

LOS PALEOSUELOS DE LAS TERRAZAS Y GLACIS DEL SECTOR RIOJANO DEL EBRO

M. Vidal Bardán

E.T.S.I. Agrónomos de Lugo. C/ Aguas Férrreas s/n. 27002-Lugo

Resumen. Se estudiaron cuatro perfiles de suelo rojo desarrollados sobre las terrazas y glacis del sector riojano del Ebro. La interpretación de los resultados analíticos, examen micromorfológico, análisis de rayos X de agregados orientados, análisis de la fracción pesada de la arena, el fraccionamiento de las formas de hierro mediante diversos extractantes y la relación textural limo/arena muy fina ponen de manifiesto la sucesión de dos fases que han concurrido en el desarrollo de los actuales suelos rojos, separadas entre sí por episodios de erosión que los arrastraron y depositaron sobre niveles más bajos, experimentando allí posteriormente procesos de reordenamiento edáfico.

Palabras clave: suelo rojo, terraza, glacis, erosión, reordenamiento edáfico.

Abstract. Four profiles of the red soil developed on terraces and glacis of the Ebro Riojan sector were studied. The interpretation of the analytical results, micromorphological test, orientated aggregates X-ray analyses, sand heavy fraction analysis, iron forms fractioning through diverse extrants and the textural relation silt/very fine sand reveals the succession of two phases that have concurred in the development of actual soils, separated within themselves through erosion episodes which swept them away and deposited them on lower levels, undergoing an edaphic rearrangement process there later on.

Key words: red soil, terrace, glacis, erosion, edaphic rearrangement.

1. Introducción

En contraste con el estrecho y cerrado valle de meandros encajados de la Rioja Alta Alavesa, a partir de Logroño se inicia el tramo medio del Ebro en donde el río se ensancha, adaptando una forma de artesa y quedando la llanura de inundación flanqueada, en ambas márgenes, por depósitos de terraza.

En el sector comprendido entre las localidades de Alfaro y Logroño, las terrazas del Ebro se disponen en cinco series por encima del cauce actual del río. La correlación riojana que establece Gonzalo (1981) permite señalar los siguientes niveles de terraza: TV (170-180m), TIV (120-130m), TIII (85-95m), TII/III (50-60m) y TI (15-20m). Mensua e Ibañez (1977) proponen una distinción entre terrazas antiguas, medias y recientes, basándose en una agrupación de niveles en la vertical, formando dos o tres conjuntos separados entre sí por una fuerte excavación. Las terrazas TV y TIV forman un grupo que se destaca del compuesto por las TIII y TII/III y, a su vez, de las TII y TI. Las primeras corresponderían a un cuaternario antiguo, el segundo grupo a un cuaternario medio y las últimas estarían asociadas a un cuaternario reciente. Las terrazas medias de los ríos pirenaicos y los niveles de 85-95 y 50-60 m del Ebro serían

correlativos con la penúltima glaciaciación (Riss) y, a su vez, el nivel superior del Aragón (60 m) y el de los afluentes de éste junto con la terraza de 120-130 m del Ebro estarían vinculadas a la antepenúltima glaciaciación (Mindel). De esta manera se confirmaría la hipótesis poliglaciarista que mantiene tres máximos glaciares separados por dos períodos de excavación, aunque se refleje de manera algo distinta en la margen pirenaica del Ebro y en el sector riojano de este río (Mensua e Ibañez, 1977).

Sobre las areniscas y margas de esta región se ha elaborado un sistema de glaciares escalonados que tienen en las terrazas su nivel base, y con las que enlazan lateralmente. En la margen derecha del Ebro, entre el sistema Ibérico y el lecho del río, estas formas de erosión aparecen bien conservadas, alcanzando un notable desarrollo y extensión. Por el contrario, en la margen izquierda su representación y estado de conservación son más reducidos. Por correlación altitudinal con las terrazas asociadas, los niveles de glaciares se enumeran como GI, GII, GII/III, GIV y GV. Ambos tipos de formaciones, terrazas y glaciares, se diferencian no sólo por su morfología sino también por la composición del recubrimiento. En tanto que las terrazas presentan gravas de origen longitudinal, generalmente poligénicas, los glaciares están recubiertos por materiales poco rodados, arrancados de las laderas o bien son graveras removidas de terrazas y glaciares de cota superior. Muchos de estos depósitos han podido verse involucrados en más de un ciclo de erosión-sedimentación.

