Cronología Rb-Sr y K-Ar de diques de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central Español)

Rb-Sr and K-Ar chronology of dykes from the Sierra de Guadarrama (Spanish Central System)

C. Galindo, M.J. Huertas, C. Casquet

Dpto. de Petrología y Geoquímica, Fac. CC. Geológicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid

ABSTRACT

Two calcalkaline granite porphyries, an E-W and a N-S trending one, and three monzonitic dykes striking NE-SW, have been dated. For the first dyke a whole rock Rb-Sr isochrone age of 296±3 Ma, i.e. Upper Carboniferous, is obtained. However, the second dyke provides only a regression age of 314±31 Ma. Whole rock K-Ar ages of the monzonitic dykes are 245±7,i.e. Lower-Middle Triassic, for two of them, and 220±5 for the third. The first age rises doubts about the up-to-the-present alleged posteriority of the E-W dykes relative to the large granitic plutonism in the area. The second is geologically reasonable within the limits of error only, as N-S dykes must be younger than the Cabeza Mediana pluton, which is 291±6 Ma old, and older than the hydrothermal episyenitic event dated at 274±6 Ma. For the monzonitic dykes the age of 245±7 Ma is taken as representative of the injection episode, whilst the second age probably results from superimposed alteration. This alkaline episode can be correlated with the opening of the Iberian trough.

Key words: *geocronología Rb-Sr, geocronología K-Ar, diques, Sierra de Guadarrama, Sistema Central Español.*

Geogaceta, 16 (1994), 23-26
ISSN: 0213683X

Introducción

Uno de los rasgos más destacables de la geología de la Sierra de Guadarrama es, sin duda, el constituido por los enjambres de diques (Fig.1). De acuerdo con su orientación se han reconocido cuatro familias principales, cada una de las cuales muestra, a su vez, una notable variabilidad composicional (Huertas, 1990). La primera y más patente es la constituida por los diques de dirección E-W. Estos diques se agrupan al menos en cuatro enjambres subparalelos con recorridos de decenas de kilómetros (hasta 50-60 Km) y con una notable continuidad lateral, pese a los importantes saltos que provocan las fallas que compartimentan la región en bloques de dirección NE-SW. Los diques son mayoritariamente granitoideos calcoalcalinos (pórfidos tonalíticos a leucograníticos) de unos 5-20 m de potencia, y en menor proporción diques básicos (gabroideos a cuarzo-dioríticos) de 0.5-2 m de espesor. La segunda familia se presenta como un único enjambre de dirección N-S y gran recorrido, formada por unos 4-5 diques de pórfidos graníticos también calcoalcalinos y algunos diques dioríticos. La tercera familia es más local y uniforme y la integran unos pocos diques leucograníticos de dirección N 120-140° E. Finalmente la cuarta familia también muy localizada en la parte central del Guadarrama, forma un reducido enjambre de unos 6-7 diques gabroideos, monzogabroideos y monzograníticos y supone un importante cambio composicional pues se trata de un magmatismo calcoalcalino alto en K_2O (asociación monzonítica).

Las cuatro familias filonianas han seguido aparentemente, en base a criterios puramente geológicos, un orden de emplazamiento semejante a aquel en que las hemos descrito. Asimismo, los diques cortan, en principio, a todos los cuerpos plutónicos que afloran en la parte interna del Guadarrama y son a su vez cortados, al menos las tres primeras familias, por bandas de alteración hidrotermal de tipo episienítico, de edad Pérmico Inferior (Caballero *et al.*, 1993), así como por diques alcalinos y toleíticos de edad Triásica a Jurásica (Schermerhorn *et al.*, 1978 y Villaseca y Nuez, 1986).

Hasta el momento se desconocía la edad precisa de los diques, lo que impedía ubicarlos en el marco geodinámico y magmático correcto. El objeto de éste trabajo es precisamente el de aportar los primeros resultados geocronológicos basados en los métodos Rb-Sr y K-Ar.

