

Formas e depósitos glaciares e periglaciares no Xeoparque Montañas do Courel (Galicia)

Augusto Pérez Alberti

Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola. Universidade de Santiago de Compostela. Campus Vida. 15782. Santiago de Compostela.
E-mail: augustoperezalberti@gmail.com

Rebut el 31.03.2021. Acceptat el 11.05.2021.

As Montañas do Courel atópanse en Galicia, no Noroeste da Península Ibérica, entre as coordenadas 42,715° N; 42,32° N e 7,023° O; 7,42° O. O seu relevo está caracterizado pola presenza dun conxunto de vales encaixados e interfluviais estreitos que se alonga practicamente de Norte a Sur. Litoloxicamente dominan as lousas, cuarcitas e calcarias con pequenos afloramentos de diabasas. Os materiais están intensamente fracturados por mor da dinámica tectónica que se puxo en marcha a partires do Cenozoico. Destacan de xeito especial as fallas de desgarro (strike slip fault) que presentan unha dirección xeral NNL-SSO. Ademais, óllanse outros sistemas de fracturas que levan direccións NO-SL ou O-L, que fragmentaron o terreo e delimitaron un amplo conxunto de bloques con formas sigmoides que marcan o deseño xeral de moitos sectores do territorio. A rede fluvial está moi condicionada por este sistema de discontinuidades que dirixen o percorrido xeral dos vales, pero tamén, e dun xeito singular, pola litoloxía.

Durante o Plistoceno recente, nunha data que está por determinar mais posiblemente vai entre máis de 40.000 anos e 11.000, o clima dominante era frío con intres de diferente temperatura e humidade. Iso provocou a remodelación de moitos sectores por mor de procesos glaciares e periglaciares. As pegadas dos primeiros quedaron marcadas en formas erosivas, caso de circos e umbrais rochosos, ou acumulativas, caso de cristas morénicas. Os segundos en depósitos estratificados de aba ou en espectaculares abas de bloques.

Palabras clave: Galicia, Xeoparque Mundial da Unesco Montañas do Courel, glacialismo, periglacialismo, xeomorfoloxía.

Glacial and periglacial landforms and deposits in the Courel Mountains Geopark (Galicia)

The Courel Mountains are located in Galicia, Northwest Iberian Peninsula (between 42.715° N; 42.32° N and 7.023° W; 7.42° W). Their relief is characterized by a group of embedded valleys and cramped watersheds that expand in a North-South direction. The sector is lithologically dominated by slabs, quartzites and limestones with small outcrops of diabase. The materials are intensively fractured by tectonic dynamics set up after the Cenozoic, with strike slip faults showing a prevailing NNE-SSW direction. Also, other fracture systems appear in this sector with directions NW-SE and W-E that fragmented the terrain and delimited a great cluster of blocks with sigmoidal shapes defining large sectors. The fluvial network is very much conditioned by this system of discontinuities that direct the general course of the valleys, but also, and in a singular way, by lithology. During the recent Pleistocene, possibly between ca. 40.000 and 11.000 years, the dominant climate was cold with alternating phases of different temperature and moisture conditions. This caused the remodelling of large sectors by glacial and periglacial processes. Glacial activity favoured the development of erosive landforms, such as glacial cirques and glacial threshold, and accumulative features such as the moraine systems. Periglacial processes favoured the deposition of thick debris mantles covering the slopes.

Keywords: Galicia, Courel Mountains Unesco Global Geopark, glacial processes, periglacial processes, geomorphology.

O Xeoparque Mundial da Unesco Montañas do Courel atópase en Galicia, Noroeste da Península Ibérica, entre as coordenadas 42, 715° N, 42, 32° N e 7,023° O, 7,42° O (Fig. 1). A súa extensión é de 578.29 km² e no ano 2019 vivían nelas 5.178 persoas. O relevo

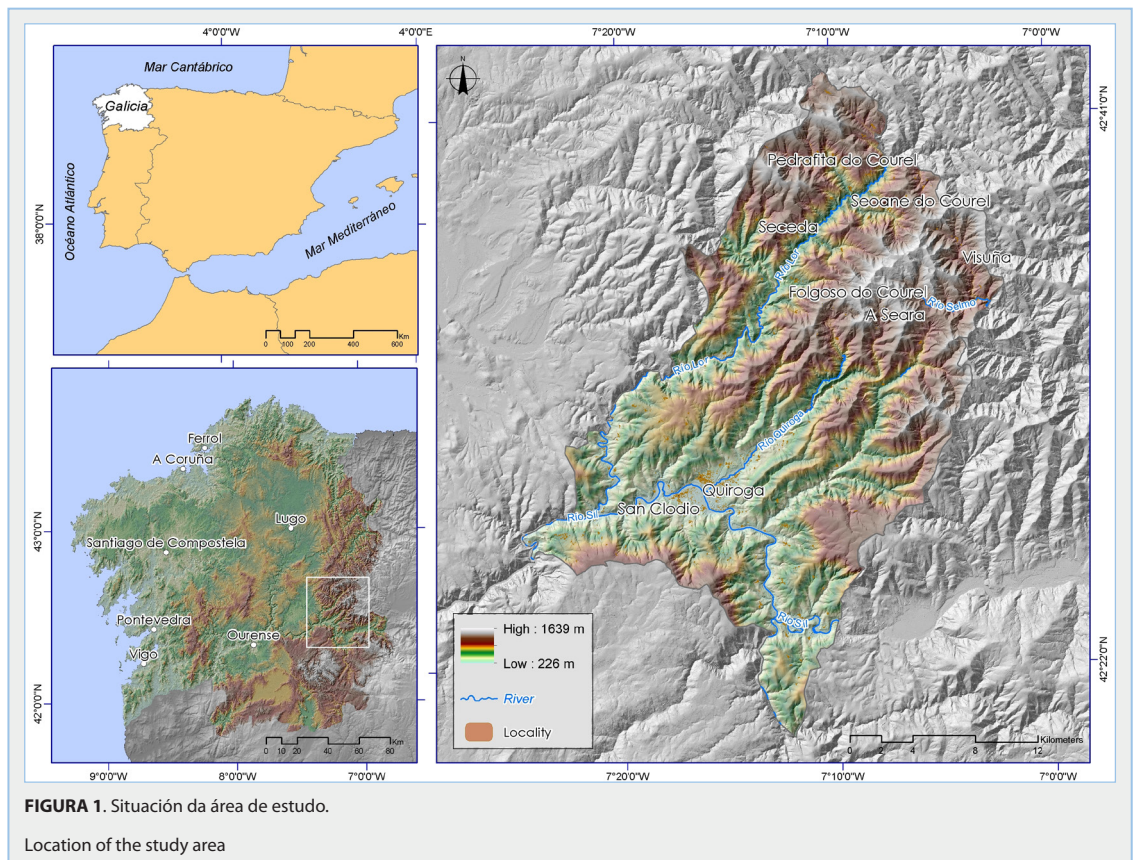
caracterízase por englobar un conxunto de vales e cristas en paralelo orientados de norte a sur. A súa altitude máxima acadada os 1.641 m no pico Formigueiros. A precipitación anual é de 1.277 mm e a súa temperatura media anual de 8,1°. Desde o punto de vista

bioxeográfico a área atopase nun lugar de transición entre a rexión atlántica e a rexión mediterránea. As montañas do Courel son desde o mes de abril de 2019 Xeoparque Mundial da Unesco.

