto las hojas que aportan al suelo los árboles como su rizosfera crean un ambiente de una acidez moderada que contribuye a la alteración de los minerales primarios y a la formación de estructuras edáficas bien diferenciadas. Son por lo tanto las condiciones adecuadas para el «empardecimiento» de los suelos, o lo que es lo mismo para la formación de los horizontes cámbicos de los suelos gallegos. Aun cuando se exageró un tanto en cuanto a la extensión de estos horizontes en los suelos gallegos, que llegaron a ser algo así como el paradigma de los mismos, los que hoy se pueden identificar y describir con seguridad (SILVA HERMO, B. 1984) es muy probable que tengan su origen en esta época, aunque solo sea por el tiempo que precisan para su formación (BIRKELAND, P. W. 1974). Y aunque FLSTER, H y GAOUAR, A. (1975) consideran que algunos procesos de rubefacción e iluviación de arcilla de suelos españoles desarrollados sobre materiales no calcáreos podrían ser de esta época, en Galicia no existen, por el momento, evidencias de estos procesos para estas épocas, al mismo tiempo que las tendencias de evolución observadas en los suelos prewurmienses no apuntan en este sentido, por lo que, aun cuando no podría descartarse totalmente dicha posibilidad, hasta nuevos datos habría que considerarla poco probable.

La podsolización es un proceso, que en las condiciones actuales de formación de los suelos es claramente intrazonal, ya que solo se desarrolla sobre materiales geológicos extremadamente ácidos como las areniscas y las cuarcitas. Los escasos paleosuelos que presentan las propiedades de los horizontes espódicos, típicos de los podsoles, fueron

descritos y analizados por GUITIAN, F. y CARBALLAS, T. (1968) y JATO, V. (1974) en el clásico perfil de Ferreira de Valadouro y recientemente por MOARES, C. et al (1993) en el de Comeal. En ambos casos, se presentan un claro policiclismo, que muestra una tendencia decreciente a la podsolización. En el caso de Ferreira el horizonte espódico más antiguo, podría tener su origen en la reducción del *Quercetum mixtum* al término del Atlántico, bien por causas climáticas o antrópicas. El siguiente horizonte eluvial (falta el espódico correspondiente) tendría ya una edad superior a los 2460 BP. y el ciclo más reciente no presentaría ya signos macromorfológicos de podsolización, aun cuando la microestructura reflejara esa tendencia. En el perfil de Comeal, el horizonte espódico más antiguo se corresponde con una etapa con escasa vegetación arbórea, que los autores sitúan en la base del Holoceno, y por lo tanto con un claro origen climático. Los sucesivos ciclos que se presentan muestran una tendencia decreciente a la podsolización, que en el más reciente, con datación relativa subatlántica, es ya apenas perceptible (Figura 8). Las conclusiones que se pueden derivar de estos dos ejemplos, son que las condiciones de formación actuales que se le atribuyen a los podsoles, rocas muy ácidas y clima de montaña atlántica (húmedo y frío) se mantuvieron a lo largo del Holoceno, aun cuando habría que añadir una probable causa desencadenante en la deforestación, con origen climático en la base del Holoceno y climático-antrópico en el periodo subreal-subatlántico. En cuanto a la velocidad de formación de estos horizontes, parece que la arenisca ortocuarcítica del Xistral (material de partida del suelo de Ferreira) ofrece mayores facilidades, pues en 2500 años se puede formar un podsol bien diferenciado,

mientras que los coluvios cuarcíticos de O Comeal precisarían espacios de tiempo del doble al triple de los anteriores para conseguir el mismo nivel de desarrollo.