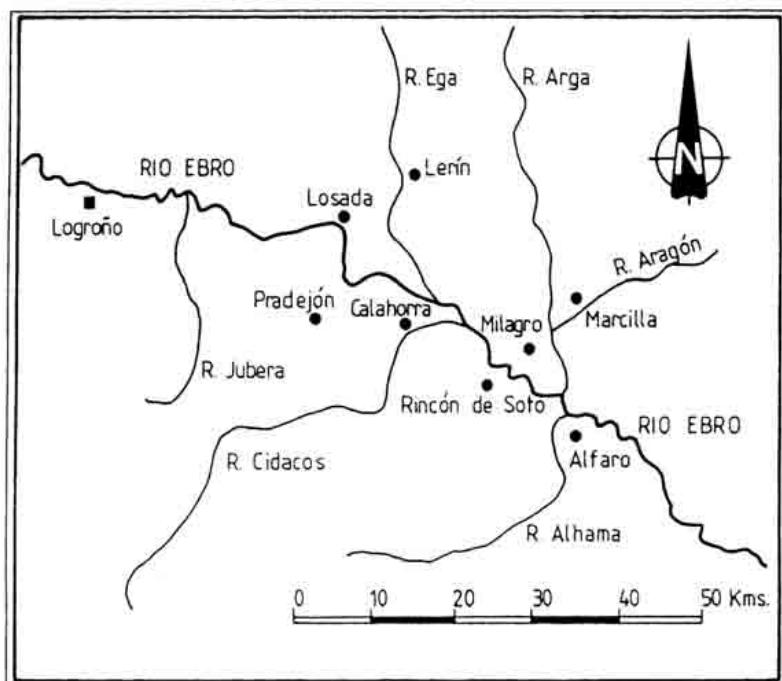


Figura nº1. Mapa de situación
Location map.

La composición petrográfica de los cantos de la margen derecha revelan una procedencia lateral desde la sierra de Cameros y relieves inferiores. Predominan las areniscas y margas más o menos calcáreas, conglomerados silíceos y calizas, calizas margosas y arenosas, así como el complejo Wealdico representado por conglomerados y areniscas de grano fino. Estos conglomerados están constituidos por cantos heterométricos de cuarcita y caliza micrítica; las areniscas, de diferentes tonalidades, contienen cuarzo y feldespatos trabados con un cemento calcáreo muy coherente. Estratigráficamente pertenecen al Mioceno y Oligoceno, y la formación waeldica al Jurásico terminal.

En este sector, los niveles superiores de terraza se encuentran notablemente desmantelados y los medios e inferiores con frecuencia alabeados y deformados por la extrusión de los yesos y otras estructuras

