

Mineralogía de los Diques Fonolíticos del Enjambre Cónico de Boa Vista (Cabo Verde)

/ DANIEL GÓMEZ-FRUTOS (1), DAVID SANZ-MANGAS (1), MARÍA JOSÉ HUERTAS (1*), EUMENIO ANCOCHEA (1)

(1) Departamento de Petrología y Geoquímica. Fac. Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Novais, n° 12, Ciudad Universitaria, 28040, Madrid (España).

INTRODUCCIÓN

Boa Vista es la isla más oriental del archipiélago de Cabo Verde, uno de los tres archipiélagos volcánicos que forman la llamada Macaronesia. En tamaño, es la tercera isla del archipiélago (620 km²).

En su evolución volcánica pueden diferenciarse tres fases de crecimiento (Serralheiro et al., 1974, Ancochea et al., 2012). La primera de vulcanismo basáltico corresponde a la "fase de escudo" de otras islas y de la que actualmente sólo existen algunos afloramientos al N-NE. La segunda fase dio lugar a dos grandes unidades volcánicas de naturaleza félsica: por un lado el Complejo Traquítico-Fonolítico (TPC) y por otro el Complejo Félsico Subvolcánico (FSC) (Fig. 1). La tercera fase corresponde a un vulcanismo más reciente, disperso, de naturaleza básica-ultrabásica y que cubre parcialmente los edificios más antiguos.

Tras la segunda fase, la actuación prolongada de la erosión ha eliminado la mayoría de las características primitivas de los edificios volcánicos, exponiendo niveles estructurales profundos (Ancochea et al., 2014). En estos niveles es característica la presencia de enjambres de diques que actualmente destacan como resaltes morfológicos en el paisaje.

En Boa Vista, Ancochea et al. (2014) han identificado un enjambre de diques cónicos de grandes dimensiones. Está formado por varios centenares de diques que se distribuyen por un espacio circular de unos 11 km de radio. Forman parte de la segunda fase de evolución de la isla y encajan tanto en el FSC, como en el TPC. Su edad se sitúa entre 12,0 Ma y los 10,4 Ma.

Este trabajo tiene como objeto

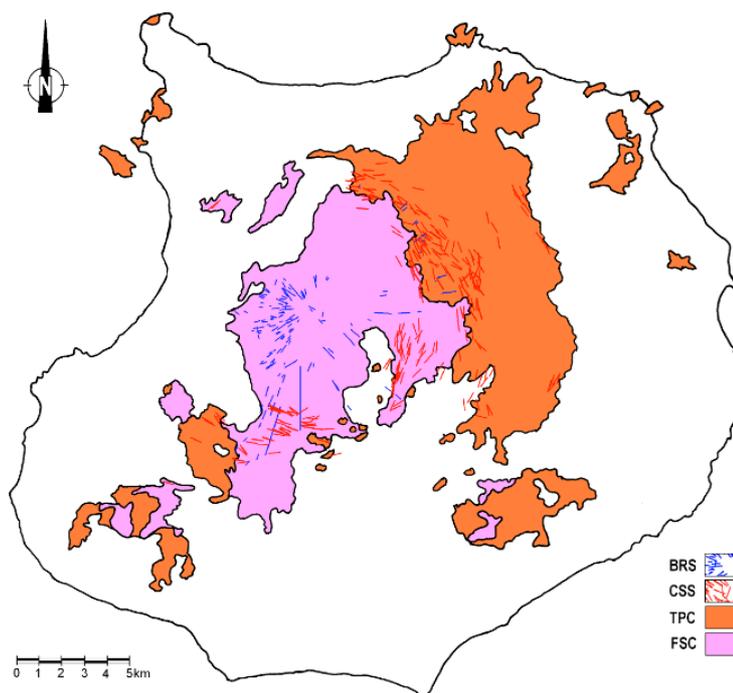


fig 1. Situación de las unidades de la segunda fase de crecimiento de Boa Vista y distribución de los enjambres de diques. BRS = enjambre de diques radiales, CSS = enjambre de diques cónicos, TPC = complejo traquítico-fonolítico, FSC = complejo félsico subvolcánico (Ancochea et al., 2014).

caracterizar las principales fases minerales de esos diques cónicos y analizar su variabilidad composicional conjuntamente con la de las rocas a las que pertenecen.

