

# CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS DEPOSITOS DETRITICOS PLEISTOCENOS DE LOS MONTES VASCOS-PIRINEOS OCCIDENTALES Y SU RELACION CON FORMACIONES EDAFICAS SURPIRENAICAS

I. Sánchez-Carpintero,  
M. Vidal y  
F.M. Ugarte

---

*El trabajo que presentamos a continuación es el resultado de un grato encuentro que los autores tuvimos con Félix, con ocasión de una Conferencia Internacional que, sobre temas geomorfológicos, tuvo lugar en Vitoria en 1990.*

*El mutuo interés por el medio físico en los Montes Vascos y Pirineos nos animó a estudiar conjuntamente las posibles relaciones entre los depósitos pleistocenos de ambas regiones y los suelos surpirenaicos. Salidas al campo y largas discusiones fructificaron en una buena amistad, infelizmente corta en el tiempo. Sirva la publicación de este trabajo como homenaje póstumo y de reconocimiento al mérito científico de quien fue tan buen amigo e investigador.*

*Aralar eta Aizkorri mendizerretako ipar behealdeko eta Iruñerriko glaziar inguruko burdin oxidoen forma eta banaketa aztertzen dira, Aragoiko morrena eta terraza multzoarekin alderatuz.*

*Sedimentuen aldaketa-maila baloratu ahal izateko eta koerlazio-irizpide kronologiko gisa erabiltzearen, 2 mm-z behetik frakzioan aurkituriko burdina libre, silikatado eta kristalinoen proportzioen erlazio adierazgarriak hartu dira adierazletzat.*

*Ez da inolako erlazioirik burdin eduki osoaren eta depositoarekin adinaren artean, burdina amorfo edo kristalinitate gutxiak balore altuetara jotzen du sedimentu berriagoetan. Burdina kristalinoaren proportzioa, ordea, gorantz doa adinaren arabera.  $(Fe_2-Fe_3)/Fe$  frakzioaren %40-50eko tartea diskriminazio-maila kritikoa dela ematen du. Aragoiko ibai-glaziareetako lurzoru gorriak eta terrazak (Mindel-Riss) eta Aralar zein Aizkorriko kolubioak sinkronikoak dira, baina Buruntuzin (Pleistozeno Ertaina) eta Aragoiko morrenek, Monreal-eko metaketa estratifikatuak eta Jaca-ko terrazaren estaldurak gerokoak izan behar dute (Goi Pleistozenoa).*

*Se estudian las formas y distribución de los óxidos de hierro en diversos coluviones del piedemonte septentrional de las sierras de Aralar y Aizkorri y del área periglacial de la Cuenca de Pamplona comparándolas con las del complejo de morrenas y terrazas de Aragón.*

*Para valorar el grado de alteración de los sedimentos y utilizarlo como criterio cronológico de correlación se han definido como indicadores las relaciones representativas de las proporciones de hierro libre, silicatado y cristalino en la fracción inferior a 2 mm.*

*No existe relación alguna entre el contenido total de hierro y la edad de los depósitos, mientras que el hierro amorfo o de baja cristalinidad tiende a valores altos en los sedimentos recientes. En cambio, la proporción que representa el hierro cristalino se incrementa con la edad de la formación. El intervalo 40-50% de la fracción  $(Fe_2,Fe_3)/Fe$  parece representar un nivel crítico de discriminación. Los suelos rojos y terrazas fluvio-glaciares del Aragón (Mindel-Riss) son sincrónicos con los coluviones de Aralar y Aizkorri, mientras que las morrenas de Buruntuzin (Pleistoceno Medio), y de Aragón, la acumulación estratificada de Monreal y el recubrimiento de la terraza de Jaca deben ser posteriores (Pleistoceno Superior).*

*Dans cette étude on analyse les formes et la distribution des oxydes de fer dans plusieurs colluvions du pied de montagne septentrional des chaînes d'Aralar et d'Aizkorri et de la zone périglaciaire du Bassin de Pamplona, en les comparant avec ceux existant sur l'ensemble des moraines et des terraces de l'Aragon.*