La posibilidad de que la vegetación denominada «acidificante» o «degradante» (DUCHAOUFOUR, Ph. 1977) como son las coníferas o los brezales pudiese desencadenar la formación de podsoles, no pudo ser demostrada en Galicia de forma fehaciente. Por otra parte la colonización contemporánea con *pinus pinaster* de los montes de Galicia tiene ya antigüedad suficiente en algunas zonas como para poder haber alcanzado sus máximos de acidificación (DÍAZ-FIERROS, F. et al. 1982) sin que se lleguen a observar rasgos de podsolización. Otra cosa es que sea un importante factor coadyudante actuando en concurrencia con la roca, que es el que se presenta realmente como factor determinante del proceso.

La gleificación es un proceso edáfico que tiene también características intrazonales, dependientes en todo momento del nivel y la dinámica del agua en el perfil. Como consecuencia del mismo se producen separaciones de hierro que dejan rasgos muy llamativos en los horizontes del suelo. Es un proceso que se dio a lo largo de todo el Cuaternario en aquellas zonas donde las condiciones hidrológicas originaban situaciones de estancamiento de agua, y así, se pudo observar una clara hidromorfia fósil en los perfiles descritos bajo la laguna de Antela cuando se efectuó su desecación (Figura 9) o en los propios procesos de relleno del nivel antiguo de los fragipanes. Más recientemente, y de acuerdo con el esquema que aplicó en Inglaterra para los suelos peor drenados BRIDGES, E. M. y DAVIDSON, D. A. (1982) (Figura 10) el comienzo del Subatlántico coincidió con un incremento de la pluviosidad y una fuerte deforestación,

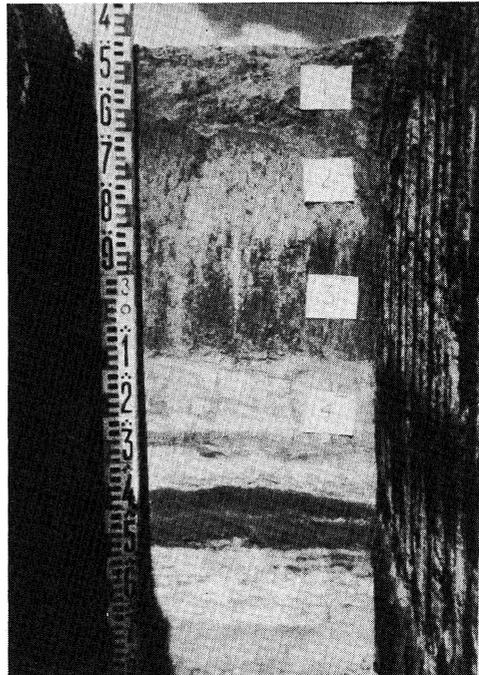


Fig. 9. Fotografía de un paleosuelo enterrado bajo la laguna de Antela, después de su desecación. Se aprecia en el nivel 4 separaciones de hierro por procesos hidromorfos correspondientes a edafogénesis antiguas.

que dio origen a una mayor circulación de aguas superficiales y la aparición de fenómenos de gleificación. En Galicia TABOADA, T. et al. (1993) analizando sobre todo el origen y localización de las turberas más recientes, llega a similares conclusiones.

La acumulación de materia orgánica en los suelos gallegos para formar horizontes A, es el proceso edáfico más ubicuo ya que prácticamente todos los perfiles que tuvieron un mínimo de tiempo para su desarrollo lo presentan. Se podrían diferenciar dos procesos: el de turberización, cuando las condiciones de acumulación se realizan en un ambiente hidromorfo y a partir de plan-

