

Los megarrizolitos de las eolianitas de Tufia (Gran Canaria): procesos de formación, ictología y paleoambiente

The megarrizoliths of the aeolianite beds from Tufia (Gran Canaria): origin, ictology and paleoenvironment

A.M. Alonso-Zarza¹, J. Genise², A. Valdeolmillos-Rodríguez¹, M.C. Cabrera-Santana³, J. Mangas-Viñuela³, A. Martín-Pérez¹ y M. Dorado-Valiño⁴

- 1 Dpto. Petrología y Geoquímica, Fac. CC. Geológicas, IGE-CSIC, UCM. 28040 Madrid. alonsoza@geo.ucm.es; andreamartin@geo.ucm.es
- 2 CONICET- Museo Paleontológico Egidio Feruglio, Av. Fontana 140, 9100 Trelew, Chubut, Argentina. jgenise@mef.org.ar
- 3 Dpto. Física (Geología). Facultad de Ciencias del Mar, ULPGC. 35017 Las Palmas de Gran Canaria. mcabrera@dfis.ulpgc.es; jmangas@dfis.ulpgc.es
- 4 Dpto. Geología, Edificio de Ciencias, Campus Universitario, UAH. 28871, Alcalá de Henares, Madrid. miriam.dorado@uah.es

Resumen: El campo de dunas de Tufia (Gran Canaria), contiene megarrizolitos que se sitúan a techo de diferentes paquetes de eolianitas. Son columnas verticales, de cilíndricas a ligeramente cónicas y aparecen como cilindros huecos, de secciones elípticas y con sus ejes mayores orientados según la dirección del viento dominante. Internamente muestran cinco zonas dispuestas concéntricamente: la Zona (a) es un poro central que corresponde a la cavidad que originalmente ocupaba la raíz; las Zonas (b) y (c), con texturas alveolares y laminadas de micrita indican que la precipitación de carbonato fue inducida por las raíces y sus microorganismos asociados; y las Zonas (d) y (e), formadas mayoritariamente por arenas eólicas cementadas. En (d) los granos de arena muestran finas cubiertas micríticas mientras que en (e) se pueden observar cementos vadosos de aragonito sobre la superficie de los granos. Esto sugiere una menor influencia biogénica en su formación. En algunos casos las Zonas b,c y/o d no se conservan. Estructuras similares se han malinterpretado como trazas fósiles de animales o como moldes de troncos de árboles. La presencia de megarrizolitos sobre los paquetes de eolianitas tiene implicaciones ictológicas y paleoambientales. Indican que la acumulación eólica se habría interrumpido varias veces, permitiendo la formación de suelo y la colonización de las plantas durante periodos algo más húmedos.

Palabras clave: Megarrizolitos, Raíces, Trazas fósiles, Eolianitas, Gran Canaria.

Abstract: The Pleistocene dune field of Tufia, (eastern part of Gran Canaria island, Spain), contains megarrizoliths at the top of different aeolian sets. They are scattered, free-standing, cylindrical-to-slightly conical columns which appear as hollow cylinders, with elliptical cross-sections and with their long axes orientated in line with the prevailing wind. Internally, they show five concentrically arranged zones: Zone (a) is a central pore corresponding to the cavity originally occupied by the root; Zones (b) and (c), with alveolar and laminated carbonate textures indicating that carbonate precipitation was mostly induced by the roots and their associated microorganisms; and Zones (d) and (e), consisting mostly of aeolian sands. In (d) the sand grains show thin micritic coatings whereas in (e) vadose aragonite cements can be seen on the grain surface. This indicates a less biogenic influence in their formation. In some cases, Zones b, c and/or d are not preserved. They may be misinterpreted as animal trace fossils or tree trunk casts. The presence of megarrizoliths at the top of aeolianite beds has ictological and palaeoenvironmental implications. They indicate that aeolian accumulation may have halted several times, allowing soil formation and plant colonization during slightly more humid periods.