*Pour déterminer le degré d'altération des sédiments et pour l'utiliser comme critère chronologique de corrélation, nous avons choisi comme indicateurs les rapports représentatifs des proportions de fer libre, de silicate et de cristallin dans la fraction inférieure à 2 mm.*

*Il n'y aucun rapport entre le contenu total en fer et l'âge des dépôts, tandis que le fer amorphe ou de basse cristallinité présente des valeurs élevées dans les sédiments récents. Par contre, la proportion de fer cristallin augmente avec l'âge de la formation. L'intervalle 40-50% de la fraction  $(Fe_2,Fe_3)/Fe$  semble présenter un niveau critique de discrimination. Les sols rouges et les terraces fluvio-glaciaires de l'Aragon (Mindel-Riss) sont synchroniques avec les colluvions d'Aralar et d'Aizkorri, tandis que les moraines de Buruntuzin (Pleistocène Moyen) et de l'Aragon, l'accumulation stratifiée de Monreal et le recouvrement de la terrasse de Jaca doivent être postérieures (Pleistocène Supérieur).*

## INTRODUCCION

Son numerosos los trabajos dedicados a la localización y descripción geomorfológica de los depósitos cuaternarios; en cambio son menos abundantes los que se refieren al estudio de su génesis y cronología. Algunos autores emplean con confianza tanto las formas como la distribución de los óxidos de hierro como indicadores de la edad relativa de los suelos. Así, Arduino et col. (1984, 1986 y 1988) Hubschman (1975) Vidal et col. (1991) han podido comprobar la validez de estos índices en el análisis del grado de alteración de las formaciones edáficas. Este trabajo viene a corroborar la hipótesis de que el contenido y la distribución de las formas de hierro constituyen también un criterio cronológico y de diferenciación de los diversos tipos de sedimentos cuaternarios.

## MATERIAL Y METODOS

Para la realización de este trabajo se han recogido veinticuatro muestras: siete provienen de formaciones coluviales, dos de depósitos estratificados de pendiente, siete de depósitos morrénicos y un total de ocho horizontes correspondientes a dos suelos rojos desarrollados sobre la terraza fluvio-glacial de 60 m. del río Aragón.

Los coluviones de Bedayo, Larraitz y Zegama (B1, 81-2, B-2, L1, L2, Z1 y 22 de la tabla n.º 1) pertenecen a las formaciones del piedemonte septentrional de las Sierras de Aralar y Aizkorri (Guipúzcoa): se trata de depósitos detríticos de gran extensión y 5 a 6 m. de espesor, formados por clastos angulosos (de dimensiones decimétricas y centimétricas) y bloques calizos, englobados en una matriz arenosa. Las muestras han sido recogidas en varios puntos a diferente altitud, del sector distal del piedemonte. Cronológicamente estos depósitos se sitúan en el Pleistoceno Superior, sin más precisiones (Latasa et col. 1990). También se incluye una acumulación de ladera con costra bréichica (H1 y H2) como construcción característica del área periglacial de la Cuenca de Pamplona.

Dos de las muestras de sedimentos morrénicos (A1 y A2) corresponden al depósito de Buruntzuzin (Sierra de Aralar, Navarra), constituido por bloques y clastos de material calizo, englobados en una matriz areno-limosa con estructura sedimentaria típica de till, del Pleistoceno Superior (Ugarte, 1991). Las cinco muestras restantes (M1, m1, M2, m2 y m3) pertenecen al complejo de morrenas frontales de la cubeta terminal del río Aragón (Villanúa, Huesca).

A los perfiles de suelo rojo (S<sub>1</sub> y S<sub>2</sub>) desarrollados sobre la terraza de 60 m. del río Aragón se les atribuye una edad Mindel-Riss (Vidal, 1988). En el perfil S<sub>1</sub>, los horizontes A y C<sub>c</sub> representan el recubrimiento alóctono que fosilizó el primitivo suelo rojo de esta terraza. La relación entre la edafogénesis de estos suelos y la edificación del complejo morrénico de Villanúa ha sido abordada recientemente por Vidal et col. (1991). La tabla n.º 1 resume las principales características de identificación de los materiales seleccionados.