tas acuáticas, y la «melanización» (BUOL, S. W. et al. 1981) o acumulación de materia orgánica en un ambiente bien aireado y a partir de vegetación terrestre dando origen a materia orgánica más evolucionada y a un proceso de biosíntesis húmica más o menos desarrollado. Para el primer caso se conocen secuencias y etapas bien identificadas en Galicia que constituyen, posiblemente, la base más importante para el desarrollo del conocimiento paleoecológico del país. La serie más antigua de materiales turberiformes conocidos en Galicia, corresponde a los depósitos marinos de las rasas cantábrica y subatlántica donde se pueden localizar paleosuelos que se remontan a los últimos interstadios wurmienses, como el de Cangas de Foz con 42.800 BP (MARY, G. et al. 1977 y MARY, G. 1989). Le seguiría cronológicamente la serie de turberas desarrolladas a partir del Tardiglaciario, como las del Xistral (RAMIL, P. 1993) donde unas cumbres y vertientes todavía no bien colonizadas por la vegetación arbórea permitirían un mayor desarrollo de las aguas superficiales y su acumulación en las zonas más endorreicas. Otro periodo donde parece existir una nueva intensificación en la formación de turberas es el Atlántico, ligado en este caso a unas precipitaciones más intensas, como pudo poner de relieve MARGALEF, R. (1956) con el estudio de las diatomeas de la ría de Vigo. Finalmente, la deforestación y el deterioro climático del Subatlántico daría origen a otro episodio importante formador de turberas, así como pulsaciones posteriores de menor entidad como pudieron ser la «Pequeña Edad del Hielo» o las diferentes oleadas roturadoras como las acaecidas en los siglos XII o XVIII (TORRAS, M. L. et al. 1980). En la Figura 11 se puede apreciar una secuencia de turberas en O Bocelo

(TABOADA, M. L. et al. 1993) que refleja estos tres últimos episodios de turberización.

La melanización, es un proceso al que se ven sometidos todos los suelos gallegos y que se tuvo que desarrollar sin problemas a lo largo de todo el Cuaternario. Su registro paleoclimático, aunque existente en muchos ciclos antiguos de diferentes paleosuelos no fue analizado todavía con las técnicas más avanzadas de radioisótopos, aminoácidos, etc., que permitirían una mejor comprensión de los procesos formadores del horizonte A. Sin embargo se podría especular con la influencia que los diferentes cambios paleoambientales pudieron tener sobre estos procesos, sobre todo los relacionados con los cambios climáticos y de vegetación.

Finalmente, la antropización sería el último proceso a tener en cuenta en relación con las edafogénesis cuaternarias en Galicia. FOLSTER, H. y GAOUAR, A. (1975) definen un «agrocoluvium» como un depósito originado por las actividades erosivas que genera las prácticas agrarias, que fosiliza los materiales edáficos subyacentes y de los que normalmente los separa una línea de piedras. Los estudiados por ellos son datados normalmente a partir del final del Atlántico, pero en Galicia, en concordancia con la cronología de la mayor parte de las líneas de piedras y discontinuidades litológicas debería desplazarse, probablemente su origen a la base del Subatlántico. Las características de este proceso de antropización se resumirían en una mezcla y homogenización de los materiales cuando se localizan en zonas de escasa pendiente, o bien en una secuencia sedimentaria más o menos regular cuando son el resultado de una acumulación lenta por procesos de arado o erosión del suelo. La presencia de carbones es un indicio bastante frecuente en estos horizontes, así como de

restos cerámicos. Finalmente, un incremento de la fertilidad, sobre todo de las formas de fosforo, es la consecuencia de la acumulación de una fertilidad orgánica aplicada a lo largo de cientos o miles de años.

CONCLUSIÓN

Las zonas geomorfológicamente estables (identificables en primera aproximación con las que presentan una pendiente inferior al 10%), suponen algo menos del 20% de la superficie gallega, de ellas una parte considerable (el 53%, DÍAZ-FIERROS, F- y GIL SOTRES, F. 1984) corresponde a depósitos recientes de carácter aluvial en los fondos de valle, por lo que algo menos del 10% de los suelos gallegos, por sus condiciones de estabilidad morfológica, podrían tener características paleoedáficas anteriores al Wurm. Otra cosa es, que dadas sus condiciones de evolución posterior, se hayan conservado sus rasgos antiguos y puedan considerarse como auténticos paleosoles, aspecto que la realidad actual no parece confirmar, ya que el inventario de suelos gallegos con edafogénesis localizables en el cuaternario medio o antiguo, es, tal como se pudo ver, muy reducido. Es probable y deseable, que posteriores estudios puedan aumentar su número, sin embargo dadas las condiciones de estabilidad morfogenética que precisan para su conservación, no parece que su incremento llegue a ser espectacular.