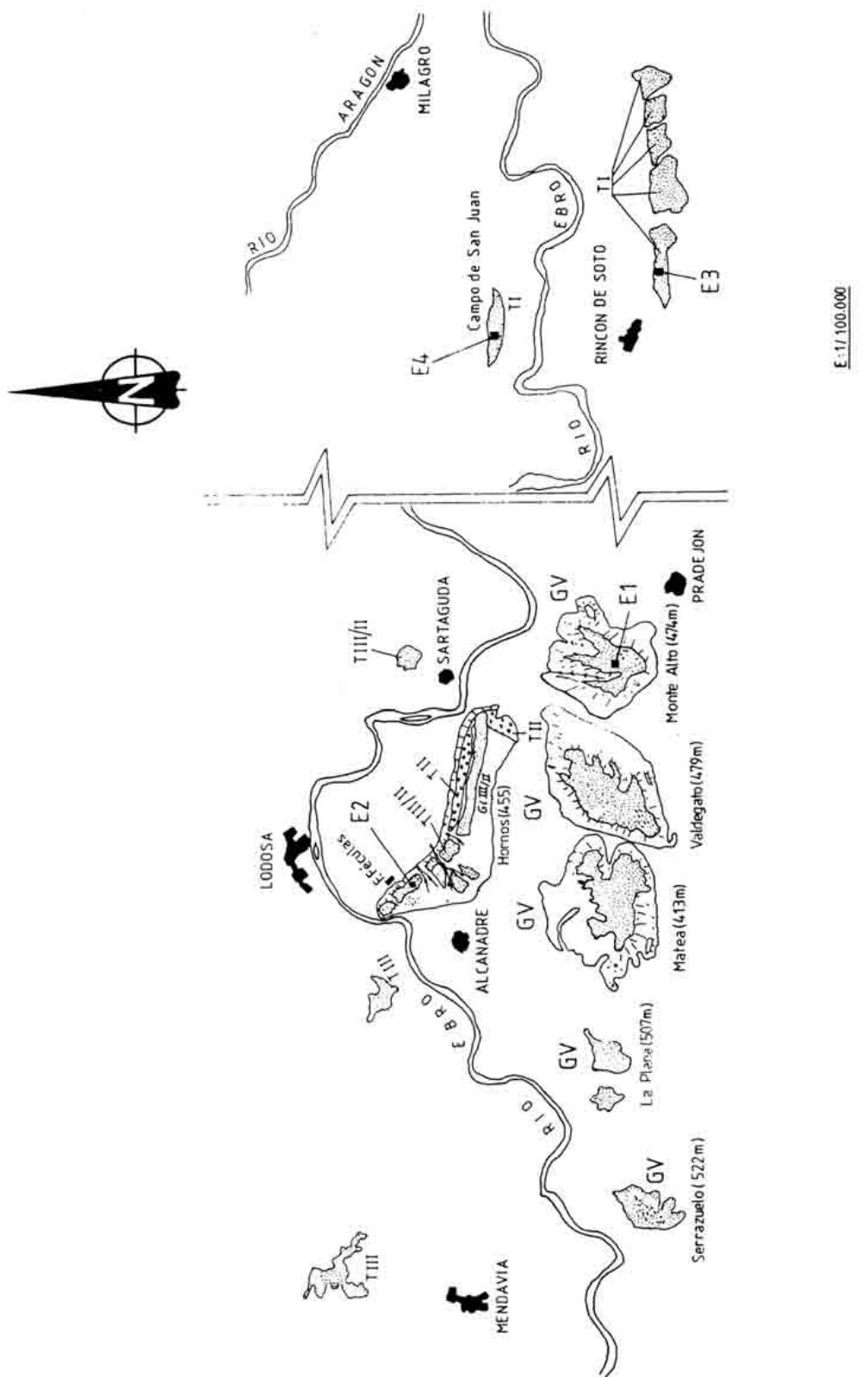


Figura 2. Localización de los perfiles de suelo estudiados.
Location of soils

halocinéticas. Ello hace que la identificación de los diferentes niveles de erosión, al yacer en ocasiones sobre cotas no esperadas, resulte comprometido.

Este trabajo tiene como finalidad principal el estudio y la caracterización de los paleosuelos del sector riojano del Ebro, comprendidos entre los ríos Jubera, Cidacos y Alhama, tributarios del Ebro por su margen derecha (Figura nº1). Se trata de suelos rojos geomorfológicamente localizados en el dominio de los grandes glaciares y terrazas fluviales. Los mejores testigos de estos suelos se encuentran en los términos de Matea, Valdegato y Monte Alto (La Rioja), en la margen derecha del Ebro, y correspondientes, según la seriación de niveles expuesta anteriormente, al nivel V de glaciación. Estos suelos, así como el sustrato de glaciación que los soportan, han escapado de la erosión remontante que afecta al conjunto de estas formaciones. Su conservación está relacionada con su orientación NO-SE, formando una barrera casi continua a lo largo de 13 km, y que es la dirección seguida por las estructuras anticlinales que afectan al sustrato. La profundidad de estos suelos es variable, oscilando entre 0,5-1,5 m según su estado de conservación. En Monte Alto (474 m) se conserva una costra caliza bien armada y que constituye un buen ejemplo de horizonte petrocálcico.

Tabla 1. Información general de los perfiles de suelo
General information

Perfil	Localización	Altitud	Altura relativa	superficie	regimen hídrico	régimen térmico	tipología
E1	Pradejón (LR)	460 m	165 m	glacis V	arídico	mésico	Ustochreptic Paleorthid
E2	Alcanadre (LR)	380 m	85 m	terraza III/II	arídico	mésico	Ustollic Camborthid
E3	Rincón de Soto (LR)	300 m	5 m	terraza I	arídico	mésico	Ustochreptic Calciorthid
E4	Rincón de Soto (LR)	300	5 m	terraza I	arídico	mésico	Ustollic Calciorthid

Otra franja estrecha de suelos rojos se encuentra al pie de Hornos (455 m) y su posición se corresponde con la terraza TII/III. Una tercera y última situación de estos paleosuelos es la terraza TI, en los alrededores de Rincón de Soto (La Rioja). Se trata de dos enclaves de suelo rojo de moderada extensión que se extienden a lo largo de ambas márgenes del Ebro, rodeados de suelos pardos. El de la margen izquierda, conocido como el Campo de San Juan, alcanza el medio metro de espesor y se encuentra sobre un conglomerado de cantos cementados por carbonato. El testigo de la margen derecha, más extenso y profundo, se extiende a lo largo de la carretera Alfaro-Calahorra. La localización de los perfiles de suelo rojo, así como su extensión, se reflejan en la Figura nº2.

En cuanto a la caracterización climática de la zona, predomina claramente el tipo semiárido, mesotérmico, sin que exista exceso de agua en ningún momento del año; la temperatura media anual es de 13,4°C y la precipitación media anual es de 401 mm.