Todas las muestras han sido secadas al aire y posteriormente acondicionadas para obtener las fracciones enteras menores de 2 mm. El hierro total (Fet) se ha obtenido mediante ataque con ácido sulfúrico y fluorhídrico sobre muestras calcinadas a 450° C. La extracción del hierro solubilizado con ditionito-citrato-bicarbonato (Fe<sub>s</sub>) y con oxalato amónico (Fe<sub>o</sub>), se ha realizado siguiendo los métodos de Mehra y Jackson (1960) y Schwertmann (1964), respectivamente. El contenido de hierro de los extractos ha sido determinado mediante espectrofotometría de absorción atómica.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados analíticos correspondientes a las diversas formas de hierro de la fracción fina (> 2 mm.) se presentan en la tabla n.º 2, en la que los valores de Fe<sub>o</sub>, Fe<sub>s</sub> y Fe<sub>t</sub> se expresan en porcentajes de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. La interpretación de estos resultados revela que no existe relación alguna entre el contenido total de hierro (Fe<sub>t</sub>) y la edad del depósito. Nuestra experiencia confirma que, el Fe<sub>o</sub> (hierro amorfo o de baja cristalinidad) tiende a presentar valores altos en los sedimentos recientes y resulta más bajo en aquellos otros de mayor antigüedad, mostrando el Fe<sub>s</sub> (hierro libre total) la tendencia contraria. De igual modo, la proporción que representa el hierro cristalino (goethita, hematites, etc.), (Fe<sub>s</sub>-Fe<sub>o</sub>) / Fe<sub>s</sub>, se incrementa gradualmente con la antigüedad de la formación y, a su vez, resulta independiente de la composición litológica.

n.º muestra	referencia	tipo depósito	litología dominante	localidad	altitud cm.)
1	B1	coluición	caliza	Bedayo (Guipúzcoa)	400
2	B1-2	"	"	"	450
3	B2	"	"	"	500
4	L1	"	"	Larraitz (Guipúzcoa)	400
5	L2	"	"	"	450
6	Z1	"	"	Zegama (Guipúzcoa)	450
7	Z2	"	"	"	600
8	H1	estratificado de ladera	poligénica	Monreal (Navarra)	480
9	H2	"	"	"	500
10	M1	circo morrénico	poligénica	Villanúa (Huesca)	930
11	m1	"	"	"	930
12	M2	"	"	"	930
13	m2	"	"	"	930
14	m3	"	"	"	930
15	A1	depósito morrénico	caliza	S <sup>a</sup> Aralar (Navarra)	850
16	A2	"	"	"	900
17	S1-A	recubrimiento suelo de terraza	poligénica	Jaca (Huesca)	818
18	S1-Cc	"	"	"	818
19	S1-2Ab	suelo rojo fosilizado	"	"	818
20	S1-2Btb	"	"	"	818
21	S1-2CBb	"	"	"	818
22	S2-Ap	suelo rojo terraza	"	Berdún (Huesca)	670
23	S2-Bt1	"	"	"	670
24	S2-Bt2	"	"	"	670

Tabla n.º 1. Identificación de los depósitos detríticos estudiados.