Dentro das rochas dominan as lousas, cuarcitas e calcarias con pequenos afloramentos de diabasas. As primeiras, son sen dúbida as rochas que ocupan unha maior extensión ben de xeito uniforme ou asociadas a outras rochas como as areniscas, calcarias e dolomías, ou a xistos, areniscas ou gneises, e condicionan o perfil abrupto de moitas abas. As cuarcitas dominan en toda a área ocupando bandas paralelas de diferente extensión que se alongan de oeste a leste. A súa importancia reflíctese no terreo por medio de escarpes rochosos como os que se poden ver asociados á gran dobra deitada de Campodola ou no fondo de moitos cursos de auga, orixinando neste caso numerosos cachóns e fervezas. As calcarias pola súa parte, están presentes no sector setentrional do Courel. Vencelladas a elas aparecen formas endocársticas, caso de covas, e exocársticas, como lapiaces, dolinas ou incluso algunha

depresión alongada marcada por fortes procesos de disolución.

Os materiais atópanse intensamente fracturados por mor da dinámica tectónica que se puxo en marcha a partires do Cenozoico. Destacan de xeito especial as fallas de desgarro (*strike slip fault*) que presentan unha dirección xeral>NNL-SSO. Ademais, óllanse outros sistemas de fracturas que levan direccións NO-SL ou O-L, que fragmentaron o terreo e delimitaron un amplo conxunto de bloques con formas sigmoides que marcan o deseño xeral de moitos sectores do territorio. A rede fluvial está moi condicionada por este sistema de discontinuidades que dirixen o percorrido xeral dos vales, pero tamén, e dun xeito singular, pola litoloxía. Neste caso as calcarias introducen un matiz moi importante favorecendo, por unha banda, a xénese de sumidoiros e por outra, a presenza de surxencias. Pódese dicir que a tectónica foi a responsable das grandes liñas do relevo e os diferentes tipos de rocha teñen marcado o deseño das abas a nivel de detalle.



Material e métodos

As caracterización xeomorfolóxica da área de estudo levouse a cabo mediante o emprego dun modelo dixital do terreo de 2 m de resolución empregando o programa ArcGis 10.7 (licenza Universidade de Santiago de Compostela). A cartografía dos sedimentos glaciares e periglaciares fíxose combinando o traballo de campo coa delimitación manual empregando as ortofotografías do Plan Nacional Ortofotografía Aérea (IGN) a unha escala de 1:100. Mediante polígonos debuxáronse os depósitos glaciares e periglaciares; mediante liñas as cabeceiras e circos glaciares e as cristas morénicas. O estudo dos depósitos glaciares e periglaciares fíxose a partir dos afloramentos existentes e incluíu unha descrición básica dos sedimentos, das estruturas sedimentarias así como da composición da matriz e das características dos clastos (Walker & James, 1992; French, 2007).

A cartografía xeomorfolóxica, con especial atención ás formas e depósitos glaciares e periglaciares ten permitido a reconstrución das secuencias de acumulación da zona estudada e foi útil para establecer a evolución

no tempo da actividade glaciaria e periglaciaria. A ELA, a altitude onde o balance de masa é igual a 0, é un parámetro útil e moi empregado para a caracterización ambiental das contornas glaciadas (Porter, 1975, 2001; Hawkins, 1985; Ohmura et al. 1992; Seltzer 1994; Serrano & González-Trueba, 2004; Benn et al., 2005). Para o cálculo das paleoELAs empregouse o método THAR (*toe-to-headwall altitude ratios*) (Porter, 2001) que asume que a ELA se atopa nalgún punto fixo da distancia vertical entre os puntos máis baixos e os máis altos do glaciario.

Resultados

As formas e depósitos glaciares

O xeo é un importante axente de erosión, transporte e sedimentación. Os mecanismos máis importantes son a abrasión e o arranque. Os materiais que transporta o glaciario están situados en posición supra-glaciaria, intra-glaciaria ou sub-glaciaria. Os primeiros proveñen das paredes rochosas e son o produto da meteorización e da fragmentación, especialmente por crioclastia. Chegan ao glaciario por medio de caídas de bloques por gravidade, avalanchas, coadas de barro ou correntes torrenciais. Os segundos están desigualmente repartidos e proveñen da superficie. Penetran no interior do xeo a través das gretas, *crevasses* ou de buracos chamados muíños. Pola súa banda, os sub-glaciares son materiais arrincados do substrato rochoso ou proveñen do transporte das canles de auga sub-glaciares. A súa importancia depende do tipo de glaciario e do substrato. As formas de erosión e os depósitos son fundamentais á hora de levar a cabo unha reconstrución paleoambiental.

As primeiras observacións sobre a existencia de fenómenos glaciares na serra do Courel remóntanse á primeira metade do século vinte (Stickel, 1928). Posteriormente existen citas puntuais ou breves comentarios referentes á existencia de formas e depósitos glaciares en obras non estritamente dedicadas ao tema (Aira-Rodríguez, 1986; Aira-Rodríguez & Guitián-Ojea, 1986; Guitián-Rivera et al., 1985; Herail 1984; Lautensach, 1967; Nussbaum & Gigax, 1953; Vidal-Romaní, 1989; Vidal-Romaní et al., 1991) nas que non se realiza ningunha descrición ou caracterización detallada dos mesmos. Por iso pódese afirmar que o primeiro traballo que afonda no tema é o de Rodríguez-Guitián et al., 1996. Nel abordase o estudo e cartografía das formas e depósitos de orixe glaciaria no val

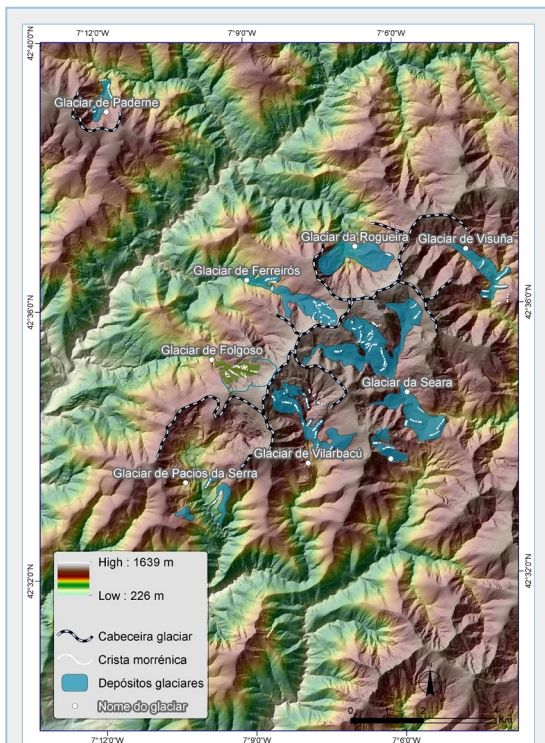


FIGURA 2. Situación dos glaciares.

Location of glaciers.

da A Seara, un dos máis representativos da serra, que serviu de base para posteriores publicacións, como as de Pérez-Alberti & Valcárcel-Díaz (2006), Pérez-Alberti (2019) ou Oliva et al. (2016, 2018, 2019).

No traballo de Rodríguez-Guitián et al. 1996, levouse a cabo unha reconstrución a partir da fotografía aérea existente naqueles intre e elaborouse unha cartografía de formas e depósitos que posteriormente foi contrastada e corrixida *in situ*. No de Pérez-Alberti (2019, o acceso a modelos dixitais de alta resolución, 1m de píxel, construídos a partir de arquivos LAS, do LiDAR, e as ortofotos cunha resolución de 25 cm, teñen permitido unha cartografía máis detallada, non só do val da Seara, senón tamén doutros, como os de Visuña, Moreda (A Rogueira), Ferreirós, Pacios da Serra, Folgoso, Vilarbacú, Palleiros ou Paderne nos que tamén hai evidencias de formas e/ou depósitos de orixe glacial. En calquera caso a efectos prácticos nas montañas do Courel pódense diferenciar entre os glaciares da vertente occidental e da oriental ou se se quere, dada a dirección que segue a serra do Courel, noroccidental

e suroriental. En total máis de 4.000 ha puideron estar afectadas polo xeo e polo menos 1.000 ha están cubertas por sedimentos de orixe glacial (Fig. 2).