Muestreo

Se han muestreado dos diques de pórfidos correspondientes a la familia de diques E-W y N-S y tres de la cuarta familia más alcalina (Fig.1). El primero se localiza al norte de Colmenar Viejo y se emplaza en metamorfitas (esquistos, paraneises y gneises glandulares). Las muestras (π **-1 a 5**) están tomadas en una cantera (X=4504.980; Y=434.750) . El segundo dique de dirección N-S y gran recorrido, se puede seguir desde las proximidades de Valdemorillo hasta La Granja. El muestreo (**Y-14 a 20**) se ha realizado en una cantera junto a Alpedrete (X=4503.980; Y=415.415). Aquí el dique encaja en leucogranitos de dos micas del macizo de Cabeza Mediana. En los dos casos el muestreo representa un perfil núcleo-borde de los diques. Los tres diques más alcalinos corresponden a tipos gabroideos (**H-149**), monzogabroideos (**H-150**) y monzograníticos (**H-89**) y han sido muestreados en tres canteras distintas de los alrededores de Collado Mediano (X≈4504; Y≈412).

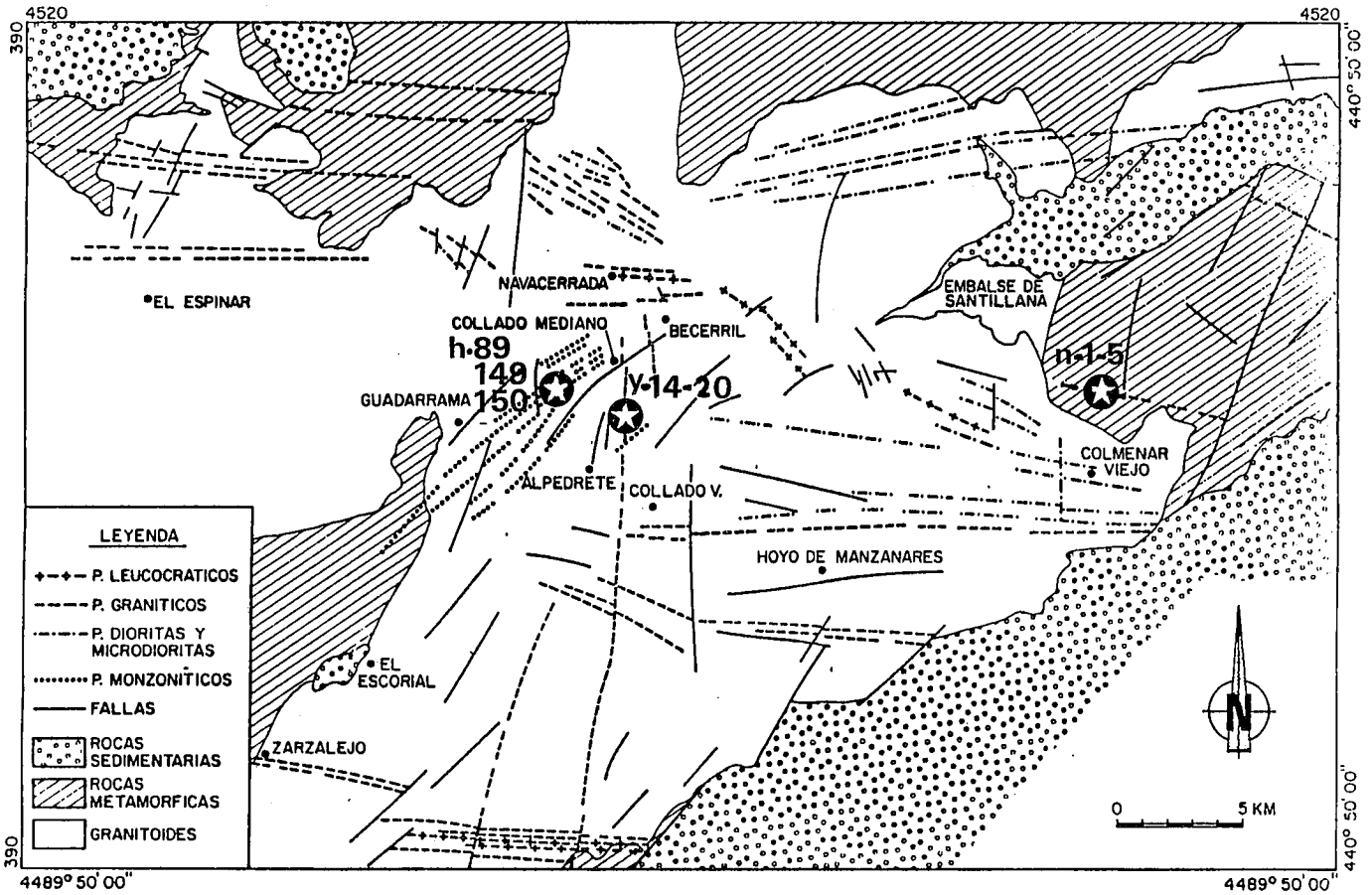

Fig. 1.— Mapa geológico esquemático de la Sierra del Guadarrama con los principales enjambres de diques.

Fig. 1.— Sketchy geological map of the Sierra del Guadarrama showing the main dyke swarms.

Aspectos petrográficos y geoquímicos

Los diques de pórfido muestreados, corresponden a tipos graníticos y están formados por fenocristales de cuarzo, plagioclasa (An_{23-37}), feldespato potásico y biotita con relaciones Fe/(Fe+Mg) entre 0.65 y 0.73, en una matriz análoga. Accesoriamente muestran cristales de cordierita con relaciones medias Mg/(Mg+Fe) de 0.55, apatito, circón, ilmenita y excepcionalmente monacita. En los dos diques muestreados, el tamaño de grano disminuye rápidamente hacia el borde donde se llega a facies microcristalinas e incluso hipocristalinas.

Químicamente los dos diques estudiados son peralumínicos, y se proyectan en diversos diagramas (AFM; R_1-R_2; Q-B-F; (Na_2O + K_2O)-SiO_2) en dominios calcoalcalinos (Huertas, 1990). En diagramas normalizados muestran anomalías positivas en Rb, Th y Tierras Raras y negativas en Ba, Nb, Sr y Ti, típicas de magmatismo colisional o postcolisional.