Key words: Megarrizoliths, Roots, Trace fossils, Aeolianites, Gran Canaria.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los trabajos sobre calcificación de raíces se han centrado en el estudio de estructuras de sólo unos pocos cm de diámetro y de pocos dm de longitud; pocos han descrito sistemas de raíces más grandes calcificadas (megarrizolitos *sensu* McNamara, 1995). Calvet *et al.* (1975) y Klappa (1980) establecieron la importancia del estudio de los rizolitos, proponiendo criterios para su clasificación además de discutir los mecanismos de génesis y formación. Las huellas de raíces han proporcionado importantes

indicadores de superficies de exposición subáerea, y han sido utilizadas como claves para descifrar condiciones paleoclimáticas (Retallack, 2001). Los megarrizolitos tienen particular interés porque pueden ser malinterpretados como trazas fósiles de animales o como moldes de troncos de árboles, lo que daría lugar a interpretaciones paleoambientales o ictológicas incorrectas.

En este trabajo se describen los megarrizolitos carbonáticos de las eolianitas de Tufia (Gran Canaria) (Fig.1).

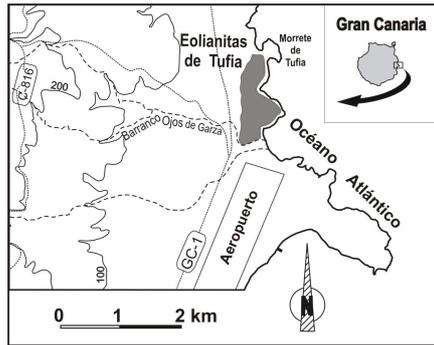


FIGURA 1. Situación de las eolianitas de Tufia en Gran Canaria, indicando la topografía del área.

Los objetivos del mismo son 1) analizar los procesos implicados en su formación y conservación; 2) destacar la importancia icnológica de los megarrizolitos; y 3) discutir su interés en la interpretación de paleoambientes.

CONTEXTO GEOLÓGICO - SEDIMENTOLOGÍA

Los depósitos eólicos de Tufia se localizan dentro del municipio de Telde, en la costa este de Gran Canaria. Estos depósitos arenosos, poco consolidados o sueltos, forman un afloramiento con dirección NNE-SSW de varios metros de altura. El campo de dunas de Tufia cubre los materiales volcánicos de la fase magmática Post-Roque Nublo y está formado por dunas del Pleistoceno Superior al Holoceno (ITGE, 1990; Carracedo *et al.*, 2002).

La vegetación presente en el área pertenece a la asociación *Euphorbio paraliasi-Cyperetum kalil* (CMA, 2005). Estas plantas soportan condiciones extremas, como una insolación muy intensa, fuertes vientos y la influencia del mar. Además el clima de Tufia tiene características desérticas, con un importante déficit de agua y vientos del NE que alcanzan en ocasiones los 70 km/h.

El afloramiento de eolianitas de Tufia tiene una potencia total de 8,65 m. Estos depósitos están organizados en diferentes paquetes con estratificación cruzada a gran escala (0,5 a 1,70 m de altura), con bases erosivas. Los megarrizolitos se encuentran en la parte superior de estos paquetes de eolianitas. Son muy prominentes debido a la pérdida de arenas sueltas causada por la actividad eólica actual. Las medidas de paleocorrientes muestran una dispersión amplia desde N110E a N180E, similar al régimen de vientos actual. Hay muy pocos rasgos edáficos en toda la sección, sólo la presencia de estructuras de raíces. Por lo que los paleosuelos que contienen a los megarrizolitos de Tufia son entisoles (Retallack, 2001) que muestran además una densa red de pequeños rizolitos. Actualmente en las arenas sueltas cercanas a los megarrizolitos crecen *Cyperaceae* (*Cyperus capitatus*, Vandelle) con raíces de pequeño tamaño.