Os glaciares da vertente occidental

Na vertente occidental foron identificados e cartografados os glaciares de Paderne, A Rogueira ou Moreda, Ferreirós e Folgoso. O primeiro presenta formas características pero os afloramentos de *till* (depósito de orixe glacial) apenas son visibles. O segundo semella que foi afectado polos xeos pero non se atopan nin formas claras nin afloramentos que permitan afirmar ao cen por cen por onde fluíron as linguas de xeo. Por contra os glaciares de Ferreirós e Folgoso conteñen formas morénicas típicas e bos afloramentos de *till* polo que a súa orixe glacial é indiscutible.

Glaciar de Paderne

A cunca glacial iniciase en Penas Brancas (1.309 m), nun sector de topografía suave que se alonga entre o



FIGURA 3. Morenas no val glacial de Paderne.

Moraines in the glacier valley of Paderne.

monte das Pozas (1.321 m), o leste, e o da a Escrita (1.455 m), ao oeste; percorre o actual regueiro de Valmaior e remata a uns 900 m, preto da confluencia co río Pequeno onde se poden ver morenas ben definidas (Fig. 3).

A altura estimada de xeo foi de 60 m. Bordeando a cabeceira aparecen os circos de Chao dos Mazairos, ao leste e do monte da Poza Grande, ao oeste. Ambos están orientados igual que o val, cara ao norte. A xénese do primeiro deles puido estar condicionada pola presenza de calcarias Semella ser unha dolina aberta remodelada polos xeos. En total a cunca ten unha extensión de 172 ha e a superficie cuberta por sedimentos dunhas 30 ha.

Glaciar da Rogueira

Presenta un aspecto moi claro da súa orixe glacial e, non obstante, amosa escasas evidencias. Este feito hai que vencellalo tanto ao empinado das abas, o que favorecería o movemento rápido da capa de xeo, como a existencia dunha intensa cobertoira vexetal na

actualidade que non favoreceu o traballo de campo nin a localización de bos afloramentos.

A súa cabeceira deseña un amplo anfiteatro situado na contorna do Pico Formigueiros (1.639 m) e nela pódense diferenciar tres sectores: oriental, A Tara, central, A Rogueira, e occidental, A Enciña. Anexo a este aparece un pequeno circo ao pé do Pico Polín (1.374 m) que, como todo o conxunto da Rogueira está orientado ao Norte. As escasas evidencias de *till*, moi dúbidasas, atópanse nos sectores oriental e occidental. A maior incisión das augas do rego da Rogueira propiciaron o seu desmantelamento. Pola contra, no sector occidental, ao leste do Pico Polín, é onde as formas de orixe glacial semellan máis claras e os depósitos máis abundantes.

Modelado sobre as Lousas de Luarca, con intercalacións de Calcarias de Vegadeo e Calcarias da Aquiana, a lingua glacial acadaría os 2,6 km de lonxitude e remataría a uns 850 m de altitude. A extensión da cunca glacial da Rogueira sería de 428,3 ha e a potencial cobertoira de *till* de 123,8 ha. A altitude de xeo é

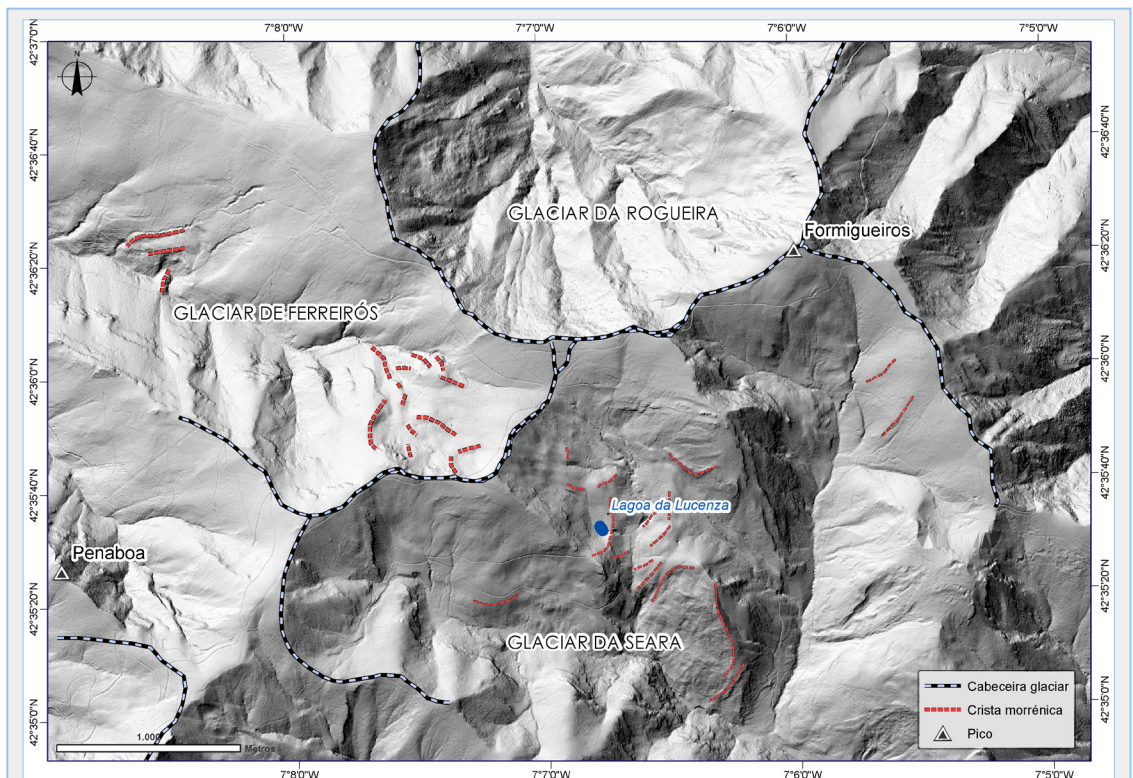


FIGURA 4. Arcos morrénicos nas cabeceiras dos glaciares de Ferreirós e A Seara.

Moraine arches at the headwaters of the Ferreirós and A Seara glaciers.

materialmente imposible de determinar ao non ter ningunha crista morénica indicativa.

Glaciar de Ferreirós

O glaciar de Ferreirós ten a súa cabeceira no Pico Mallón a 1.589 m de altitude e o seu remate a uns 760 m no sector da Veiga e Asperela. A lingua glaciaria ocupaba o fondo do val polo que actualmente discorre o Carrozo do Pando. A súa cabeceira esta formada polo circo do Mallón ao leste e o da Buzaquería, ao oeste. No primeiro atópanse, polo menos, tres arcos morénicos moi ben marcados no terreo. O primeiro na parte superior, a 1.500 m, ao pé do Pico Mallón (Fig. 4); o segundo arredor dos 1.400 m. Por debaixo, na zona da Veiga, aparecen outros tres pequenos arcos morénicos que semellan corresponder ao sector final do glaciar. No circo da Buzaqueira non se observan arcos nin afloramentos que permitan definir con claridade o impacto dos xeos. A lingua acadaría uns 2,5 km de longo e uns 60-65 m de espesor. A cunca glaciaria tería unha extensión de 367,14 ha e capa de *till* 145,1 ha.