Los diques básicos de la asociación monzonítica, contienen fenocristales de plagioclasa zonada (An_{65-50}), más ricas en K que las del conjunto calcoalcalino, augita con bordes de diópsido y altos contenidos en Al_2O_3 (5.37-8.35%) y sobre todo en Na_2O (0.24-0.88%) y en menor propoción enstatita rica también en Al_2O_3 (hasta 6.4%) y TiO_2 (0.35-0.70%). En la matriz, además de estas fases, aparece biotita (Fe/(Fe + Mg) = 0.39-0.50), de composición análoga a las de las series subalcalinas, y excepcionalmente kaersutita. El pórfido monzogranítico presenta fenocristales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa zonada An_{22-04} y ferro-biotita, incluídos en una matriz de similar composición. Los minerales accesorios más frecuentes son ilmenita, magnetita, pirrotina, apatito, circón, esfena y allanita.

La química de roca total, confirma su afinidad con series subalcalinas o calcoalcalinas monzoníticas (nomenclatura de Lameyre & Bowden, 1982). Los términos gabroideos y monzogabroideos tienen nefelina normativa, mientras que el dique monzogranítico es cuarzo normativo y peralumínico. Los diques de esta asociación presentan mayores contenidos en Rb, Ba, Sr, Nb, Zr, Th, Y y Tierras Raras Ligeras, como es típico en magmas de afinidad shoshonítica.

Métodos analíticos

Se ha empleado el método Rb-Sr (isocronas de roca total) para los diques de pórfido, y el K-Ar, también en roca total, para los monzoníticos. Esto último se debe, por una lado, a la evidencia de contaminación magmática patente en estos últimos (Huertas, 1990), al pequeño tamaño de grano que impedía la concentración de minerales como el anfibol y a la escasa variabilidad composicional dentro de cada dique. Las determinaciones se han efectuado en el NIGL (Nottingham, U.K.) siguiendo el método descrito por Darbyshire & Shepherd (1985) para el Rb-Sr y Caballero *et al.*(1992) para el K-Ar.

Resultados.