LOS DIQUES CÓNICOS

Los diques del enjambre cónico tienen de uno a varios metros de espesor, inclinación variable, de 25° a 60°, estando menos inclinados cuanto más lejos están del centro de los mismos. Son todos de composición fonolítica.

Se trata de fonolitas nefelínicas con un grado de meteorización variable. Su textura es holocristalina y porfídica (Fig. 2), con fenocristales idiomorfos a subidiomorfos de nefelina, feldespato alcalino, clinopiroxeno, anfíbol y biotita

Ésta sólo se ha observado en una muestra. En todas ellas los accesorios más frecuentes son óxidos de Fe-Ti, apatito y esfena. La matriz varía de microcristalina a microcristalina, tiene marcada textura fluidal y está formada por feldespatos alcalinos, minerales máficos y óxidos de Fe-Ti.

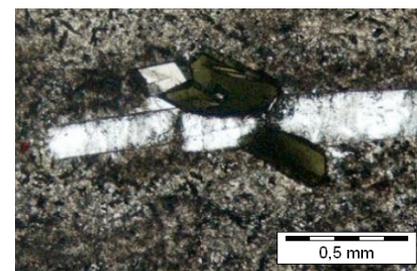


fig 2. Microfotografía de la muestra B124 (nicoles //): fenocristales de sanidina y clinopiroxeno en una matriz microcristalina.

Palabras clave: Boa Vista, Diques cónicos, Fonolitas, Mineralogía.

Key words: Boa Vista, Cone sheets, Phonolites, Mineralogy.

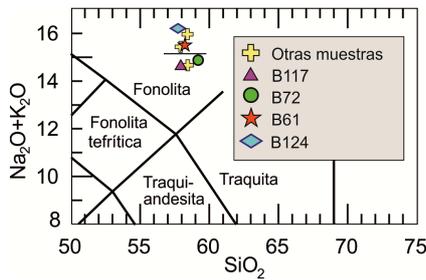


fig 3. Clasificación de las rocas del enjambre cónico en el diagrama TAS de la IUGS (Le Bas et al., 1986).

En el diagrama TAS de la IUGS (Le Bas et al., 1986) todas las rocas analizadas (Ancochea et al., 2014) se proyectan en el campo de las fonolitas. A pesar de su homogeneidad composicional, pueden distinguirse dos grupos, uno más rico en álcalis ($Na_2O+K_2O > 15\%$) y otro menos rico ($Na_2O+K_2O < 15\%$) (Fig. 3). Son mayoritariamente metalumínicas, y sólo en algunos casos, peralcalinas. Éstas últimas pertenecen al grupo de las fonolitas más ricas en álcalis.

Se han analizado minerales de los dos grupos de fonolitas: la B-117 y la B-72 son representativas del grupo de fonolitas menos rico en álcalis y la B-61 y la B-124 del grupo más rico.

Feldespatos:

En estas rocas los únicos feldespatos son los feldespatos alcalinos. Aparecen en todas las muestras de los diques del cone sheet, al igual que las nefelinas. Se trata esencialmente de sanidina, presentándose en fenocristales de hábito idiomorfo-subidiomorfo con tamaños entre 1,7 y 2,2 mm y con macla binaria bien marcada. En la matriz se presenta como microlitos que definen la textura fluidal de la roca. Su contenido en ortosa varía entre Or^{*47} y Or^{*75} ($Or^{*} = Or \times 100 / (Or + Ab)$) (Fig. 4). El porcentaje de An es muy pequeño entre An_1 y An_3 .