n.º muestra	referencia	Fe <sub>t</sub> (%)	Fe <sub>d</sub> (%)	Fe <sub>o</sub> (%)		Fe <sub>d</sub> /Fe <sub>t</sub>	Fe <sub>o</sub> /Fe <sub>d</sub>	(Fe <sub>d</sub> -Fe <sub>o</sub> )/Fe <sub>t</sub>
						(x 100)	(x 100)	(x 100)
17	S1-A	3,71	1,64	0,57		44,2	34,7	28,8
18	S1-Cc	4,21	1,92	0,58		45,6	30,2	31,8
19	S1-2AB	5,36	2,52	0,67		47,0	26,6	34,5
					$\bar{X}$	45,6	30,5	31,7
					SD	1,4	4,0	2,8
10	M1	4,49	1,98	0,46		44,1	23,2	33,9
11	m1	4,21	1,87	0,59		44,4	31,5	30,4
12	M2	5,71	2,84	0,73		49,7	25,7	36,9
13	m2	4,64	2,41	0,66		51,9	27,3	37,7
14	m3	3,92	1,84	0,51		46,9	27,7	33,9
					$\bar{X}$	47,4	27,1	34,5
					SD	3,3	3,0	2,8
8	H1	3,74	1,59	0,23		42,5	14,4	36,4
9	H2	4,43	1,94	0,30		43,8	15,5	37,0
					$\bar{X}$	43,1	14,9	36,7
					SD	0,9	0,7	0,4
6	Z1	0,82	0,70	0,06		85,4	8,6	78,0
7	Z2	2,92	1,41	0,14		48,3	9,9	43,5
					$\bar{X}$	66,8	9,2	60,7
					SD	26,2	0,9	24,3
15	A1	1,49	1,00	0,12		67,1	12,0	59,1
16	A2	1,06	0,61	0,08		57,5	13,1	50,0
					$\bar{X}$	62,3	12,5	54,5
					SD	6,7	0,7	6,4
4	L1	3,98	2,75	0,51		69,1	18,5	56,3
5	L2	3,60	2,29	0,28		63,6	12,2	55,8
					$\bar{X}$	66,3	15,3	56,0
					SD	3,8	4,4	0,3
22	S2-Ap	2,71	1,78	0,32		65,6	17,9	53,8
23	S2-Bt1	4,71	3,21	0,59		68,1	18,4	55,6
24	S2-Bt2	3,95	3,75	0,37		94,9	9,8	85,5
					$\bar{X}$	76,2	15,3	64,9
					SD	16,2	4,7	17,8
20	S1-2Btb	4,29	3,40	0,39		79,3	11,5	70,1
21	S1-2CBb	4,04	3,30	0,54		81,6	16,4	68,3
					$\bar{X}$	80,4	13,9	69,2
					SD	1,6	3,4	1,2
1	B1	2,09	1,91	0,23		91,4	12,0	80,4
3	B2	1,46	1,16	0,23		79,5	19,8	63,7
2	B1-2	2,00	1,86	0,30		93,0	16,1	78,0
					$\bar{X}$	87,9	15,9	74,0
					SD	7,3	3,9	9,0

Tabla n.º 2. Fraccionamiento de las formas de hierro de la fracción fina (> 2 mm.) de cada muestra.  
 $\bar{X}$ , valor medio; SD: desviación standard.

Se ha obtenido el valor medio y la desviación standard de las relaciones representativas de las proporciones de hierro libre y cristalino de cada formación

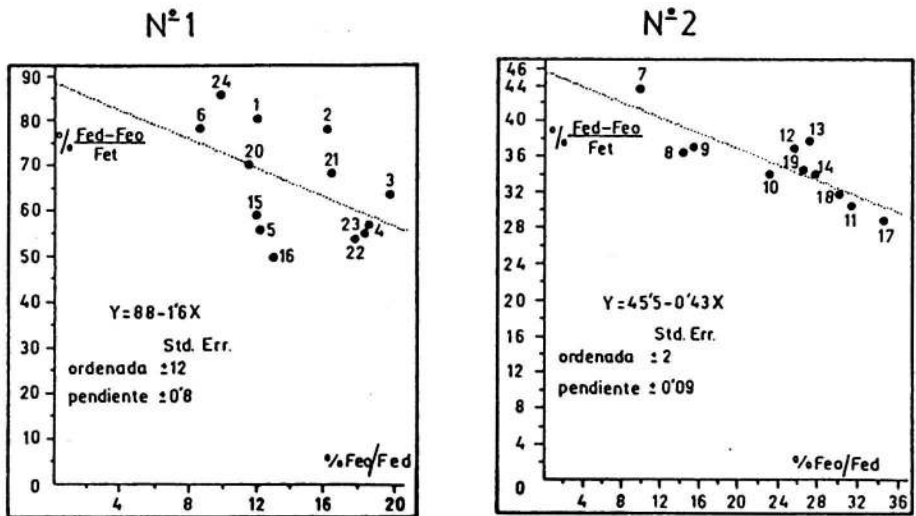


Figura 1. Ajustes lineales de los valores de  $Fe_0/Fe_2+$  y  $(Fe_0-Fe_2+)/Fe_2+$ .