Los resultados analíticos se muestran en las **tablas 1** y **2**, y gráficamente en las **Figs. 2** y **3**. Para el dique E-W, se

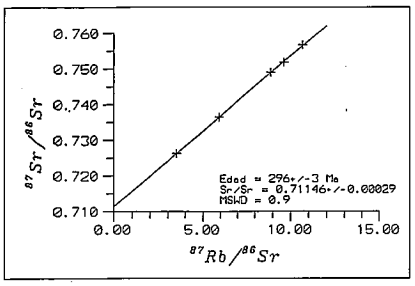

Fig. 2.— Diagrama Rb-Sr y recta de regresión correspondientes al dique E-W (muestras π-1 a π-5).

Fig. 2.— Rb-Sr diagram and regression line corresponding to the E-W dyke (samples π-1 to π-5).

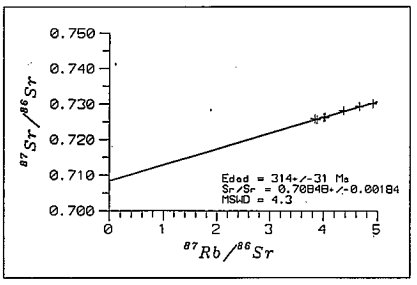

Fig. 3.— Diagrama Rb-Sr y recta de regresión correspondientes al dique N-S (muestras Y-14 a Y-20).

Fig. 3.— Rb-Sr diagram and regression line corresponding to the N-S dyke (samples Y-14 to Y-20).

MUESTRA	Rb ppm	Sr ppm	$^{87}Rb/^{86}Sr$	$^{87}Sr/^{86}Sr$
	Dique de dirección E-W			
π1	222.84	67.16	9.641	0.751813
π2	227.05	61.79	10.682	0.756667
π3	180.84	149.05	3.517	0.726273
π4	204.61	66.83	8.893	0.748977
π5	192.70	94.11	5.941	0.736518
	Dique de dirección N-S			
Y-14	196	148	3.847	0.725877
Y-15	190	142	3.883	0.725709
Y-16	194	140	4.008	0.726212
Y-17	225	133	4.908	0.730151
Y-18	196	141	4.032	0.726412
Y-19	201	133	4.366	0.728201
Y-20	213	133	4.658	0.729447

Tabla 1.— **Datos Rb-Sr (roca total) correspondientes a los diques de pórfido E-W (muestras π-1 a π-5) y N-S (muestras Y-14 a Y-20) respectivamente.**

Table 1.— Whole-rock Rb-Sr data corresponding to the E-W and N-S porphyry dykes (samples π-1 to π-5 and Y-14 to Y-20 respectively).

Muestra	peso	%K	$^{40}Ar_{atm}$%	$^{40}Ar_{rag}$nl/gr	Edad Ma
H-89	0.2837	3.889	13.98	39.6255	245±7
H-150	0.3054	2.693	16.74	27.3934	245±7
H-149	0.3157	2.283	13.12	20.7117	220±5

Tabla 2.— **Datos K-Ar (roca total) y edades aparentes de los diques monzoníticos.**

Table 2.— Whole-rock K-Ar data and apparent ages of the monzonitic dykes.

obtiene una buena isocrona (**MSWD** = 0.9) que arroja una edad de 296±3 Ma (Carbonífero Superior) y una Sr_i = 0.71146. Sin embargo el dique N-S da una errocrona (**MSWD** = 4.3) que proporciona una edad de 314±31 Ma y una Sr_i = 0.70848. Los errores analíticos y calculados están expresados en todo caso a nivel 2σ

Las edades aparentes K-Ar varían entre 220±5 Ma para H-149 a 245±7 Ma (Triásico) para las otras dos muestras.