2. Material

Para este estudio se seleccionaron cuatro perfiles de suelo rojo: el perfil E1, representativo de los glaciares altos (GV) de este sector; el E2 situado sobre la terraza TII/III, y los suelos E3 y E4 que caracterizan las formaciones edáficas de la terraza TI (Figura nº2). Para caracterizar los regímenes hídricos y térmicos de los suelos se seleccionaron las estaciones termopluviométricas de Alfaro y Logroño-

Algoncillo (La Rioja). La tabla nº1 resume la información relativa a cada uno de los perfiles. La altura relativa de los puntos seleccionados se determinó mediante diferencias de paraje sobre fotografía aérea de escala 1:30.000. En la recogida y descripción de los perfiles se han seguido los criterios establecidos en la "Guía para la descripción de perfiles de suelo" editada por la FAO; las descripciones pormenorizadas de cada uno de los perfiles se presentan en el Anexo I.

3. Métodos

Para la caracterización de las muestras de suelo se realizaron las siguientes determinaciones: análisis granulométrico (método internacional de la pipeta de Robinson), pH en agua y CIK IN, materia orgánica y carbono (Walkley y Black, 1934), nitrógeno (método de Kjendhal), carbonato cálcico (calcímetro de Bernard), capacidad de intercambio catiónico (método del acetato amónico), cationes de cambio (fotometría y complejometría), acidez valorable (método de Peech, 1947) y óxidos de hierro (Fed) y de aluminio libres (Mehra y Jackson, 1960). El hierro total (Fet) se obtuvo mediante ataque con ácido sulfúrico y fluorhídrico sobre muestras calcinadas a 450°C. La extracción del hierro solubilizado con oxalato amónico (Feo) se realizó siguiendo el método propuesto por Schwertmann (1964). Además, se analizó la fracción arcilla por difracción de rayos X, empleando agregados orientados previamente saturados con magnesio y glicerina. Para el estudio micromorfológico se prepararon láminas delgadas de bloques de suelo impregnados en cronolita, realizando la descripción de acuerdo con la terminología propuesta por Bullock (1985). Por último, se efectuaron observaciones de algunas preparaciones de la fracción pesada de la arena (separación con bromoformo).

4. Resultados y discusión

Los resultados analíticos correspondientes a los cuatro perfiles estudiados se presentan en las tablas nº2 y 3. Cabe resaltar la presencia de carbonato cálcico en todos los horizontes de suelo, principalmente en forma de pequeñas concreciones pulverulentas, y un complejo de cambio mayoritariamente saturado de calcio. En general, la capacidad de intercambio catiónico de estos suelos está en consonancia con la mineralogía de las especies arcillosas existentes. El análisis de la fracción arcilla muestra una notable uniformidad de composición. El cortejo mineralógico está compuesto a base de una dominante mica-ilita, abundante caolinita y escasa clorita, surgiendo trazas de un interestratificado de ilita-clorita. Con el fin de corroborar la existencia de caolinita en presencia de clorita se procedió al tratamiento diferencial con dimetilsulfóxido, confirmándose aquella por la formación del complejo monocapa de 1,3 nm de caolinita. Como minerales accesorios se encuentran el cuarzo, feldespato plagioclasa, goethita, hematites y el óxido ferromagnético $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ o maghemita.

Las descripciones de la fracción pesada de la arena revelan, en general, un claro predominio de los opacos naturales y de alteración frente a las especies transparentes. En la subfracción mayor analizada, 0,5-0,2 mm, dominan los óxidos e hidróxidos de hierro, formas octaédricas de maghemita y algunos microagregados magnéticos compuestos a base de cristales de cuarzo y embutidos en un cemento ferruginoso. Por el contrario, la subfracción menor (0,2-0,05 mm) resulta más rica en leucoxenos. También, con carácter general, se puede afirmar que la subfracción de menor tamaño es más rica que la 0,5-0,2 mm. La gama de cristales transparentes es variada, presentando una asociación del tipo: turmalina, anatasita, augita, broquita, circón, granate, rutilo, epidota-zoisita y estaurolita.

En la tabla nº4 se refleja el fraccionamiento de las formas de hierro que se realizó por medio de distintos extractantes. En general, no resulta sencilla la interpretación de estos valores a causa de los fenómenos de hidromorfia y los procesos de erosión y reordenamiento edáfico que han experimentado muchos de estas formaciones edáticas (Vidal, 1991). En el caso concreto de los valores de Feo y Feo/Fed (hierro amorfo o de baja cristalinidad), éstos presentan el ordenamiento lógico que cabría esperar; es decir, los valores máximos se encuentran en los horizontes superficiales y los más bajos en la base del perfil. Por otra parte, cabría esperar que las proporciones de hierro libre (Fed/Fet) y de hierro cristalino, (Fed-Feo)/Fet, presentaran algún tipo de correlación tanto con el nivel de alteración experimentado por los materiales del suelo como con la altura relativa de la forma de erosión sobre la que se ha desarrollado el suelo y la edad de éste. Sin embargo, los valores encontrados en el perfil E1 resultan muy distantes de los encontrados en situaciones semejantes (Vidal, 1993a); valores de hierro libre comprendidos entre el 40-50% (Hubschman, 1975) serían los esperados en el caso del perfil E2 (TII/III, de edad rissiense) y en el