Glaciar de Folgoso

O glaciar comezou a formarse ao pé do Pía Paxaro (1.617 m) e descendeu cara ao Noroeste pola Seixa e Os Lagares seguindo o val polo que agora flúe o rego das Coiteladas ata rematar a uns 1.000 m de altitude. O forte encaixamento post-glaciario das canles de auga desta vertente desmantelaron os depósitos existentes a menor altitude. Non obstante, as formas morénicas, como no caso do glaciar veciño de Ferreirós, son moi claras. Cinco arcos morénicos son visibles tanto na aba

occidental como oriental situadas entre os 1.300 e os 1.100 m. A profundidade de xeos situaríase segundo os sectores entre os 50 e os 80 m de potencia. A nivel topográfico, á parte do val glaciario, é de destacar o pequeno circo do Chao da Régoa. Orientado cara ao norte ten 143 m de longo e 141 m de ancho. A cunca do glaciar tería unha extensión de 126,8 ha e a cobertura sedimentaria 42,4 ha.

A apertura da pista que pasando por Lagares segue cara ao Veiguín permite ver bos afloramentos de *till*. Neles diferéncianse un nivel duns 150 cm composto por cantos de lousas, cuarzos e diabasas embutidos nunha matriz limo-arxilosa (Fig. 5). Trátase de materiais matriz-soportados ou clasto-soportados masivos segundo os lugares. Son relativamente frecuentes cantos redondeados ou sub-redondeados de diabasa. As súas características levan a considerar estes depósitos como morenas fronto-laterais que aparecen localmente cubertas por depósitos estratificados de abaixo en gran medida derivan dun retraballamento dos materiais morénicos.

Os glaciares da vertente oriental

Como acontece na outra vertente, nesta hai vales que conteñen formas e/ou depósitos claros que evidencian o paso do xeos, e outros que xeran dúbidas. Hai que ter en conta que os depósitos de orixe glaciaria poden ser destruídos en boa parte polas augas de fusión post-glaciarias ou que se atopan cubertos pola vexetación o que motiva que se non existen cortes naturais ou artificiais ou non se fan perforacións sempre é difícil amosar a existencia ou non de glaciares. En calquera caso, como



FIGURA 5. Depósitos glaciares do glaciar de Folgoso.

Glacial deposits of the Folgoso glacier.



FIGURA 6. Afloramento de till na parte baixa do rego do Pontón.

Outcrop of till in the rego do Pontón.

se di con frecuencia, a non existencia de evidencias visibles non quere dicir que non existan e, polo contexto, pódense extrapolar datos.

Glaciar de Visuña

Trátase dun glaciar complexo. Isto deriva da súa configuración topográfica e pola escaseza de sedimentos. A cabeceira está delimitada polos picos Formigueiros (1.639 m) e Cabeza do Couto (1.428 m), os vales do Couto, das Veigas ou das Maseiriñas que están orientados cara ao norte e presentan un aspecto típico glaciar. Outro tanto acontece co val do rego de Rechouso ou do río do Faro, orientados cara ao sur. En total unha extensa cunca de 1.118 ha das que non hai seguridade cantas estiveron cubertas de xeo. Por iso, con moito tino pódese dicir que a lingua tería unha lonxitude de 4,3 km e remataría augas abaixo da aldea de Visuña e a profundidade máxima acadada sería duns 60 m. A cobertura sedimentaria ocuparía 93,6 ha.

Glaciar da Seara

O glaciar da Seara estaría limitado na cabeceira polos picos Mallón (1.593 m) e Formigueiros (1.639 m). Ten tres corpos: o occidental, dos Chaos; o central, da Lucenza ou do Mallón e o oriental, de Forgas. A falta de levar a cabo novas campañas de campo para determinar con maior precisión ata onde chegaron os xeos hai que afirmar que a lingua remataría augas abaixo da aldea da Seara a 950 m de altitude. Por debaixo dela son visibles algunhas acumulacións de *till* na aba meridional do monte das Reboiñas (Fig. 6). Non obstante queda por determinar se os materiais foron transportados polo glaciar da Seara ou pola posible lingua que descendería polo rego do Pontón desde o pico dos Castros a 1.519 m de altitude. A lonxitude do glaciar da Seara sería de 4,8 km e o seu espesor máximo de xeo duns 130 m. No val destaca o circo dos Castros, posiblemente o mellor exemplo dos existentes no Courel. Está emprazado na súa marxe oriental a 1.516 m e cunha orientación norte. O seu fondo está a 1.381 m. Presenta un deseño practicamente circular de 408m de ancho e 400 m de longo.

Litoloxicamente no val dominan maioritariamente as lousas grises, destacando a presenza de bandas de diabasas nas Mestas, A Lucenza e Os Castros. Este contraste litolóxico adquire unha grande importancia á hora de identificar os depósitos glaciares. A riqueza en minerais favoreceu a apertura de minas, posiblemente dende a época romana, o que deu lugar a pequenas

cuncas que semellan pequenos circos bordeadas por morenas. Trátase, xa que logo, da fronte de explotación e as escombeiras. O seu impacto no val se ben non foi de grande importancia a nivel de extensión si o foi por canto que induce a posibles erros na cartografía do fenómeno glaciar.

A extensión da cunca é de 1.128 ha e delas 301,9 están cubertas de sedimentos glaciares entre os que se poden individualizar dous complexos morénicos claros. Un no sector inferior, por riba da aldea da Seara, que está composto por dous arcos paralelos situados entre os 1.013 e os 1.065 m de altitude; outro, na cabeceira, na contorna da Lagoa da Lucenza, caracterizado por oito arcos que se encadean en paralelo por debaixo e por riba da lagoa. Os primeiros pecharon o val e deron lugar á lagoa que, en tempos relativamente recentes, foi modificada en parte para favorecer a saída da auga.

O primeiro sistema que sobreesae de xeito claro no terreo e destaca pola súa suavidade fronte ás terras do redor, aparece situado en perpendicular ao eixe principal do val. Trátase, xa que logo, de morenas fronto-laterais acumuladas polo empuxe do xeo, que obrigaron a lingua a mudar a súa dirección de fluxo norte-sur por outra oeste-leste cara á aldea de Vieiros. Este feito posiblemente provocou a perda de enerxía e o feito de que nesta aldea e augas abaixo non se atopasen nin formas nin depósitos de orixe glaciar (*till*). Tamén hai que destacar que nun primeiro intre, ata que a construción das morenas o impediu, os xeos puideron fluír cara ao suroeste, cara ao val do Soldón. O desgaste dos materiais na área semella terse producido unha transfluencia glaciar. Non obstante, a falla de evidencias claras non permiten ir máis alá dunha hipótese factible.

Os depósitos morénicos acumuláronse en gran medida enriba dun saínte rochoso preexistente, composto por lousas grises. Os afloramentos permiten ollar os sedimentos enriba do substrato, no camiño de subida ao repetidor de TV. Trátase de materiais matriz-soportados ou clasto-soportados segundo os lugares, sen unha estrutura clara, compostos por unha mestura de cantos ou bloques de lousa, cuarzo e, feito moi importante á hora de interpretar a dinámica glaciar, de diabasa, sub-redondeados ou redondeados, embutidos nunha matriz limo arxilosa. Estamos ante sedimentos de arrastre do glaciar que levou por diante todo o que atopou polo camiño, tanto o material que arrancaba ao eu paso, ou sexa sub-glaciares, como o que se acumulaba por riba do glaciar ou lateralmente,

supra-glaciares, o que explica a mestura de cantos redondeados ou con formas de ferro de reparar clásicas (Fig. 7).

Pola contra, na parte inferior deste sistema morénico, aparece un excelente afloramento de *till* no corte aberto pola estrada que vai cara á Seara. O seu aspecto estratificado e a súa dureza cando está seco amosa unha maior presión no intre da súa acumulación. Trátase dun *till* sub-glaciar composto por sedimentos clas-to-soportados, polo xeral de 10-20 cm no eixe maior en medio do que aparecen bloques de maior tamaño con estrías visibles que poden superar o metro no seu eixe maior.