LOS MEGARRIZOLITOS DE TUFIA

La mayoría de los megarrizolitos aparecen como columnas verticales, de cilíndricas a ligeramente cónicas diseminadas en un área de unos 5.000 m² (Fig. 2A). Algunos aparecen en las secciones verticales incluidos en la parte superior de los paquetes de arenas. La parte inferior de los megarrizolitos sólo se ve ocasionalmente en las secciones verticales y las partes superiores están siempre truncadas. Normalmente aparecen como cilindros huecos, de sección elíptica, con una altura entre 20 y 75 cm. El eje mayor de la sección mide entre 4 y 31,5 cm y aparece siempre orientado en la dirección del viento dominante NE-SW; el eje menor mide entre 4 y 25 cm. El diámetro de la cavidad central mide entre 1,5 y 15 cm. Esta cavidad en algunos casos no está en el centro del cilindro (Fig. 2B). Algunos megarrizolitos muestran otras morfologías, como más de una cavidad con tubos blancos, o ninguna cavidad, o una con un único tubo central; otros muestran tubos laterales que cortan la pared. En otros la pared externa muestra una cola de matriz rocosa que parece una “sombra de viento” a sotavento. Tanto las colas como otros restos de matriz rocosa asociados a ellas muestran una textura de cilindros largos horizontales, paralelos, orientados según la dirección del viento.



FIGURA 2. A. Aspecto general del campo de megarrizolitos de Tufia. B. Vista transversal de un megarrizolito mostrando las 5 zonas descritas.

En sección las muestras más completas tienen dos partes diferentes, que se pueden separar en cinco zonas micromorfológicas (Fig. 2B y 3). Desde dentro hacia fuera: 1) un centro pequeño, de 1-2 mm, normalmente vacío (Zona a) seguido de un tubo de carbonato blanco de 0,6 a 2 cm (ausente en algunos casos) (Zonas b y c); y 2) una pared externa formada a partir de arenas cementadas (Zonas d y e). Esta pared externa tiene una textura superficial exterior compuesta por estructuras cilíndricas pequeñas que parecen túneles que irradian en todas direcciones, incluso verticalmente, formando una especie de red.

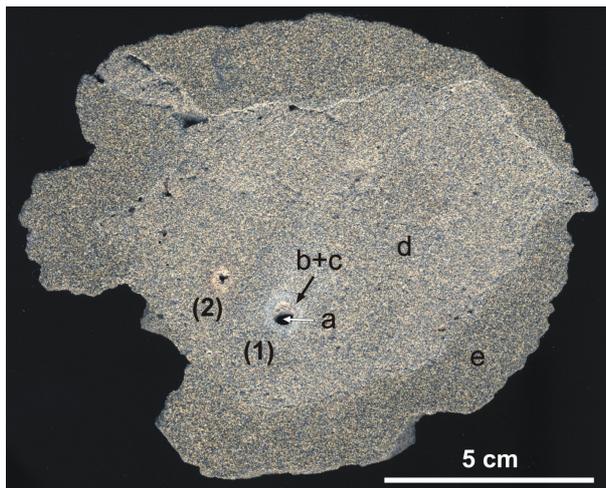


FIGURA 3. Muestra de mano de un megarrizolito mostrando las diferentes zonas; a, poro central; b, micrita con estructura alveolar; c, micrita laminada; d, granos de arena con cubiertas micríticas; e, granos de arena con cementos vadosos de aragonito y finas cubiertas micríticas. 1 y 2 indican las dos finas raíces que probablemente originaron el megarrizolito.

La Zona (a) normalmente está vacía mientras las Zonas (b) a (e) muestran una diversidad compleja de microfábricas. Las Zonas (b) y (c) forman la parte más compacta y blanca del tubo y tienen pequeñas cantidades de granos de arena. Las Zonas (d) y (e) (pared externa) son de color beige y están compuestas mayoritariamente por granos de arena.

La Zona (b) está formada por carbonato poroso blanco que tiene estructura alveolar septal. Está teñida por la presencia de arcilla y puede incluir algunos granos de arena. El carbonato está formado por cristales muy finos de micrita. Los rasgos característicos son los poros cilíndricos envueltos por filamentos y cristales de micrita. Bajo SEM se han observado filamentos calcificados de unas 200 μm de longitud y 5 μm de diámetro, con una cavidad central y una fina envuelta de cristales de micrita. En algunos casos es posible reconocer restos de películas orgánicas dentro de la micrita. La Zona (c) es de micrita densa poco porosa, de laminada a masiva y está ausente en muchos ejemplares. Las láminas de micrita son muy irregulares y normalmente rodean al carbonato alveolar poroso. Hay muy pocos granos de arena en esta microfábrica y el contacto con la microfábrica (d) es irregular.