Por lo tanto, se podría concluir que la mayor parte de los suelos gallegos tienen características edáficas desarrolladas a partir de los factores de formación que existieron

después de la última glaciación, y de ellos una buena parte se habría configurado, posiblemente, en el Subatlántico, al que correspondería, sin duda, el ciclo más reciente de aquellos perfiles que presentan discontinuidades morfológicas y «líneas de piedras». En un intento de resumir de forma sintética todo lo presentado y discutido hasta ahora sobre los procesos edáficos de los suelos cuaternarios gallegos, se presenta el cuadro de la Figura 12. En el se indica la edad más probable que se le puede atribuir a los procesos edáficos que hoy se reconocen en los suelos de Galicia. El trazo continuo o discontinuo indica la mayor o menor seguridad en la cronología estimada, y la no existencia de trazo hacia épocas más antiguas, no quiere decir que no se pudiera dar el proceso, si no que no existen evidencias actuales del mismo en los suelos hoy conocidos, y así, p. e. la podsolización sobre rocas muy ácidas es muy probable que hubiese ocurrido en los interestadios del Wurm y aun en el cuaternario medio y antiguo, pero no existen suelos gallegos estudiados donde se puedan reconocer. Y a la inversa, la no existencia del trazo hacia épocas más modernas no indica que no se puedan dar las condiciones de formación de un determinado proceso, sino que, en general, el tiempo pasado no fue lo suficiente como para que se originasen de forma neta los rasgos y características específicos del proceso, y en este sentido, habría que concluir que los tiempos identificados para el desarrollo de los diferentes procesos edáficos se corresponden bien con los descritos por BIRKELAND, P. W. (1974).