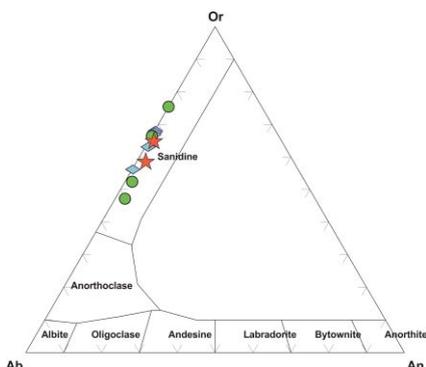


fig 4. Composición de los feldespatos de los diques cónicos (Deer et al., 1992). Símbolos como

Fig. 3.

Nefelinas:

El feldespatoide que aparece en estas rocas es siempre nefelina (Fig. 5) Está presente en forma de fenocristales muy idiomorfos de hábitos hexagonales y/o cuadrangulares, con tamaños entre 0,5 y 1,5 mm y un grado variable de alteración a minerales subsolidos. De hecho en las fonolitas más pobres en álcalis está tan transformada que sólo quedan pequeños fragmentos del cristal sin alterar. Con frecuencia tienen inclusiones de óxidos de hierro y titanio, apatito y esfena. En la matriz aparecen en pequeños cristales subidiomorfos.

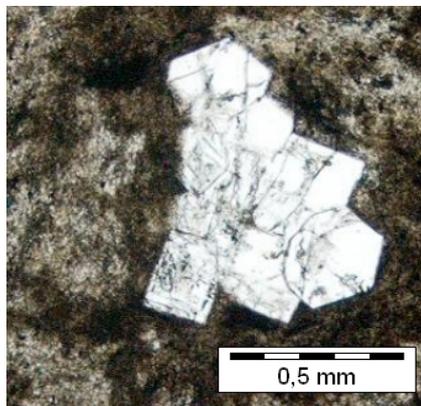


fig 5. Microfotografía de a muestra B61 (nicoles //): agregado de cristales de nefelina.

En las fonolitas más ricas en álcalis donde se han podido analizar su composición se ha obtenido un rango de valores comprendidos entre $Ne_{79}Ks_{11}Q_{10}$ y $Ne_{84}Ks_{12}Q_4$. Las nefelinas con mayor componente en Ne y Ks corresponden a la muestra B-124 que es la más rica en álcalis del conjunto estudiado

Clinopiroxenos:

Los piroxenos son los minerales máficos más abundantes en estas fonolitas. Todos ellos son clinopiroxenos que se presentan en fenocristales subidiomorfos de 0,4 mm de tamaño medio y en cristales alotriomorfos en la matriz de las rocas. Con frecuencia están maclados y zonados.

Composicionalmente son diópsidos y hedenbergitas (Fig. 6). Los de las fonolitas más ricas en álcalis (muestras B124 y B61) son siempre hedenbergitas muy idiomorfas, de color verde oscuro y que varían poco de composición ($Wo_{48-50}En_{12-20}Fs_{40-30}$).

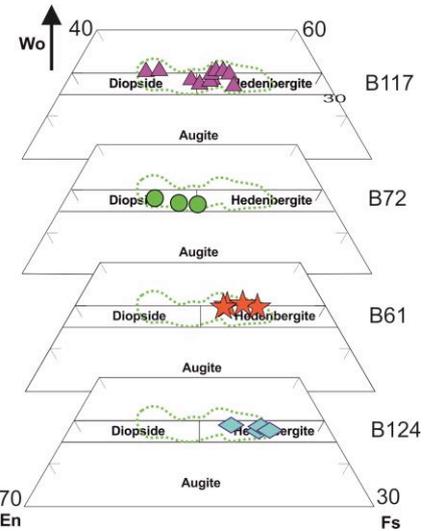


fig 6 Diagramas de clasificación de los clinopiroxenos de los diferentes diques (Morimoto et al., 1988). Símbolos como Fig. 3.

Los de las otras fonolitas son diópsidos o diópsido - hedenbergitas, con una tonalidad más pálida y con un mayor grado de variación en la composición ($Wo_{50-47}En_{13-19}Fs_{15-34}$).

Anfíboles:

El anfíbol es otro de los minerales ferromagnesianos frecuentes en estas rocas, aunque volumétricamente es menos significativo que el clinopiroxeno, e incluso en alguna de las fonolitas aparece en proporción accesorias.