O complexo morénico da Lucenza sobresa pola sucesión de arcos que van ascendendo cara ao Pico Mallón. Non existen afloramentos nos que se poidan ver ben as características sedimentarias. Non obstante, a gran cantidade de material solto nos camiños permite comprobar que abundan cantos angulosos ou apenas redondeados, moitos deles estriados. O escaso grao de redondez é algo lóxico dado que estamos na parte alta do glaciar e as morenas correspóndense coa fase final de retroceso, con intres de certa estabilidade e outros de retroceso. Este feito explica, á parte do emprazamento en escada visible, a existencia de depresións intra-morénicas que se poden corresponder a pequenos *kettles*, sectores deprimidos, xerados cando se funden os bloques de xeo que quedaron cubertos de sedimentos. Na actualidade xeran lugares máis húmidos e con vexetación distinta que se poden identificar polo seu verdor, diferentes ao mato que abunda enriba das morenas.



FIGURA 7. Depósitos glaciares na contorna da aldea da Seara.

Glacial deposits in the surroundings of the village of A Seara.

Glaciar de Palleiros

Un dos máis cativos e singulares do Courel. A súa cabeceira estaría emprazada entre o Alto da Cabeza do Home (1.469 m), o Cu do Galo (1.485 m) e o do Chao do Campo (1.465 m). O final a 1.080 m. Entre os materiais dominan as Lousas de Luarca e as cuarcitas armoricanas. A súa lonxitude sería de 1,2 km e a súa profundidade deducida acadaría os 65 m. Alóngase de oeste-leste. O xeo debeu acumularse ao sur do Cabeza do Home e no sector dos Chaos o que explica a dirección das morenas arqueada cara ao sueste (Fig. 8). A setentrional acada os 1.351 m de altitude e a segunda estírase entre os 1.350 m e os 1.200 m. Nunha fase posterior, a cabeceira foi ocupada por abas de bloques. En total a cunca tería unha extensión de 43,5 ha e a cobertura sedimentaria 24,54 ha.

Glaciar de Vilarbacú

O glaciar de Vilarbarcú comezaría ao pé do Pía Paxaro (1.610 m), e A Forcadura e o Alto de Murelos, a máis de 1.500 m. A súa cabeceira tería tres brazos, da Muralla, Porto Murelos e o Alto de Murelos. A lingua remataría a 966 m de altitude. Entre as rochas dominan as lousas. A súa cunca abranguería 721,6 ha e a cobertura sedimentaria 150 ha.

O glaciar no seu máximo avance tería unha lonxitude de 2,5 km e un espesor duns 130 m. Ao longo do seu percorrido depositou tres complexos morénicos escalonados. Un primeiro, visible no contorno da aldea de Vilarbacú, está situado a unha cota de entre 1.070-1.100 m e é visible dende Os Carballoes. Un segundo, que se ergue por riba da aldea, na contorna do Carballón, estendese entre os 1.200 e 1.100 m. Trátase, xa que logo, de morenas que non son sincrónicas senón que se foron acumulando a medida que foi retrocedendo a lingua de xeo. E, a maior altitude, aparecen outros dous complexos morénicos asociados ás linguas na fase na que o glaciar se dividiu en dous ocupando un o sector do val do Carrozo das Laguas, ao oeste, e outro o de Porto Murelos, ao leste. No primeiro as morenas están situadas entre os 1.120 e 1.225 m e no segundo arredor dos 1.280 m.

Os afloramentos existentes na contorna da aldea non permiten ver con claridade as facies de orixe glaciar. Unicamente algúns bloques no interior da morena de máximo avance e, especialmente, un gran bloque errático enriba dela que reforza máis se cabe a importancia do glaciario no val.

Glaciar de Pacios da Serra

A explotación mineira existente no val fai moi difícil poder reconstruír o glaciario. Analizando fotos anteriores á súa instalación permite, con moitas reservas, facer unha cartografía aproximada. A cabeceira estaría bordeada polo Campo do Bidueiro (1.404 m), Cobaluda (1.299 m), Alto do Val (1.511 m) e A Barreira (1.485 m). Remataría a uns 800 m de altitude. A altura de xeo acadaría uns 60 m. Nos depósitos dominan as lousas.

En total a cunca ocuparía 854 ha e os depósitos glaciares existentes na actualidade 166 ha. As morenas son visibles na contorna da aldea. O seu emprazamento nun espazo marcado por abas moi erosionadas é significativo porque está a indicar que os solos desenvolvidos sobre materiais morénicos teñen unha maior potencialidade agronómica. Isto vese non só aquí senón por todo o Courel e noutros moitos lugares do mundo que estiveron afectados polo glaciario no pasado.

Os depósitos periglaciares

As principais formacións de orixe periglacial presentes no Courel son os depósitos estratificados de aba

e os campos e abas de bloques que, alí onde se canalizan, dan lugar a ríos de bloques. Se os depósitos de orixe glaciar son coñecidos de antigo, non aconteceu o mesmo cos de orixe periglacial descubertos máis recentemente (Pérez-Alberti et al., 2009, 2016).

Derrubios estratificados de aba

Caracterízanse desde o punto de vista sedimentario por estar constituídos por fragmentos angulosos mesturados con elementos finos, en capas aparentemente rítmicas. Presentan unha acusada estratificación e alternancia de capas de diferente grosor. Fórmase baixo unhas condicións de clima frío atenuado ou marxinal e non requiren a presenza de *permafrost*, ou sexa de solos xeados. A alternancia de ciclos de xeo/desxeo facilitou a fragmentación das rochas e a posta en marcha dos materiais aba abaixo (Fig. 9).

Están presentes nos sectores onde dominan as lousas intensamente fracturadas o que favoreceu a súa fragmentación polos ciclos de xeo/desxeo e a súa mobilidade por mor de diferentes procesos (Pérez-Alberti, 2012), a saber:

- arrastre polo movemento da neve;



FIGURA 8. Arcos morénicos na cabeceira do glaciar de Palleiros.

Moraine arches at the head of the Palleiros glacier.

- transporte de acumulacións de cantos por augas de fusión nival;
- pequenas coadas de barro;
- pequenos fluxos de area;
- lóbulos de cantos.

A análise sedimentolóxica ten permitido ver con detalle os aspectos característicos dos depósitos. Por exemplo, nun afloramento preto da aldea de Soldón dende o punto de vista granulométrico pódense individualizar dúas sub-poboacións:

- cantos de medianos a pequenos (polo xeral de 1 a 10 cm, aínda que tamén se teñen topado de máis de 10 cm) e
- unha matriz limo-arxilosa. Na primeira, na fracción de cantos de maior tamaño dominan os que teñen forma estreita e alongada, aínda tamén son relativamente abondosos os que teñen forma de disco.

Moitos dos primeiros teñen na súa parte superior un revestimento de arxila mentres que a inferior está limpa. Este feito provocou unha clasificación inversa plasmada na deposición de delgadas capas de arxila (as denominadas *coiffés*, polos franceses) que son indicativas da mobilidade vertical dos cantos en relación aos procesos de crio-expulsión. As análises da fábrica indican unha orientación clara dos cantos co eixe máis longo paralelo á dirección da pendente, mais tamén certa relevancia da orientación perpendicular a ela.