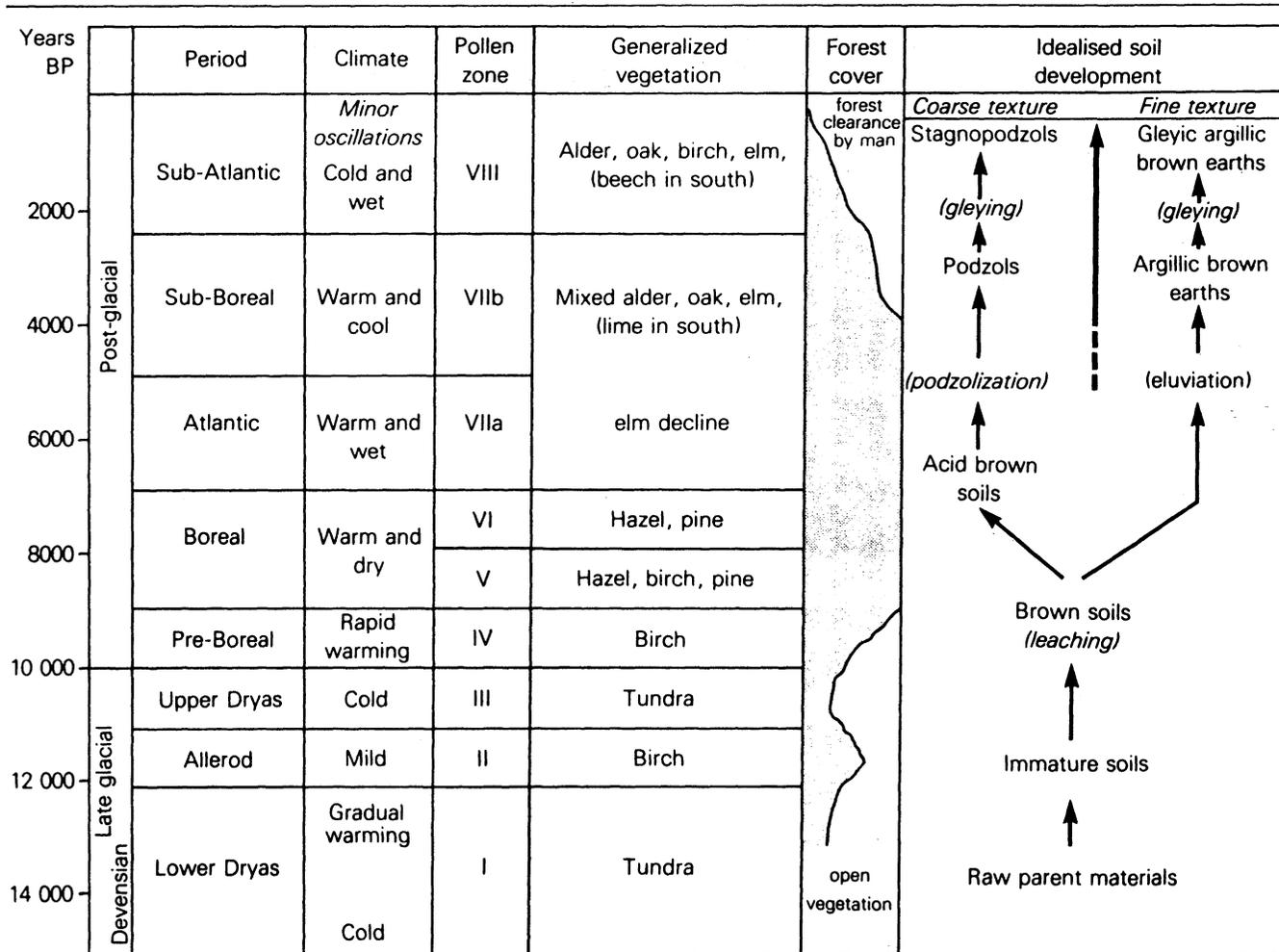


Fig. 10. Esquema idealizado de la evolución de los procesos edáficos en el Tardiglacial y Holoceno, en Inglaterra. (Bridges, E. M. y