En la tabla n.º 2 los depósitos se han dispuesto en orden creciente de los valores medios de  $Fe_0/Fe_2+$  y  $(Fe_0-Fe_2+)/Fe_2+$ , es decir, de menor a mayor antigüedad. A su vez, las muestras se han reagrupado en la figura 1 de acuerdo con los valores de  $Fe_0/Fe_2+$  y  $(Fe_0-Fe_2+)/Fe_2+$  obtenidos. En el ajuste lineal n.º 2 se observa una relación estrecha entre los materiales del Complejo morrénico del Aragón, el recubrimiento del perfil S<sub>1</sub>, el depósito bréchico de Monreal y la parte superior de la formación coluvial de Zegama. En cambio, en el ajuste n.º 1, por encima del 50% de  $(Fe_0-Fe_2+)/Fe_2+$  se sitúan, aunque de forma más dispersa, los horizontes de los suelos rojos (S<sub>1</sub> y S<sub>2</sub>), el depósito morrénico de Aralar y la mayoría de las muestras procedentes de los coluviones.

## CONCLUSIONES

En los depósitos detríticos estudiados, el intervalo 45-50% de la fracción  $(Fe_0-Fe_2+)/Fe_2+$  parece representar un nivel crítico de discriminación de formaciones cuaternarias en la franja Montes Vascos-Pirineos Occidentales. Como consecuencia, los suelos rojos y las terrazas fluvio-glaciares del río Aragón de edad Mindel-Riss, resultan sincrónicos con las formaciones coluviales del piedemonte septentrional de las sierras de Aralar y Aizkorri y el depósito morrénico de Buruntuzin (Pleistoceno Medio). Por otra parte, las morrenas del Aragón, el recubrimiento que fosilizó la terraza de Jaca y la acumulación estratificada de Monreal deben ser posteriores y cabría situarlas en el Pleistoceno Superior.

**BIBLIOGRAFIA**

- AJMONE MARSAN., BARBERIS, E. and ARDUINO, E., 1988. A soil chronosequence in northwestern Italy: morphological, physical and chemical characteristics. *Geoderma* 42, 51-64.
- ARDUINO, E., BARBERIS, E., CARRARO, F. and FORNO, M.G., 1984. Estimating relative ages from iron-oxides /total-ion ratios of soils in the western Po Valley, Italy. *Geoderma* 33, 39-52.
- ARDUINO, E., BARBERIS, E., AJMONE MARSAN, E., ZANINI, E., and FRANCHINI, M., 1986. Iron oxides and clay minerals within profiles as indicators of soil age in northern Italy. *Geoderma* 37, 45-55.
- HUBSCHMAN, J., 1975. Morphogenese et pedogenese quaternaires dans le piemont des Pyrenees Garonnaises et Ariegdeses. Tes. Doc. Toulouse.
- LATASA, I. y UGARTE, F., 1990. Las formaciones coluviales de litología caliza en el piedemonte N. de la Sierra de Aizkorri. *Lurralde* 13, 149-156.
- MEHRA, O.P. and JACKSON, M.L., 1960. Iron oxide removal from soils and clays by dithionite-citrate system buffered with bicarbonate. *Clays Clay Miner.* 7, 317-327.
- SCHWERTMANN, U., 1964. Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraktion mit Ammoniumoxalat-Lösung. *Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkd* 105, 194-202.
- VIDAL, M., 1988. Los suelos rojos de la cuenca alta del Ebro: Génesis, mineralogía y clasificación. Tes. Doc. U.P.M. 667 pp.
- VIDAL, M. y SANCHEZ-CARPINTERO, I., 1991. Análisis e interpretación de algunas cuestiones que plantea el complejo de morrenas y terrazas del río Aragón (Huesca). Cuaternario y Geomorfología (en prensa).