La pared externa está formada por las Zonas (d) (interna) y (e) (externa). La Zona (d) está formada por granos de arena recubiertos de micrita con áreas blancas entre ellos. Los recubrimientos de micrita están constituidos por tubos de unas 30 μm de diámetro y de más de 200 μm de longitud. En los huecos de los tubos hay cristales diminutos de micrita. Sólo excepcionalmente se pueden ver películas orgánicas recubriendo los granos. La Zona (e) está formada por arenas eólicas cementadas más oscuras. Los granos de arena presentan cementos de carbonato, probablemente de aragonito. En algunos casos recubren totalmente los granos de arena mientras que otras veces el recubrimiento es irregular. Normalmente hay más de una fase de cementación y las envueltas de micrita se desarrollan sobre la primera fase. No se observan rasgos biogénicos en los cristales de cemento.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La distribución de las macro y microfábricas en los megarrizolitos de Tufia sugieren un crecimiento centrípeto, como el propuesto normalmente (Calvet *et al.*, 1975; Klappa, 1980), y constaría de las siguientes etapas:

1.- La Zona (e), más externa, se forma en el área de menor influencia de los ácidos orgánicos de las raíces y de los microorganismos. La precipitación de carbonato está relacionada principalmente con la migración de calcio y de bicarbonato a las partes más externas y menos ácidas de la rizosfera (o incluso fuera de ella). La evaporación podría causar sobresaturación rápidamente, permitiendo la formación de los cementos fibrosos discontinuos vistos sobre los granos de arena.

2.- Al mismo tiempo (o después), la asociación microbiana de la rizosfera induce la precipitación de carbonato sobre diferentes tipos de filamentos (probablemente fúngicos) y otras estructuras orgánicas (como pelos radiculares) para formar recubrimientos de micrita sobre los granos (Calvet *et al.*, 1975). Las envueltas de micrita son las responsables de las partes blancas de los megarrizolitos (Zona [d]), y se formaron probablemente en el volumen ocupado por los pelos radiculares y los filamentos fúngicos. Estas envueltas pueden o no alcanzar la zona más externa (e) donde se han observado algunos recubrimientos de micrita sobre los cementos. En algunos casos la falta de cementos y de envueltas micríticas en la Zona (d) impediría la litificación de la arena; por tanto, la Zona (d) podría perderse fácilmente debido a la erosión del viento (Fig. 4A y C).

3.- En las últimas etapas los procesos incluyen A) El relleno del espacio ocupado por la raíz (Zonas b + c) por la precipitación de micrita laminada, masiva y de carbonato blanco. Esta microfábrica se forma por la precipitación de carbonato alrededor de los filamentos fúngicos (Wright, 1986) y podría ocurrir con la raíz viva

o cuando se está descomponiendo lentamente. B) Cuando la descomposición es rápida, no es posible la precipitación del carbonato en el área central y entonces queda un poro que representaría las Zonas (a + b + c) (Fig. 4B). Pueden darse muchas situaciones intermedias entre A y B (Fig. 4), que surgen probablemente de la interacción de la actividad de los organismos en la rizosfera y de la descomposición de la raíz.

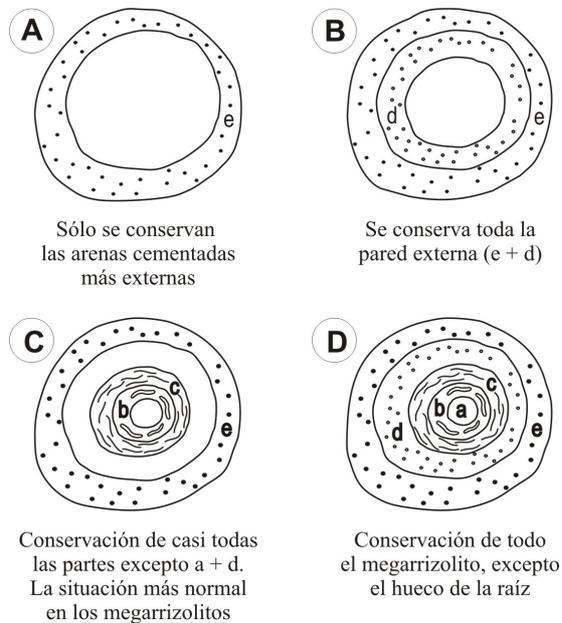


FIGURA 4. Esquema de las distintas posibilidades de preservación de los megarrizolitos.