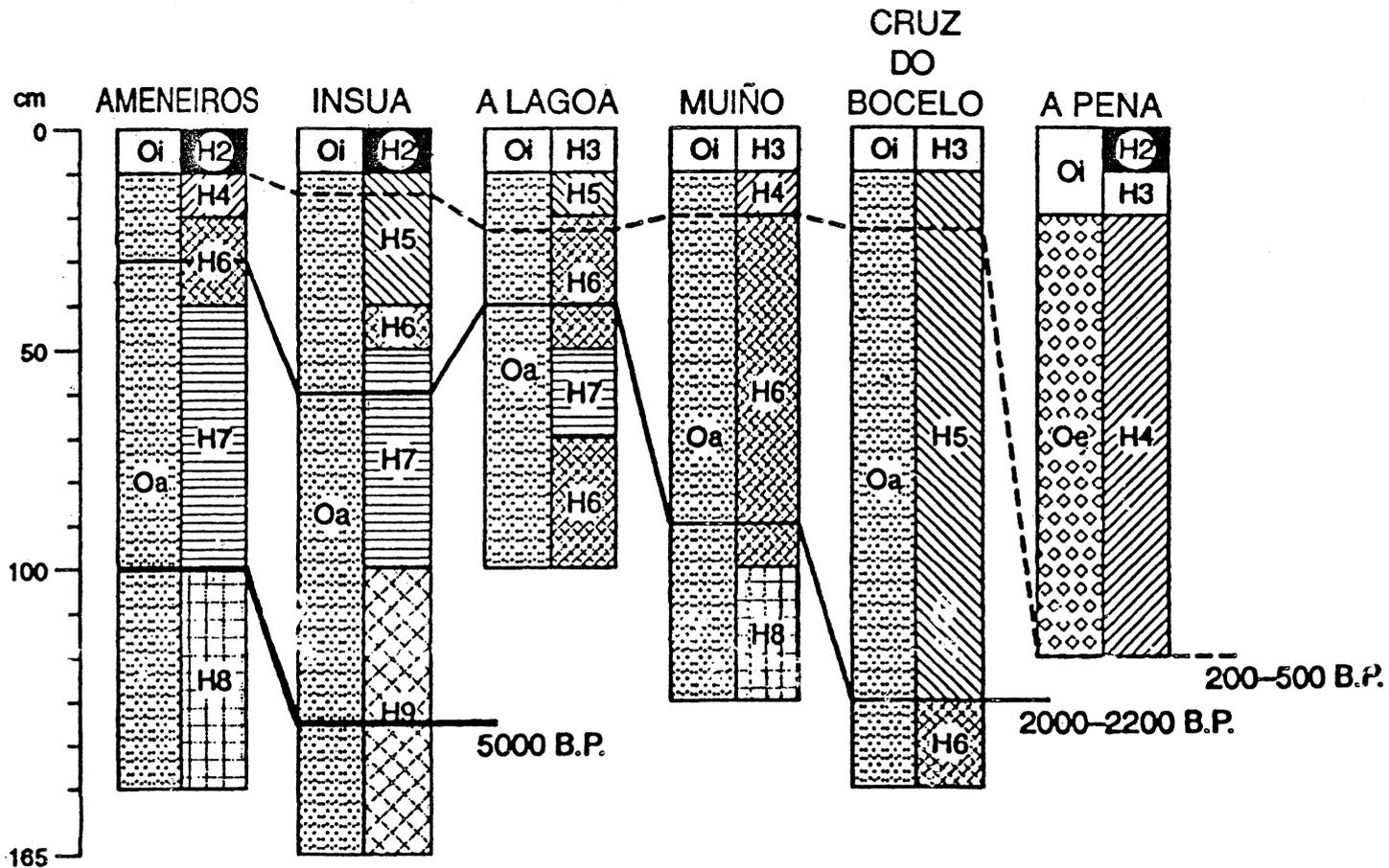


Fig. 11. Secuencia de turberas de O Bocelo, con indicación de sus épocas de formación y los diferentes niveles morfológicos de las mismas.