Tabla nº2. Datos analíticos
Analytical results

Tabla nº3. Datos analíticos (continuación)
Analytical results.

que, por el contrario, se registran los valores más bajos. De igual modo, resulta inexplicable la semejanza de valores existente entre los perfiles E1 y E3, cuando la ubicación de éste último sobre la terraza T1 justificaría el encontrar en él los valores más bajos de todos los obtenidos. Todo ello nos induce a pensar que estos suelos sufrieron procesos de desmantelamiento y arrastre posterior, encontrándose actualmente los perfiles E2, E3 y E4 como formaciones edáficas reordenadas, y en las que es posible encontrar cualquier combinación u ordenamiento de valores, que no reflejan, por tanto, la disposición original de sus horizontes. Esta posible interpretación de los resultados obtenidos en el fraccionamiento de las formas de hierro junto con el examen del análisis textural, pruebas micromorfológicas y, además, la ubicación actual de los perfiles de suelo rojo E3 y E4 sobre la terraza más baja (T1) y rodeados de suelos pardos, ponen en entredicho el carácter verdaderamente autóctono del conjunto del material original de estos suelos. Esta afirmación no descarta la posibilidad de que estas formaciones edáficas hayan desarrollado posteriormente un verdadero proceso constructivo de suelo.

Tabla 4. Faccionamiento de las formas de hierro. Valores expresados como % Fe₂O₃
Breaking-up of iron forms

Perfil	horizon.	1	2	3	4	5	6
E1	Ap	3.36	1.74	0.24	51.7	13.7	44.6
	Bw	3.61	2.09	0.15	57.8	7.1	53.7
	CBk	3.07	1.47	0.16	47.8	10.8	42.7
E2	Ap	4.11	1.12	0.16	27.2	14.2	23.4
	Bw	3.24	1.02	0.08	31.4	7.8	29.0
	BCk	3.48	1.01	0.08	29.0	7.9	26.7
E3	Ap	1.71	0.75	0.07	43.8	9.3	39.7
	Bw	2.76	0.97	0.08	35.1	8.2	32.2
	BCk	1.64	0.70	0.04	42.6	5.7	40.2

1: Fet (%); 2: Fed (%); 3: Feo (%); 4: Fed/Fet (%); 5: Feo/Fed (%); 6: (Fed-Feo)/Fet (%)

Según se puede comprobar en la tabla nº2, los valores de la relación textural limo/arena muy fina(r) marcan diferencias entre suelos e incluso entre horizontes de un mismo perfil. Los perfiles E2 y E3 presentan una variación de los valores de "r" difíciles de interpretar si no invocamos, como se dijo anteriormente, procesos de arrastre de suelo desde niveles más altos. El suelo de la terraza TII/III (perfil E2) podría significar un primer proceso de remoción y transporte, depositándose primero el material más grueso ($r=1,69$) y recubriendo más tarde los materiales más finos ($r=3,23$). Si actúan de nuevo los agentes de erosión, el suelo se ve sometido a una segunda fase de desmantelamiento y transporte a cotas inferiores; como consecuencia de ello, primero se arrastran los horizontes superficiales, que eran los de textura más fina y finalmente los horizontes más profundos(valor de r más reducido). El resultado final de la nueva sedimentación quedaría invertido con relación a la situación anterior (E2 de la terraza TII/III), y reflejaría la variación de valores que presenta el perfil E3 de la terraza T1, situado en la margen derecha, en el que el valor de r más alto corresponde al horizonte BCk y el más bajo al horizonte superficial Ap. El valor de $r=2,07$ del perfil truncado E4 correspondería, por tanto, a un horizonte profundo de otro suelo que ha sufrido el mismo proceso pero situado en la margen izquierda del Ebro.

El examen micromorfológico (Anexo II) revela la presencia de frecuentes fragmentos de rasgos texturales de color pardo rojizo y de aspecto envejecido, sin orientación y presentando una extinción difusa, con síntomas de disruptión y de escasa birrefringencia (pálpulas). Además de esto, abundan los rasgos de carácter amorfo del tipo de nódulos de hierro (goethita) de notable desarrollo junto con masas vermiciformes de leucoxenos. Ambos tipos de edaforrasgos tienen claramente el carácter de heredados de antiguas formaciones (Vidal, 1991).