En cuanto al tipo de plantas implicadas, hemos observado que las Cyperaceae (*Cyperus capitatus*, Vandelle) que viven actualmente en Tufia están produciendo concreciones alrededor de sus raíces, aunque su tamaño no es comparable a las de los de los megarrizolitos. Sin embargo, se deberían considerar como posibles productores de esas estructuras dado que las micro- y macrofábricas de los megarrizolitos indican que el tamaño de la raíz original (Zonas [a] a [b]) podría ser 30 veces más pequeño que el diámetro global del megarrizolito, demostrando que éstos no tienen su origen en raíces grandes, troncos o en áreas con mucha vegetación, como cabría suponer por su tamaño y abundancia. También se pueden malinterpretar como nidos epigeos de insectos de los que se distinguen al reconocer sus características macro y micromorfológicas descritas aquí.

Muchas de las características externas de los megarrizolitos son el resultado de, o están aumentadas por, la acción del viento, dado que están orientados según los vientos dominantes. El viento elimina la matriz rocosa dando lugar a la exhumación de los megarrizolitos que se convierten en estructuras expuestas parcialmente cubiertas por las dunas. La acción del viento realza los dos anillos de matriz rocosa que presenta algún ejemplar y que se interpretan como las superficies de los paleosuelos. La sección elíptica de

los megarrizolitos y la excentricidad de la cavidad central están controladas por la dirección del viento. La erosión es mayor sobre la parte de barlovento, ocasionando una reducción del grosor de la misma y una migración "artificial" de la cavidad central hacia esa parte. Y la parte a sotavento es la más protegida del viento y por ello en algunos casos presentan una cola relativamente larga.

Por último, señalaremos que este trabajo proporciona un ejemplo más de la asociación entre rizolitos y eolianitas. Es muy probable que en estos medios áridos los niveles con rizolitos indiquen condiciones más húmedas, que permitirían que las plantas colonizaran de forma más intensa y que su actividad diera lugar a la formación de los megarrizolitos. Esto favorecería el desarrollo incipiente del suelo y menores tasas de sedimentación eólica en un medio más estable. Por lo que los megarrizolitos de Tufia indicarían periodos relativamente húmedos en un clima árido pero estacional.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el MEC (CGL-2005-05953-C02-02). Jorge F. Genise se ha beneficiado de la ayuda PICT 13286 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de Argentina; A. Martín-Pérez disfruta de una beca I3P del CSIC. Los estudios SEM se realizaron en el Centro de Microscopía Luis Brú-UCM.

REFERENCIAS

- Calvet, F., Romar, L. y Esteban, M. (1975): Las Rizocreaciones del Pleistoceno de Mallorca. *Rev. Inst. Invest. Geol. Univ. Barcelona*, 30: 35-60.
- Carracedo, J.C., Pérez-Torrado, F.J., Ancochea, E., Meco, J., Hernán, F., Cubas, C.R., Casillas, R. y Rodríguez Badiola, E. (2002): Cenozoic volcanism: II. The Canary Islands. En: *The Geology of Spain* (F.A.W. Gibbons y T. Moreno, eds.). Geological Society of London, London, 438-472.
- CMA (2005): *Normas de conservación del Sitio de Interés Científico de Tufia*. Documento informativo, 66 p.
- ITGE (1990): *Mapa Geológico de España a escala 1:25.000, hoja de Telde (1109-II) y memoria*. ITGE, Madrid, 101 p.
- Klappa, C.F. (1980): Rhizoliths in terrestrial carbonates: classification, recognition, genesis and significance. *Sedimentology*, 27: 613-629.
- McNamara, K. (1995): *Pinnacles*. Western Australia Museum Press, Perth, 27 p.
- Retallack, G.J. (2001): *Soils of the past: an introduction to paleopedology*. Boston, 520 p.
- Wright, V.P. (1986): The role of fungal biomineralization in the formation of Early Carboniferous soil fabrics. *Sedimentology*, 33: 831-838.