BIBLIOGRAFIA

- AIRA RODRÍGUEZ, M. J. (1986). *Contribución al estudio de los suelos fósiles de montaña y antropógenos de Galicia*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de Santiago.
- AIRA RODRIGUEZ, M. J., SAA OTERO, P., DÍAZ-FIERROS, F. 1987. Análisis polínico de un depósito periglaciario en Mouch (Lugo). *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 11: 229-237
- BELLOT RODRIGUEZ, F. VIEITEZ CORTIZO, E. (1945). Primeros resultados del análisis polínico de las turberas gallegas. *Anal. Inst. Edaf. Ecol. y F. Veg.*, 2: 281-303.
- BENITO RUEDA, E. SOTO, B. DÍAZ-FIERROS, F. (1991). Soil Erosion in NW Spain. en *Soil Erosion Studies in Spain* Eds. Sala, M. Rubio, J. L. Garcia-Ruiz, J. M. (pags. 55-74). *Geoforma*. Logroño.
- BIRKELAND, P. W. (1974) *Pedology, weathering and geomorphological research*. Oxford Univ. Press.
- BRELL, J. DOVAL, M. (1974). Un ejemplo de correlación litoestratigráfica aplicado a las cuencas terciarias del N. O. de la Península. *Est. Geol.* XXX: 631-638.
- BRIDGES, E. M. DAVIDSON, D. A. (1982). *Principles and applications of soil geography*. Longman. London.
- BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; Mc CRACKEN., R. J. (1981). *Gnesis y clasificación de suelos*. Ed. Trillas. Mexico.
- BUTZER, K. (1967). Geomorphology and stratigraphy of the Paleolithic site of Budiño (Prov. Pontevedra, Spain). *Eisz. und Gegenwart*, 18 : 82-103.
- CASTELAO, A. ARES, J. C. DÍAZ-FIERROS, F. (1984). Estudio de los materiales de partida de los suelos de la Terra Cha. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 6: 379-397.
- CASTELAO, A. DÍAZ-FIERROS, F. (1992). *Os solos da Terra Cha*. Serv. Publ. Dep. Prov. Lugo. Lugo.
- DÍAZ-FIERROS, F. PAZ GONZALEZ, A. (1978). Iniciación al estudio de los suelos de la Rasa Cantábrica: Suelos desarrollados sobre sedimentos arenosos. *Trab. Compostel. Biol.* 7: 41-62.
- DÍAZ-FIERROS, F., CALVO DE ANTA, R. PAZ GONZALEZ, A. (1982). As especies forestais e os solos de Galicia. *Cuad. Area de Agric. do SEG.* 3 (163 pp) O Castro. Sada.
- DÍAZ-FIERROS, F.; GIL SOTRES, F. (1984). *Capacidad Productiva de los suelos de Galicia*. Mapa 1:200.000. Serv. Publ. Univ. de Santiago. Santiago.
- DÍAZ-FIERROS, F. AIRA, M. J. CRIADO, F. (1988). Paleocological reconstruction of a forested area of Barbanza (Coruña, Spain) en *Human influence on forest ecosystems development in Europe* Salbitano, F. (ed.) SF, FERN, CNR. Bologna.
- DUCHAUFOUR, Ph. (1977) *Pedologie 1: Pedogénese et classification*. Ed. Masson. Paris
- FLSTER, H. GAOUAR, A. (1975). Observations on Holocene soil formation and morphodynamic activity in non-calcareous regions of the Iberian Peninsula. *Catena*, 2: 365-384.
- GROOT DE, R. (1974). *Quantitative analysis of pediments and fluvial terraces applied to the basin of Monforte de Lemos, Galicia, N.W. Spain*. Thesis. Amsterdam.
- GUITIÁN, F. CARBALLAS, T. (1968). Suelos de la zona húmeda española. IV. Podsoles. *Anal. Edafol. Agrobiol.* XXVII: 774-781
- GUITIÁN, F. MACIAS, F. (1976). Suelos de la zona húmeda española, VIII. Suelos con fragipan: 1. Morfología y datos generales. *Anal. Edafol y Agrobiol.* XXXV: 47-69
- GUITIÁN OJEA, F. CARBALLAS, T. MUÑOZ TABOADELA, M. (1982). *Suelos naturales de la Provincia de Lugo*. C.S.I.C. Madrid.
- HUGUET DEL VILLAR, E. (1935). Los tipos de suelos de Galicia. *Rev. Las Ciencias.*, II: 970-1000.
- International Society of Soil Science, Int. Soil Reference and Information Centre, F.A.O. (1994) *World Reference Base for Soil Resource*. Wageningen/Roma.
- JATO RODRIGUEZ, V. (1974). *Contribución a la cronología de suelos por análisis de polén*. Tesis Doctoral. Fac. de Biología. Universidad de Santiago.
- LABEYRIE, J. (1984). Le cadre paleoclimatique depuis 140.000 ans. *L'Antropologie (Paris)* Tome 88,1: 19-48
- MACIAS, F. (1981). Los suelos rojos como indicadores del cambio climático en Galicia. V Reunión de Climatología Agrícola (1976), *Gallaecia*, 6: 11-25.
- MARGALEF, R. (1956). Paleocología postglacial de la ría de Vigo. *Investigaciones Pesqueras*, 5: 89-112
- MARY, G. MEDUS, J. DELIBRIAS, G. (1977) Documents sur l'évolution de la flore du littoral Nord espagnol au Würm. *Bull. AFEQ.* 1977-1, 50: 23-31
- MARY, G. (1989) Cronología de los depósitos del último período frío de la costa norte de España.