En canto os resultados da análise de tamaño de grao feitos na fracción <11 mm, comprobouse que a matriz das gravas está moi mal clasificada, como se pode ver nalgunha mostra recollida na contorna de Soldón. Polo xeral, todas as mostras poden considerarse case

unimodais (un modo dominante de 4 a 11 mm). A curva de frecuencia relativa tamén posibilita identificar un modo menos importante a 10 μm , que corresponde aos minerais de arxila. A difracción de raios X permitiu comprobar que os minerais de arxila presentes na fracción de < 2 μm comprenden *illita* (dominante), *clorita* e *caolinita*. O predominio de *illita* é indicativo da escasa meteorización. A *clorita* e a *illita* proveñen directamente das rochas do substrato. A presenza de *caolinita* indica a existencia de períodos con maior humidade. En calquera caso moitas arxilas non se terían formado nos intres fríos senón con posterioridade. A análise axuda a entender o proceso pero non se pode tomar o dato como un indicador paleoclimático e si evolutivo dos sedimentos. Estes puideron ser datados, como xa se dixo anteriormente, na base do afloramento da Toca onde se atoparon carbóns que teñen dado unha idade de máis de 44.000 anos cal BP (Pérez-Alberti et al., 2009). Os mellores afloramentos deste tipo pódense ver, á parte dos de Soldón e Toca, en Ferreirós de Arriba e na contorna de Castro Portela, mais están presentes na meirande parte das abas modeladas sobre lousas.

Campos e abas de bloques

Os denominados campos de bloques ocupan as partes culminantes das montañas. Nalgúns lugares presentan pegadas evidentes de imbricación entre os bloques o que supón procesos de fragmentación da rocha, levantamento e movemento dos bloques aba abaixo favorecido pola existencia de xeo a modo de cemento entre eles, o chamado xeo intersticial. Son indicadores da presenza dun auténtico *permafrost* no intre da súa formación. Nuns lugares atópanse acumulacións de bloques ao pé dun saínte rochoso; noutros cobren todo o cume, o que é indicativo dunha destrución total do saínte rochoso dando lugar a campos de bloques de cume que, que cara aos bordos tapizan a aba dando lugar a abas de bloques. Alí onde existe unha pequena valgada, poden formarse abas de bloques canalizados ou ríos de bloques. Polo xeral, son formas que a nivel de afloramento presentan unha estrutura aberta, sen matriz fina e atópanse localizados nos sectores con presenza de cuarcitas. Están compostos por bloques que poden superar os dous metros no seu eixe maior que cobren amplas superficies dende a parte superior ata a inferior da aba. Adoitan iniciarse ao pé das paredes rochosas para dende alí descender tapizando o chan, ben de xeito discontinuo ou a modo de coadas



FIGURA 9. Depósitos estratificados de aba.

Stratified slope deposits.

que poden chegar a encaixarse nos vales dando lugar ao que popularmente se coñecen como ríos de pedras, algún de máis de 400 m de lonxitude.

Non cabe dúbida de que os procesos de erosión anteriores á fase fría favoreceron a xénese dos saíntes rochosos a partir dos que se formaron os depósitos. É dicir, cando unha rocha máis resistente está enmarcada entre outras que o son menos á erosión actúa de xeito diferente nas segundas que na primeira. Neste caso as cuarcitas abeiradas por lousas. Por procesos de meteorización e lavado da capa de alteración o chan vaise rebaixando nos lugares de rocha menos resistente, as lousas, quedando en resalte a outra, as cuarcitas. Cando chega o frío as rochas, xeralmente fracturadas, empezan a sufrir procesos de fragmentación. A auga ou neve penetra nas gretas, conxélase e a neve que hai enriba impide que o xeo saia. É o mesmo que se se mete unha botella chea de auga no conxelador. Se se deixa aberta, ao conxelarse, o xeo sae pola boca pero se queda pechada, rebenta. No caso das fracturas sucede o mesmo; se entra auga nas fendas e se conxela sen ter nada por riba, a auga xeada sae. Non obstante, se está cuberta de neve que tamén se conxelou, o xeo da greta funciona como unha cuña que se ensancha e

vai fragmentando os bloques que caen por gravidade ao chan. Dende a base do saínte rochoso comezan a esvarar pola aba abaixo sobre un chan xeado ou cando se producen avalanchas.

O movemento adoita ser lento aínda que depende do tamaño do bloque. En calquera caso, a mobilidade dá lugar a bloques aradores de tamaño variable que poden chegar a labrar regos na parte traseira e pequenas acumulacións de materiais na parte frontal, ou a outros que se moven con maior rapidez tapizando o chan. Cando existe unha valgada, os bloques vanse canalizando e dan lugar a ríos de bloques que poden acadar grande lonxitude. Os mellores exemplos de bloques son os dos Carballoes, na cabeceira do val glaciar de Vilarbacú, con 478 m de longo e 95 de ancho (Fig. 8) e o do Valencín, no val Glaciar de Palleiros, con 135 m de longo e 40 de ancho. Estas cifras foron obtidas a partires de ortofotografías e poden mudar cando se leven a cabo medicións precisas sobre o terreo.

Discusións e conclusións

As forma de depósitos de orixe fría existentes nas montañas do Courel indican ás claras que as condicións climáticas existentes na actualidade son moi diferentes das que existiron no pasado. Na meirande parte das publicacións antigas sobre o glaciario no Noroeste da Península Ibérica sinálase que todos os glaciares identificados en diferentes sistemas montañosos se formarían durante o último ciclo glacial. Non obstante, Hernández-Pacheco (1949, 1957) á hora de explicar o rexistro glacial do macizo de Manzaneda, situado ao sur do Courel, consideraba que se tiña producido antes do último ciclo glacial, e atribuíu as morenas máis baixas á glaciación do Riss. Esta idea dunha glaciación anterior á última tamén foi defendida por de Brum-Ferreira et al., (2000) no Gêres e por Vidal-Romaní et al. (1999) ou Vidal-Romaní & Fernández-Mosquera (2005) no Xurés e no Macizo de Manzaneda. Neste caso, nas súas publicacións non queda claro que as mostras para as datacións cosmoxénicas baseadas en ^{21}Ne de 164 ± 33 ka, 155 ± 29 ka y 84 ± 32 ka, respectivamente, se tiveran recollido sobre material de orixe glacial e non en áreas libres de xeo como parecen indicar as coordenadas publicadas nos seus artigos.

Os datos que se posúen sobre do Courel son escasos ata o de agora. Exactamente contamos cunha datación feita a partir de carbóns atopados na base dun depósito

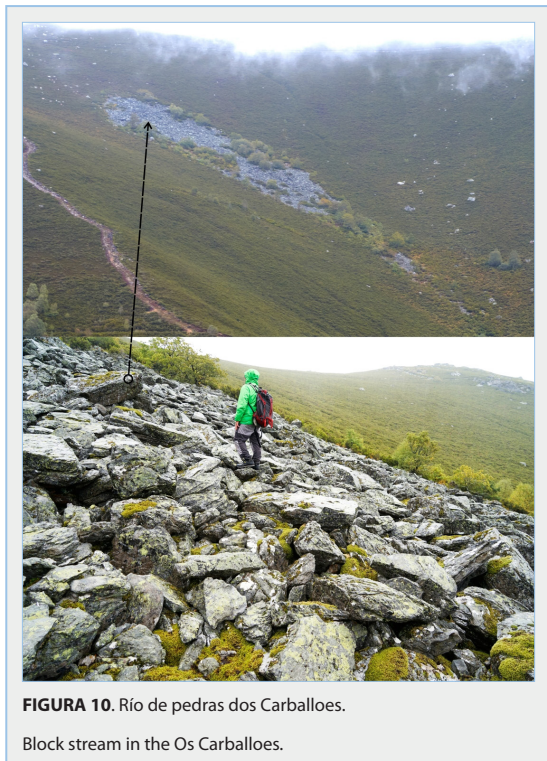


FIGURA 10. Río de pedras dos Carballoes.