Por otra parte, abundan los microlitos o formas cuadráticas y globulares de óxidos de hierro dispersos en la micromasa del suelo; proceden de la oxidación y disgregación de los granos de magnetita presentes en algunos materiales sedimentarios del tipo de las areniscas. Se trata, como así ocurre en el caso de los suelos rojos del río Aragón, Arga e Iratí (Vidal, 1993a y 1993b), de formas octaédricas de maghemita. La ausencia de rasgos texturales definidos (cutanes de poros, etc.) hay que interpretarla como consecuencia de la perdida de los originales rasgos edafogenéticos de estos suelos rojos, al verse sometidos a sucesivos ciclos de erosión y transporte. Sin embargo, los rasgos de naturaleza limoarcillosa de difusión o presión que se observan sobre las caras de algunos de los agregados, junto con los frecuentes revestimientos e intercrecimientos de micrita en cavidades y poros (recarbonatación secundaria) son pruebas de una edafogénesis más reciente que han experimentado estos suelos durante su reordenamiento edáfico posterior.

5. Conclusiones

Los suelos rojos aquí estudiados son formaciones edáficas desarrolladas sobre los niveles altos de terraza y glacis del sector riojano del Ebro, comprendido entre los ríos Jubera y Alhama, tributarios del Ebro por su margen derecha. El análisis mineralógico de la fracción arcilla refleja una variada gama de óxidos de hierro compuesta por goethita, hematites y maghemita, además de ilita, caolinita y clorita.

En estos suelos se detecta la superposición de dos procesos edafogenéticos de distinto grado y separados en el tiempo. El primero de ellos, el original del propio suelo rojo, lleva asociado un proceso de herencia de formaciones aún más antiguas, como lo prueban tanto el abundante contenido de opacos de alteración (leucoxenos, óxidos e hidróxidos de hierro) presentes en la fracción pesada de la arena como los frecuentes edaforrasgos de contextura (lito y edaforrelicto) que aparecen extinguidos al examinarlos con nícoles cruzados y en los que su color no guarda relación alguna con la micromasa actual del suelo.

Los valores de la relación limo/arena muy fina (r) y los correspondientes al fraccionamiento de las formas de hierro (hierro libre y hierro cristalino), junto con la existencia actual de suelos rojos sobre el nivel de la terraza más baja (TI), prueban la existencia de procesos de erosión y de transporte de los primitivos suelos rojos hacia niveles de erosión de cota inferior. La segunda fase constructiva de estos suelos consiste en un proceso de reordenamiento edáfico allí donde quedaron depositados y confinados, y que se traduce en la aparición de rasgos texturales de difusión o de presión sobre las caras de los agregados, además de sobrevenir posteriormente un proceso de recarbonatación secundaria como lo atestiguan los frecuentes revestimientos de micrita cálcica.

Referencias bibliográficas

- Bullock, P. (1985): *Handbook for soil thin section description*. Pub. Waine Research. Londres.
- FAO/UNESCO (1987): *Guía para la descripción de perfiles de suelos*. Roma.
- Gonzalo, A. (1981): *El relieve de La Rioja. Análisis estructural*. TD, Zaragoza.
- Hubschman, J. (1975): *Morphogenèse et pedogenèse quaternaires dans le piémont des Pyrénées Génoises et Ariégeoises*. Tesis Université Lille, III, 474pp.
- Mehra, O.P. y Jackson, M.L. (1960): Iron oxides removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered sodium bicarbonate. *Clays clay Min.* 7:317-327.
- Mensua, S. & Ibañez, M.J. (1977): Terrazas y glacis del centro de la depresión del Ebro. *Comentario a los mapas. Dep. Geografía*. Universidad de Zaragoza.
- Peech, M. (1947): *Methods of soil analysis for soil fertility investigations*. U.S. Dept. Agr. C. 757, 25pp.
- Schwertmann, U. (1964): Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraktion mit Ammoniumoxalat-Lösung. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 105: 194-202.
- Vidal, M. (1991): *Los suelos rojos de la cuenca del Ebro: mineralogía y clasificación*. Serie de Investigación Científica. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca.

- Vidal, M. (1993a): Los suelos rojos de la Canal de Berdún (Huesca). *Lucas Mallada*. Instituto de Estudios Altoaragoneses, Huesca (en prensa).
- Vidal, M. (1993b): Estudio de los paleosuelos de las cuencas de Pamplona y Lumbier (Navarra). *Cuaternario y Geomorfología*. (en prensa).
- Walkley, A., y Black, C. (1934): An examination of the Deijjareff method for determining soil organic matter and a proposal modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, 37:29-38.

Paleosuelos de terrazas y glacis 139

ANEXO I
Descripción de los perfiles de suelo

Perfil E1

Topografía: Superficie del glacis V (170m)
 pendiente: 5%
 drenaje interno: bueno
 vegetación: bosque residual de Quercus
 condiciones de humedad durante el muestreo: seco en superficie y húmedo en la base.