- Ensayo de correlación. *II Reunión del Cuaternario Ibérico*. Actas :18. Madrid.
- MOARES DOMINGUEZ, C. MARTINEZ CORTIZAS, A. PEREZ ALBERTI, A. (1993). Procesos de edafización sobre algunos materiales de origen periglacial en las Sierras Orientales de Galicia (NW de la península Ibérica). en *La evolución del Paisaje en las montañas del entorno de los Caminos Jacobeos*. Xunta de Galicia. Santiago.
- MOURIK, van J. M. (1986) «Pollen Profiles of Slope Deposits in the Galician Area (N.W. Spain). *Netherlands Geographical Studies*. Amsterdam.
- MUCHER, H. J. CARBALLAS, T. GUITIAN, F. et al. (1972). Micromorphological analysis of effects of alternanting phases of landscapes stability and instability on two soil profiles in Galicia, N.W. Spain. *Geoderma*, 8: 241-266
- NONN, H. (1966) *Les régions cotieres de la Galice (Espagne)* Etude geomorphologique. Pub. Fac. Lett. Univ. Strasbourg.
- RAMIL REGO, P.(1992). *La vegetación cuaternaria de las Sierras Septentrionales de Lugo a través del análisis polínico*. Tesis Doctoral. Fac. Biología. Universidade de Santiago.
- RAMIL REGO, P.(1993). Evolución climática e Historia de la Vegetación durante el Pleistoceno Superior y el Holoceno en las regiones montañosas del Noroeste Ibérico. en *La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los Caminos Jacobeos*. Xunta de Galicia. Santiago.
- SAA OTERO, P. (1985) *Contribución a la cronología de sedimentos costeros por análisis polínico*. Tesis Doctoral. Fac. Biología. Universidade de Santiago.
- SILVA HERMO, B., GUITIN OJEA, F. (1984). Horizontes B sobre materiales graníticos de Galicia. *Anal. Edafol. Agrobiol.* XLIII, 1-2: 111-132
- TABOADA, M. T. AIRA, M. J. DÍAZ-FIERROS, F. (1993) Formación de turberas en la Sierra de O Bocelo. Relación con las condiciones paleoambientales del Holoceno. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 18: 365-377
- TEXIER, J-P. MEIRELES, J. (1986). Les formations littorales quaternaires du Minho (Portugal): propositions pour une nouvelle approche climatocronologique et dynamique. *Cahiers du Quaternaire*, 16: 115-136.
- TORRAS TRONCOSO, L. (1982) *Aplicación del análisis polínico a la datación de paleosuelos en Galicia*. Tesis Doctoral. Fac. de Biología. Universidade de Santiago.
- TORRAS, M. L. DÍAZ-FIERROS, F. VAZQUEZ VARELA, J. M. (1980). Sobre el comienzo de la Agricultura en Galicia. *Gallaecia*, 8: 51-59
- TORRAS, M. L. VILLAR, M. C. VAZQUEZ, J. M. MACIAS, F. DÍAZ-FIERROS, F. (1977). Crisis erosivas en el Cuaternario reciente de Galicia. *Actas III Reunion Nacional Grupo de Trabajo del Cuaternario*. C.S.I.C. Madrid (1979): 229-236
- VIDAL ROMANÍ, J. R. PÉREZ ALBERTI, A., GRAJAL BUENO, M. (1977). Testimonios de climas semiáridos en el cuaternario de Galicia. *Actas III Reunion Nacional del Grupo Español de Trabajo del Cuaternario*. C.S.I.C., Madrid: 211-218
- VITA-FINZI, C. (1969). *The mediterranean valleys geological changes in historical times*. Cambridge Univ. Press.

Recibido: 1/VIII/95

Acceptado: 30/9/95