Discusión

La edad del dique de pórfido E-W reune todos los requisitos para poder ser considerada válida. El número de muestras y el rango de variación de la relación $^{87}Rb/^{86}Sr$ (entre 3.5 y 10.7) son relativamente elevados y la MSWD obtenida indica que el error geológico es probablemente mínimo. La edad corresponde al Carbonifero Superior (Estefaniense). Por el contrario la edad del dique N-S puede tener valor solo si se considera desde el punto de vista estadístico, esto es incluyendo la barra de error. Aunque el número de muestras es elevado, el rango de variación de la relación $^{87}Rb/^{86}Sr$ es muy pequeño (3.8 a 4.9) lo que se traduce en un aumento del peso del error geológico y por lo tanto una MSWD muy alta. Geológicamente este dique nunca es cortado por diques E-W, lo que sugiere su posterioridad con respecto a ellos. Asimismo este dique corta al Macizo de Cabeza Mediana del que se dispone de una edad de Rb-Sr de 291±6 Ma (Ibarrola *et al.*,1987; 9 muestras, MSWD=0.93 ,Sr_i = 0.711; datos recalculados con valores corregidos del error analítico con el programa Isoplot (Ludwig, 1993)). Dentro del límite de error la edad obtenida sería compatible con la evidencia geológica. En cualquier caso su edad no puede ser inferior a los 274±6 Ma de las episienitas, que como ya se ha dicho afectan a todas las rocas plutónicas y a las tres primeras familias de diques (Caballero *et al.*, 1993).

La relación temporal entre el dique E-W y el Macizo de Cabeza Mediana no se puede precisar por el momento, ya que las barras de error de ambos se solapan en unos 4 millones de años y no hay evidencia geológica al respecto. En cualquier caso, con estos datos, no se puede excluir que los diques E-W (al menos algunos individuos) puedan haberse emplazado con anterioridad a alguno de los plutones leucograníticos tardíos, en contra de lo que se venía pensando hasta ahora. Asimismo resulta claro que este episodio filoniano no se puede seguir situando, al menos en su totalidad, después del emplazamiento del macizo adamellítico de La Granja, datado en 275±11 Ma por Ibarrola *et al.*(1987).

Por lo que respecta a los diques monzoníticos, la edad aparente obtenida para el tipo gabroideo, es significativamente más joven que la de los otros dos. Ello puede deberse al hecho de que la

muestra analizada presenta una cierta alteración, con formación de sericita, epidota, clorita y carbonatos, entre otros, lo que ha podido provocar una perdida de ^{40}Ar (no superior en cualquier caso al 5%) y consecuentemente una reducción en la edad del dique. Por lo tanto, los diques monzoníticos representan probablemente, un episodio termo-magmático ubicado en el Triásico Inferior-Medio, y desligado por ello, de las demás familias de diques del Guadarrama. Este episodio ha sido reconocido en la alteración de las propias episienitas e interpretado como reactivación del basamento, con actividad hidrotermal acompañante, durante la apertura de las cuencas ibérica, catalana, y pirenáico-cantábrica (Caballero *et al.*, 1992).

Referencias

Caballero, J.M., Casquet, C., Galindo, C., Gonzalez-Casado, J.M., Snelling, N., Tornos, F. (1992): *Geogaceta*, 11, 18-22.

Caballero, J.M., Casquet, C., Galindo, C., Gonzalez-Casado, J.M., Pankhurst, R., Tornos, F. (1993): *Geogaceta*, 13, 16-18.

Darbyshire, D.P.F., Shepherd, T.J. (1985): *J. Geol. Soc. London*, 142, 1159-1177.

Huertas, M.J. (1990): Tesis Doctoral. Edt. Univ. Compl. Madrid, 335 págs.

Ibarrola, E., Villaseca, C., Vialette, Y., Fuster, J.M., Navidad, M., Peinado, M., Casquet, C. (1987): En: *«Geología de granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico»*, Bea *et al.* (eds.), 377-384.

Lameyre, J., Bowden, P. (1982): *Jour. Volcanol. Geoth. Res., 169-186.*

Ludwig, K.R. (1993): *USGS Open-file Report*, 91-445, 42 págs.

Schermerhorn, L.J.G., Priem, H.N.A., Boelrijk, N.A.I.M., Hebeda, C.H., Verdurmen, E.A.Th., Verschure, R.H. (1978): *Jour. Geol.*, 86, 299-309.

Villaseca, C., Nuez, J. (1986): *Estudios Geol.*, 69-77.