<u>profundidad (cm)</u>	<u>horizonte genético</u>	<u>descripción</u>
0-25	Ap	Texura franca. Color en seco 5 YR 4/7, color en húmedo 5 YR 4/4. Estructura poliedrica subangular débil y gruesa. Duro en seco. No se aprecian carbonatos. Pocas raíces finas y medianas. Límite gradual.
25-65	Bw	Texura franco limosa. Color en seco 5 YR 4/5/6, color en húmedo 5 YR 4/6. Estructura poliedrica subangular gruesa y moderada. Consistencia: duro. Algunos cutanes de arcilla. Débil y puntual reacción de carbonatos. Muy pocas raíces finas. Límite brusco y plano.
65-85	CBr	Texura franca. Color seco 7'5 YR 6'5/4, color en húmedo 7'5 YR 5/7. Estructura poliedrica subangular muy débil y gruesa. Friable. Fuerte reacción de carbonatos. Algun fragmento de costra calcárea. Límite desconocido.
+85	Ckm	No asoma en el punto de muestreo, si en cortes naturales próximos a éste. La grava fuertemente cementada.

Perfil E2

Topografía: superficie de la terraza III/II del Ebro.
 pendiente: llano
 drenaje interno: bueno
 vegetación: Artemisa Herba Alba
 condiciones de humedad durante el muestreo: húmedo en toda su profundidad.

<u>profundidad (cm)</u>	<u>horizonte genético</u>	<u>descripción</u>
0-30	Ap	Texura franco arcillosa. Color en seco 5 YR 4/3, color en húmedo 5 YR 3/4. Estructura poliedrica subangular moderada y media. Friable. Escasos fragmentos de roca. Reacción a carbonatos. Pocas raíces medianas. Límite gradual.
30-70	Bw	Texura franca. Color en seco 5 YR 5/6, color en húmedo 5 YR 4/4. Estructura poliedrica subangular gruesa y fuerte. Friable. Algun canto. Mayor contenido de carbonatos. Muy pocas raíces gruesas. Límite difuso a.
70-120	BCK	Texura franca. Color en seco 5 YR 5/6, color en húmedo 5 YR 4/6. Estructura poliedrica subangular moderada y gruesa. Friable. Algun canto. Mayor contenido de carbonatos. Muy pocas raíces gruesas. Límite difuso.
+120	Ck	Conglomerado de cantos no cementados.

Perfil E3

Topografía: superficie de la terraza I del Ebro.
 pendiente: llano
 drenaje interno: bueno
 vegetación: almendro
 condiciones de humedad durante el muestreo: húmedo a capacidad del campo.

<u>profundidad (cm)</u>	<u>horizonte genético</u>	<u>descripción</u>
0-25	Ap	Texura arena franca. Color en seco 7'5 YR 5/4, color en húmedo 7'5 YR 4/6. Estructura granular muy débil. Consistencia: suelto. Abundantes cantos de grava. Abundantes carbonatos. Muchas raíces muy finas y alguna gruesa. Límite neto.
25-50	Bw	Texura arena franca. Color en seco 5 YR 4/7, color en húmedo 5 YR 3'5/4. Estructura poliedrica subangular muy débil. Suelto. Poros entre granos de arena. Pocos fragmentos rocosos. Existencia de concreciones pulverulentas de carbonatos. Muy pocas raíces muy finas. Límite neto.
50-80	BCK	Texura franco arenosa muy fina. Color en seco 5 YR 6/6, color en húmedo 5 YR 5/7. Sin estructura apreciable. Escasa cementación de carbonatos. Frecuentes poros entre granos de arena. Canales. Límite brusco.
+80	Ck	Grava de terraza con recubrimientos calcáreos, pero no cementada.

Perfil E4

Topografía: superficie de la terraza I del Ebro.
pendiente: llano
drenaje interno: bueno
vegetación: eliminada, barbecho.
condiciones de humedad durante el muestreo: húmedo a capacidad del campo.

profundidad (cm)	horizonte genético	descripción
0-50	Ap	Textura arena franca. Color en seco 5 YR 4/8, color en húmedo 5 YR 3/6. Estructura poliédrica subangular moderada y gruesa. Consistencia: suelto. Abundantes cantos de arenisca y calizos. Aparentemente decarbonatado. Pocas raíces muy finas. Límite brusco con.
+50	Ck	Manto de teraza. Alto contenido de carbonatos sin presentar cementación.