Block stream in the Os Carballoes.

estratificado de aba, no lugar da Toca, preto da mina romana do seu nome, que deu unha idade de > 44 ka BP (Pérez-Alberti et al., 2009) e as obtidas dos sedimentos acumulados na Lagoa da Lucenza que proporcionaron 21,4 – 20,6 ka cal BP (Pérez-Alberti, & Valcárcel-Díaz, 1998) e 17,39 ka ± 090BP e 17,32 ka ± 250 BP (Muñoz-Sobrinho et al., 2001). O anterior estanos a dicir que no primeiro caso existiría un clima frío e nivoso que facilitaría a xénese de depósitos estratificados de aba e, posiblemente, e hai que tomalo como unha hipótese a confirmar, comezaría a acumularse neve nas cabeceiras dos vales fluviais o que, co paso do tempo daría lugar a linguas glaciares. Os datos obtidos na Lagoa da Lucenza tamén son de grande interese porque están a indicar que cando se formou, polo peche do val por mor dunha morena, o glaciar xa retrocedera e estaría por riba da cota á que se atopa. Temos pois os indicios do posible avance e do seguro retroceso.

Se botamos man das datacións obtidas no sector oriental do glaciar do río Cenza (Vidal-Romaní & Fernández-Mosquera, 2005), dentro da serra de Queixa, cunha altitude lixeiramente maior que a do Courel (1.778 m fronte a 1.639 m) ollamos que no seu sector frontal a data é de 29 ± 5 ka e, no interior do val máis cara ao oeste, de 22 ± 18 ka (Vidal-Romaní et al. 1999). De acordo con iso é posible que o máximo avance dos glaciares nas montañas do Courel se producise nunha data que puido oscilar entre os 29000 e os 22000 antes do presente. Haberá que agardar os resultados das datacións cosmoxénicas levadas a cabo recentemente para poder ratificar ou corrixir os datos.

En canto a en que intre os glaciares comezaron a

retroceder nas montañas do Noroeste da Península Ibérica, os datos existentes din que sería arredor dos 22–19 ka (Rodríguez-Rodríguez et al., 2014) e produciríanse múltiples estancamentos das fronte glaciares, que quedaron plasmados na presenza de morenas de retroceso ata ao menos 17,9 ka (Rodríguez-Rodríguez et al., 2014). No caso do Courel non se sabe ata o de agora cando comezou mais está demostrado que neses intres os xeos estarían emprazados por riba da Lagoa da Lucenza (1.374 m), coa idade basal citada arriba de 21,4–20,6 ka cal BP (Pérez-Alberti & Valcárcel-Díaz, 1998). Algo semellante acontecería na serra de Queixa onde nos depósitos lacustres da Lagoa Grande ou das Lamas (1.364 m), pechada como no caso da Lucenza por cristas morénicas, os datos proporcionaron a data de 15,6 a 15 ka BP (Maldonado, 1994) que indican con claridade que os glaciares desapareceran en grande medida. Todo parece indicar que neses intres na serra do Courel ou xa desapareceran os glaciares ou poderían quedar restos deles en lugares moi concretos descoñecidos ata o de agora. Na táboa 1 aparecen reflectidos os principais datos dos glaciares do Courel.

Outro tema importante sobre o que discutir é a relación entre os diferentes tipos de depósitos periglaciares e as condicións paleoambientais existentes. Como xa se dixo, nas montañas courelás atópanse dous tipos de formacións sedimentarias xeradas en condicións frías: os depósitos estratificados de aba e os campos de bloques. En investigacións anteriores (Pérez-Alberti & Rodríguez-Guitián, 1993; Pérez-Alberti, 2012; Pérez-Alberti & Cunha, 2016; Viana-Soto & Pérez-Alberti, 2019) xa se ten amosado que para a formación dos primeiros foron necesarias condicións

Glaciar	Cota máxima cabeceira (m)	Lonxitude (Km)	Espesor xeo (m)	Altitude fronte ablación (m)	Formas significativas	Depósitos	ELA (THAR)
Paderne	1.455	1,5	60	900	Cristas	Till	1.177,5
A Rogueira	1.639	2,6	?	850		Till	1.243
Ferreirós	1.589	2,5	65	760	Cristas	Till	1.174,5
Folgozo	1.617	1,7	50	1.000?	Cristas	Till	1.308,5 ?
Visuña	1.641	4,3	60	1.000?		Till	1.320,5 ?
A Seara	1.641	4,8	130	950	Cristas	Till	1.295,5
Palleiros	1.469	1,2	65	1.080	Cristas	Till	1.274,5
Vilarbacú	1.617	2,5	130	966	Cristas	Till	1.291,5
Pacios da Serra	1.511	?	60?	800?			1.155,5?

TABOIA 1. Resumo dos datos dos diferentes glaciares.

Summary of data from different glaciers.

frías e húmidas, sen necesidade da presenza de solos xeados (*permafrost*) mentres que para as abas de bloques estes fanse precisos. Esta relación entre temperatura e humidade permitiu diferenciar dúas fases, unha fría e húmida e outra fría e seca. A primeira, tal como sinala a datación da Toca, poríase en marcha hai máis de 44.000 anos mentres que a segunda hai que relacionala co Máximo Glaciar Global e estaría enmarcada arredor de hai uns 22.000-18.000 anos.

Hai que concluír pois que:

Os procesos glaciares e periglaciares tiveron un grande protagonizano na modelaxe das formas das montañas do Courel durante o Plistoceno recente.

Existen formas e depósitos glaciares significativas por riba dos 800 m de altitude.

Son moi abundantes as formas e depósitos periglaciares por toda a serra. Os depósitos estratificados de aba están intimamente vencellados ás lousas. As abas de bloques ás cuarcitas.

Os procesos fríos comezarían hai máis de 44.000 anos e desaparecerían hai uns 15.000 cun máximo a determinar que podería estar situado arredor dos 25.000-22.000 anos cal BP.

É preciso contar con datacións precisas para poder confirmar as datas evolutivas.

As formas e depósitos de orixe fría son auténticas xoias de gran valor paleoambiental por canto que reflecten os cambios climáticos que se deron ao longo do tempo.