Está presente en fenocristales subidiomorfos de 0,7 a 1,3 mm y en cristales menores de 0,2 mm. Presenta maclado ocasional, colores rojizos y suele estar muy fresco, a excepción de la roca B-61 donde se presenta total o parcialmente transformado a minerales anhidros. Es el mineral que presenta mayor variabilidad composicional (Fig. 7), desde pargasitas a hastingsitas. Los anfíboles de las fonolitas más ricas en álcalis son ferropargasitas y hastingsitas (muestra B-124) y los de la fonolita menos alcalina (muestra B-72) pargasitas y magnesio-hastingsitas. Es en esta roca donde los anfíboles son más abundantes y tienen mayor tamaño.

Biotitas:

Las biotitas son exclusivas de las fonolitas más pobres en álcalis, apareciendo especialmente en la muestra B72. Se trata de fenocristales idiomorfos o subidiomorfos. Tienen

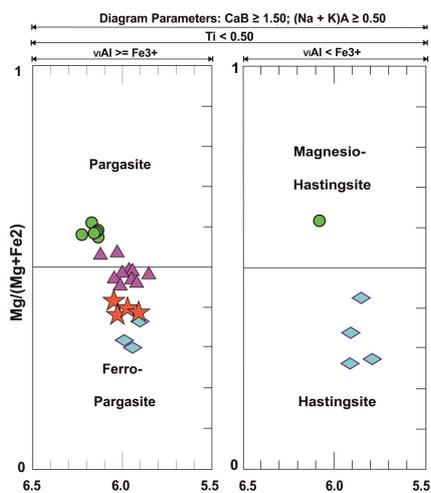


Fig 7. Clasificación de los anfíboles según Leake et al (2004). Símbolos como Fig. 3.

coloración marrón-rojizo y un tamaño medio de 0,3 mm. Presentan inclusiones de apatito.

Se caracterizan por tener relaciones $Fe/(Fe+Mg)$ entre 0,35 y 0,38, es decir, son biotitas, pero en el límite con la composición de las flogopitas. Destacan sus elevados contenidos en Ti, entre 0,69 y 0,84.

Esfenas:

Las esfenas aparecen en todas las muestras en proporciones accesorias. Se trata de microfenocristales idiomorfos o subidiomorfos de tamaños comprendidos entre 0,3 y 0,5 mm. En ocasiones se encuentran macladas. Su contenido medio de CaO es del 35%, y de TiO_2 del 27%.

Óxidos de Fe y Ti:

Los óxidos de hierro y titanio forman parte de la matriz de todas las muestras, en algunos casos se presentan también como fenocristales. Todos ellos pertenecen a la serie magnetita - ulvoespinela, y son de composición homogénea.

COMPOSICIÓN MINERAL - ROCA

Como se ha mencionado, la variabilidad química de los diques cónicos es relativamente pequeña, y aunque todas las rocas son de composición fonolítica, se observan diferencias ligeras, pero significativas, entre sus elementos mayores y trazas. Las fonolitas más alcalinas no sólo tienen mayor contenido en álcalis, sino también en elementos incompatibles como Zr, Rb, Th o U y contenidos menores en MgO ,

CaO, TiO_2 , Ba o Sr, indicando que son rocas más evolucionadas.