ANEXO II
Resumen de las características micromorfológicas

Perfil E1

horizonte	Ap	Bw	CBk
Microestructura:	Granular muy fina. Empaquetamiento compuesto	Bloques subangulares muy finos. Empaquetamiento compuesto.	idem anterior
G/Fx =	12 um 4/6	12 um 4/6	12 um 3/7
Distrib. Rel.:	Porfidica cerrada	Porfidica de espaciado simple	idem anterior
b- contextura:	motas aisladas	granoestriada débil	crystalítica
fracción fina:	arcillosa pardorojiza; moteado orgánico: turbio.	arcillosa, anaranjado y limpio	limoso, naranja, limpio birrefringente.
fracción gruesa:	cuarzo microcristalino (50 m), calcedonia, chert y feldespato y fragmentos de cuarcita. La granoselección mejora con la profundidad.		
Edaforrasgos:			
de contextura.-	fragmentos de rasgos texturales envejecidos, sin orientación y extinción difusa; de contorno redondeado y con síntomas de disruptión.		
texturales.-	rasgos arcillosos de difusión o de presión en caras de agregados y poros.		
crystalinos.-	microlitos de hábito globular de óxidos de hierro	idem anterior	revestimientos de micrita en cavidades. Intercrecimientos de calcita en poros; nódulos de calcita.
amorfos.-	nódulos y moteados de óxidos de hierro y de naturaleza leucoxénica; contornos agudos con el material del suelo.		

Perfil E2

horizonte	Ap	Bw	CBk
Microestructura:	migajosa; abundante porosidad intra e interagregado.	esponjosa; abundantes cavidades.	idem anterior
G/Fx =	15 um 3/7	15 um 4/6	15 um 3/7
Distrib. Rel.:		Porfidica de espaciado simple.	
b- contextura:	motas aisladas	crystalítica	crystalítica
fracción fina:	arcilloso; pardo-naranja; poco limpio; dominios de alta birrefringencia.	limoso; pardo-naranja; más limpio; dominios de alta birrefringencia.	idem anterior
fracción gruesa:	cuarzo meso-medio y meso-grueso, calcedonia, feldespato, fragmentos de areniscas y molases.		
comp. orgánicos:	abundantes tejidos inalterados y frecuentes restos melanizados de 4-8 um		
Edaforrasgos:			
texturales.-	revestimientos limosos de poros e hiporevestimientos de fragmentos de roca de naturaleza limo-calcaria.		
crystalinos.-		módulos de calcita (1mm) y calcita acicicular en poros	idem anterior
amorfos.-	módulos de hierro de hasta 400 um, algunos de goethita de desarrollo colítico		

Perfil E3

horizonte	Ap	Bw	CBk
Microestructura:	migajosa, con frecuente porosidad intergranular.	de grano pelicular, con huecos de empaquetamiento compuesto simple.	esponjosa, con frecuentes cavidades.
G/Fx =	3 um 3/2	12 um 4/1	3 um 1/4
Distrib. Rel.:	Porfirica de espaciado simple	quitónica	porfirica de espaciado simple
b- contextura:	cristalítica	motas aisladas	cristalítica
Fracción fina:	micromasa limo arcillosa, pardo amarillenta, limpida, con colores altos de interferencia	idem anterior	naturaleza limosa
Fracción gruesa:	cuarzos meso-gresos, calcedonias, piroxenos, feldespatos, estaurolitas, módulos de calcita; fragmentos rocosos de arenisca. Los cristales de cuarzo del Ap con fuerte picado y corrosión		
comp. orgánicos:		escasos en todo el suelo	
Edaforrasgos:			
de contextura.-	dominios arcillosos, redondeados y de color pardo; extinción difusa y moteada: de carácter heredado		
texturales.-	revestimientos de grano compuestos, originados por presión	idem anterior	
cristalinos.-			intercrecimientos de micrita y nódulos cristalinos de calcita de 300 um.
amorfos.-		módulos de hierro típicos y nucleados de tamaño variable (50-200 um); frecuentes leucoxenos y rutilos alterados a leucoxenos	
		en todos los horizontes son frecuentes los cristales globulares y cuadráticos de óxidos de hierro.	

Perfil E4

horizonte	Ap
Microestructura:	granos conectados y de grano pelicular; porosidad de empaquetamiento simple
G/Fx =	15 um 3/2
Distrib. Rel. :	integrado de gerúfica y porfirica cerrada
b-contextura:	motas aisladas
Fracción fina:	micromasa limo-arcillosa parda; falta de limpidez por abundante moteado de carácter orgánico y microlitos rojos de óxidos de hierro
Fracción gruesa:	constituida por granos de cuarzo de tamaño macro-fino; algunos cristales de calcedonia, feldespato y rutilo; fragmentos de cuarcita y de arenisca.
Comp. orgánicos:	fragmentos de tejidos y abundantes moteados finos
Edaforrasgos:	
de contextura.-	algunas pápulas de color naranja, con síntomas de envejecimiento y escasa birrefringencia
cristalinos.-	cristales globulares y cuadráticos de óxidos de hierro
amorfos.-	formas anhédrales de goethita y masavermiformes de leucoxeno; algunos módulos de hierro de gran desarrollo (250 um).