Bibliografía

- 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-Rodríguez, M. J. & Guitián-Ojea, F. 1986.** Contribución al estudio de los suelos y sedimentos de montaña de Galicia y su cronología por análisis polínico. I. Sierra del Caurel (Lugo). *Anales de Edafología y Agrobiología*, tomo XLV (9-10): 1.189-1.201. CSIC. Madrid.
- Benn, D. I., Owen, L. A., Osmaston, H. A., Seltzer, G. O., Porter, S. C. & Mark, B. 2005.** Reconstructions of equilibrium-line altitudes for tropical and sub-tropical glaciers. *Quaternary International*, 138-139: 8-21.
- Brum-Ferreira, A., Vidal-Romaní, J., Zêzere, J., & Rodrigues, M. L. 2000.** A Glaciação plistocénica na Serra do Gerês. *Finisterra*, 35(69): 39-68.
- French, H. M. 2007.** The periglacial environment (3ª Edición). 458 pp. John Wiley and Sons. Chichester.
- Guitián-Rivera, F., Barral-Silva, M. T. & Guitián-Ojea, F. 1985.** Aplicación de la exoscopia del cuarzo a la caracterización de diversos ambientes de Galicia. IV Reunión de Xeoloxía do N.O. Peninsular. Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe: 399-419. Edicións do Castro. A Coruña.
- Hawkins, F. F. 1985.** Equilibrium-line altitudes and paleoenvironment in the Merchants Bay area, Baffin Island, NWT, Canada. *Journal of Glaciology*, 31(109): 205-213.
- Heraül, G. 1984.** Géomorphologie et géologie de l'or détritico. Piémonts et bassins intramontagneux du Nord-ouest de l'Espagne. 456 pp. Editions du C.N.R.S. Paris.
- Hernández-Pacheco, F. 1949.** Huellas glaciares en la Sierra de Queija (Orense). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, 47: 97-102.
- Hernández-Pacheco, F. 1957.** El glaciario cuaternario en la Sierra de Queija (Orense). *Boletín Real Sociedad de Historia Natural (Geología)*, 55: 27-74.
- Lautensach, 1967.** Geografía de España y Portugal, p. 120 (traducción de Lautensach, 1964. *Die Iberische Halbinsel*, p. 116 Munden).
- Maldonado-Ruiz, F. 1994.** Evolución tardiglacial y holocena de la vegetación en los macizos del Noroeste Peninsular. 171 pp. Tesis Doctoral. E. T. S. de Ingenieros de Montes. Madrid.
- Muñoz-Sobrino, C., Ramil-Rego, P. & Rodríguez-Gutián, M. A. 2001.** Vegetation in the mountains of northwest Iberia during the last glacial-interglacial transition. *Vegetation History Archaeobotany*, 10: 7-21.
- Nussbaum, F. & Gigax, F. 1953.** La glaciación cuaternaria en la Cordillera Cantábrica. *Estudios Geográficos*, 51: 261-270.
- Ohmura, A., Kasser, P. & Funk, M. 1992.** Climate at the equilibrium line of glaciers. *Journal of Glaciology*, 38: 397-411.
- Oliva, M., Serrano, E., Gómez-Ortiz, A., González-Amuchastegui, M. J., Nieuwendam, A., Palacios, D., Pérez-Alberti, A., Valcárcel Díaz & Antoniades, D. 2016.** Spatial and temporal variability of periglacial of the Iberian Peninsula. *Quaternary Science Reviews*, 137: 176-199.
- Oliva, M., Žebre, M., Guglielmin, M., Hughes, P. D., Çiner, A., Vieira, G., Pérez-Alberti, A., Valcárcel-Díaz M. & Yıldırım, C. 2018.** Permafrost conditions in the Mediterranean region since the Last Glaciation. *Earth-Science Reviews*, 185: 397-436.
- Oliva, M., Palacios, D., Fernández-Fernández, J. M., Rodríguez-Rodríguez, L., García-Ruiz, J. M., Andrés, N., Pérez-Alberti, A., Valcárcel-Díaz; M. & Hughes, P. D. 2019.** Late Quaternary glacial phases in the Iberian Peninsula. *Earth-science reviews*, 192: 564-600.
- Pérez-Alberti, A. 1993.** La interacción entre procesos geomorfológicos en la génesis del relieve del sudeste de Galicia: el ejemplo del Macizo de Manzaneda y de la Depresión de Maceda. In Pérez-Alberti et al. *La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los Caminos Jacobeos*. Xunta de Galicia, 1-24.
- Pérez-Alberti, A., López-Bedoya, J., & Cunha, P. P. 2009.** Sedimentological analysis of cold-climate stratified slope deposits of Galicia, NW Iberia. In IAS 2009 Meeting. *Book of Abstracts*. Alghero (Italy) (Vol. 6, No. 6).
- Pérez-Alberti, A. 2012.** La formación de depósitos estratificados de ladera en un clima frío marítimo (Andes de Tierra del Fuego, Argentina). *Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje*, 29: 491-509.
- Pérez-Alberti, A., & Cunha, P. P. 2016.** The stratified slope deposits of Tierra del Fuego (Argentina) as an analogue for similar pleistocene deposits in Galicia (NW Spain). *Polígonos. Revista de Geografía*, 28, 183-209.
- Pérez-Alberti, A. 2019.** Xeomorfoloxía das Montañas do Courel. 71 pp. e mapa A0. Edita Grupo de Desenvolvemento Rural Ribeira Sacra-Courel.
- Pérez-Alberti, A. & Rodríguez-Gutián, M. 1993.** Formas y depósitos

de macroclastos y manifestaciones actuales de periglaciario en las Sierras Septentrionales y Nororientales de Galicia. In Pérez-Alberti, A., Guitián Rivera, & L. E Ramil Rego, P. La evolución del paisaje en las montañas del entorno de los caminos jacobeos: 91-106. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.

- Pérez-Alberti, A. & Valcárcel-Díaz, M. 1998.** Caracterización y distribución espacial del glaciario en el Noroeste de la Península Ibérica. In Gómez-Ortiz & Pérez-Alberti: Las huellas glaciares de las montañas españolas: 17-62. Servicio de Publicacións e Intercambio Científico. Universidade de Santiago. Santiago de Compostela.
- Pérez-Alberti, A. & Valcárcel-Díaz, M. 2006.** As pegadas glaciares dos vales de Seara e Vieiros. pp 23-63. Asociación Río Lor. Quiroga (Lugo).
- Pérez-Alberti, A. & Cunha, P. P. 2016.** The stratified slope deposits of Tierra del Fogo (Argentina) as an analogue for similar pleistocene deposits in Galicia (NW Spain). *Polígonos. Revista de Geografía*, 28: 183-209.
- Porter, S. C. 1975.** Equilibrium-line altitudes of late Quaternary glaciers in the Southern Alps, New Zealand. *Quaternary research*, 5 (1): 27-47.
- Porter, S. C. 2001.** Snowline depression in the tropics during the last glaciation. *Quaternary Science Review*, 20: 1067-1091.
- Rodríguez-Guitián, M. A., Valcárcel-Díaz, M. & Pérez-Alberti, A. 1996.** Morfogénesis glaciario en la vertiente meridional de la Serra do Courel (NW Ibérico): el valle de A Seara. In A. Pérez-Alberti & A. Martínez Cortizas (Coords.). *Avances en la reconstrucción paleoambiental de las áreas de montaña lucenses. Monografías GEP*, 1: 77-88.
- Rodríguez-Rodríguez, L., Jiménez-Sánchez, M., Domínguez-Cuesta, M. J., Rinterknecht, V., Pallàs, R., Bourlés, D. & Valero-Garcés, B. 2014.** A multiple dating-method approach applied to the Sanabria Lake moraine complex (NW Iberian Peninsula, SW Europe). *Quaternary science reviews*, 83: 1-10.
- Serrano, E. & González-Trueba, J. J. 2004.** El método AAR para la determinación de Paleo-ELAs: análisis metodológico y aplicación en el macizo de Valdecebollas (Cordillera cantábrica). *Cuadernos de investigación Geográfica*, 30: 7-33.
- Stickel, R. 1928.** Observaciones de morfología glaciario en el NO de España. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 29: 297-313.
- Seltzer, G. O. 1994.** Climatic interpretation of alpine snowline variations on millennial time scales. *Quaternary Research*, 41: 154-159.
- Viana-Soto, A. & Pérez-Alberti, A. 2019.** Periglacial deposits as indicators of paleotemperatures. A case study in the Iberian Peninsula: The mountains of Galicia. *Permafrost and Periglacial Processes*, 30(4): 374-388.
- Vidal-Romani, J. R. 1989.** Galicia. In: Mapa del Cuaternario de España: 95-104. ITGE. Madrid.
- Vidal-Romani, J. R., Aira-Rodríguez, M. J. & Santos Fidalgo, L. 1991.** La glaciación fincuaternaria en el NO de la Península Ibérica (Serra do Courel, Lugo): Datos geomorfológicos y paleobotánicos. Libro de Resúmenes. VIII Reunión Nacional sobre el Cuaternario. Universidad de Valencia. Valencia.
- Vidal-Romani, J. R., Fernández-Mosquera, D., Marti, K. & Ferreira, A. B. 1999.** Nuevos datos para la cronología glaciario pleistoceno en el NW de la Península Ibérica. *Cadernos Laboratório Xeolóxico de Laxe Coruña*, 24: 7-29.
- Vidal-Romani, J. R. & Fernández-Mosquera, D. 2005.** Glaciario Pleistoceno en el NW de la península Ibérica (Galicia, España-Norte de Portugal). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 13(3): 270-277.
- Walker, R. G. & James, N. P. 1992.** Facies model: response to sea level change. 454 pp. Geological Association of Canada. Stittsville, Ontario, Canada.

Agradecementos: na elaboración deste artigo contou coa colaboración do Xeoparque Mundial da Unesco Montañas do Courel.