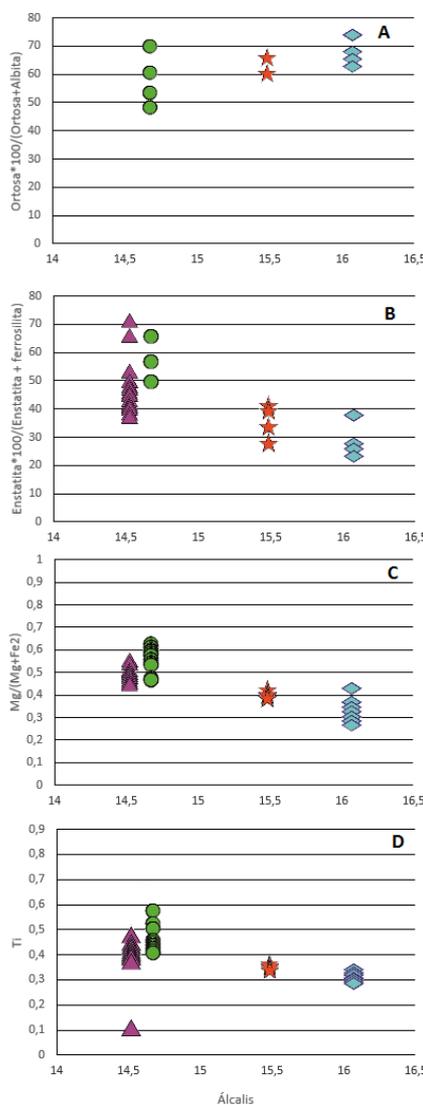


Fig 8. Variación de la composición de los minerales con el contenido en álcalis de las rocas. A: sanidinas. B: piroxenos. C y D: anfíboles. Símbolos como Fig. 3.

En la figura 8 se puede observar como varían algunos de los parámetros más característicos de la composición de los minerales principales, con el contenido en álcalis, que refleja el grado de evolución de estos magmas.

En los clinopiroxenos (Fig. 8B), el contenido en enstatita ($Enx100/(En+Fs)$) disminuye notablemente con la evolución, desde valores medios de 50% a inferiores al 30%.

En los anfíboles sucede algo muy parecido. La relación $Mg/(Mg+Fe^{2+})$ es superior a 0,4 en los anfíboles de las fonolitas menos alcalinas e inferior al 0,45 en los de las fonolitas ricas en

álcalis (Fig. 8C). Con el contenido en Ti de los anfíboles sucede algo parecido, claramente más elevado en los de las rocas más pobres en álcalis (Fig. 8D).

El contenido en ortosa de la sanidina ($Orx100/(Or+Ab)$), por el contrario aumenta desde las fonolitas menos alcalinas a las más alcalinas (Fig. 8A).

En resumen, aunque las variaciones en el quimismo de los diques fonolíticos son pequeñas (Fig. 3), las diferencias de composición en los minerales, especialmente en piroxenos y anfíboles (Fig. 8) son muy significativas y reflejan variaciones importantes en sus condiciones de formación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha recibido soporte del proyecto CGL2012-32135. Los datos de química mineral se han obtenido en el Centro Nacional de Microscopía Luis Bru de la Universidad Complutense de Madrid.

REFERENCIAS

Ancochea, E., Hernán, F., Huertas, M.J., Brändle, J.L. (2012). The basaltic dikes of Boa Vista (Cape Verde Islands). Their significance in the interpretation of the evolution of the island. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, **243-244**, 24-37.

Ancochea, E., Huertas, M. J., Hernán, F., Brändle, J. L. (2014). A new felsic cone-sheet swarm in the Central Atlantic Islands: The cone-sheet swarm of Boa Vista (Cape Verde). *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, **274**, 1-15.

Deer, W. A., Howie, R. A., Zussman, J. (1992). *An Introduction to the Rock-Forming Minerals*. Longmans, London, 696pp.

Leake, B. E., Woolley, A.R., Birch, W.D., Burke, E.A., Ferraris, G., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Schumacher, J.C., Stephenson, C.N., Whittaker, E. (2004). *Nomenclature of amphiboles: additions and revisions to the International Mineralogical Association's amphibole nomenclature*. *Eur. J. Mineral.*, **16**, 191-196.

Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, B. (1986). *A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram*. *Jour. Petrol.*, **27**, 745-750.

Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A.K., Ginzburg, I.V., Ross, M. Seifert, F.A., Zussman, J., Aoki, K., Gottardi, G. (1988). *Nomenclature of pyroxenes*. *Bulletin of Mineralogist*, **111**, 535-550.

Serralheiro, A., Matos Alves, C.A., Macedo, J.R., Silva, L.C. (1974). *Note préliminaire sur la géologie de l'île de Boa Vista Cap-Vert*. *García de Orta, Ser. Geol.*, **1**, 53-60.