

Estudio de plagioclasas de granitoides híbridos del Macizo Ibérico mediante microscopía de Interferencia de Contraste Nomarski

Study of the plagioclases of hybrid granitoids in the Iberian Massif by Nomarski Contrast Interference microscopy

J. D. de la Rosa y M. Quintero

Departamento de Geología. Universidad de Huelva. 21819 La Rábida, Huelva.

ABSTRACT

Nomarski microscopy has revealed strong zoning in plagioclases of hybrid granitoids of Gerena massif (Seville Range batholith) consisting of oscillatory, hiatus, dendritic and resorption zones which can repeat several times in the same crystal. This features inform about the complexity of hybridization and its can be used as distinctive of plagioclases generated after magma mixing process. This is the case of microgranular enclave plagioclases of Los Pedroches batholith.

Key words: *plagioclases, granitoids, Nomarski microscope, magma mixing, Iberian massif.*

Geogaceta, 18 (1995), 165-168

ISSN: 0213683X

Introducción

La microscopía Nomarski es una técnica muy resolutive y de gran utilidad en el estudio de la textura interna de minerales, ya que permite realizar observaciones de mayor detalle que un microscopio óptico de luz transmitida convencional.

Su aplicación ha sido bastante extendida en petrogénesis de rocas volcánicas (Anderson 1983, Clark *et al.* 1986, Pearce *et al.* 1987, Stimac y Pearce 1992, Singer y Pearce 1993), y más recientemente en granitoides (Castro y de la Rosa 1994, de la Rosa y Castro 1994), utilizando plagioclasas ya que éstas reflejan fielmente cualquier variación física y química del magma, similar a los anillos de crecimiento de un tronco de árbol.

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos de un estudio con un microscopio de contraste de interferencia diferencial Nomarski (NDIC) de plagioclasas zonadas de rocas híbridas del Macizo de Gerena (batolito de la Sierra Norte de Sevilla, de la Rosa 1992). Estas rocas (tonalitas y granodioritas) poseen importantes disequilibrios texturales y composicionales tales como la presencia de cuerpos máficos tonalíticos de varios metros de tamaño con bordes frío y transicionales, variaciones texturales a escala milimétrica, xenocristales de cuarzo, zonación compleja en plagioclasas y anfíboles, y

diagramas de variación de elementos mayores y trazas con patrones rectilíneos (Castro *et al.*, 1990a; de la Rosa, 1992; de la Rosa *et al.*, 1993). Las relaciones isotópicas de Sr indican además como la hibridación estuvo favorecida por las condiciones dinámicas de la cámara magmática formándose las rocas híbridas a partir del intercambio de cristales y difusión química entre magmas de composiciones contrastadas (de la Rosa *et al.* 1993).

El patrón textural de las plagioclasas de granitoides híbridos deducidos con el estudio NDIC puede ser comparado con el de plagioclasas de rocas granitoides de origen incierto. En este sentido se ha realizado un estudio Nomarski de plagioclasas de granitoides híbridos y enclaves microgranulares del batolito de Los Pedroches, descritos en Carracedo *et al.* (1989), Castro (1990), Castro y Stephens (1992) Donaire (1995).

Metodología

La metodología empleada es similar a la descrita en plagioclasas de otros granitoides del batolito de la Sierra Norte de Sevilla (Castro y de la Rosa 1994, de la Rosa y Castro 1994).

Se utilizaron láminas pulidas de roca atacadas con ácido fluobórico de 54% de concentración, diluido en ácido acético durante 20-30 minutos. El ataque químico fue interrumpido con una

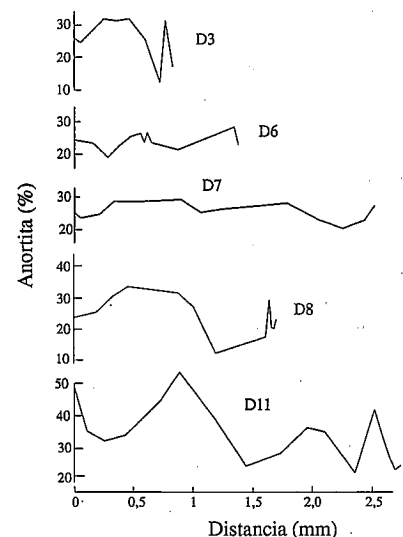


Fig. 1.- Perfiles realizados con microsonda electrónica de An en plagioclasas de rocas híbridas del Macizo de Gerena. Los análisis han sido realizados con JEOL JCSA 733 SUPERPROBE en la Universidad de St Andrews.

Fig. 1.- Microprobe profile of An composition in plagioclases of hybrid granitoids from Gerena massif. Analysis have been performed with JEOL JCSA 733 SUPERPROBE in St Andrews University.

solución saturada de Na_2CO_3 y agua. El resultado fue un microrelieve consistente en la alternancia de altos y bajos en función del contenido en anortita de la plagioclasa. No todas las secciones atacadas fueron idóneas para el estudio con el microscopio Nomarski. Las más

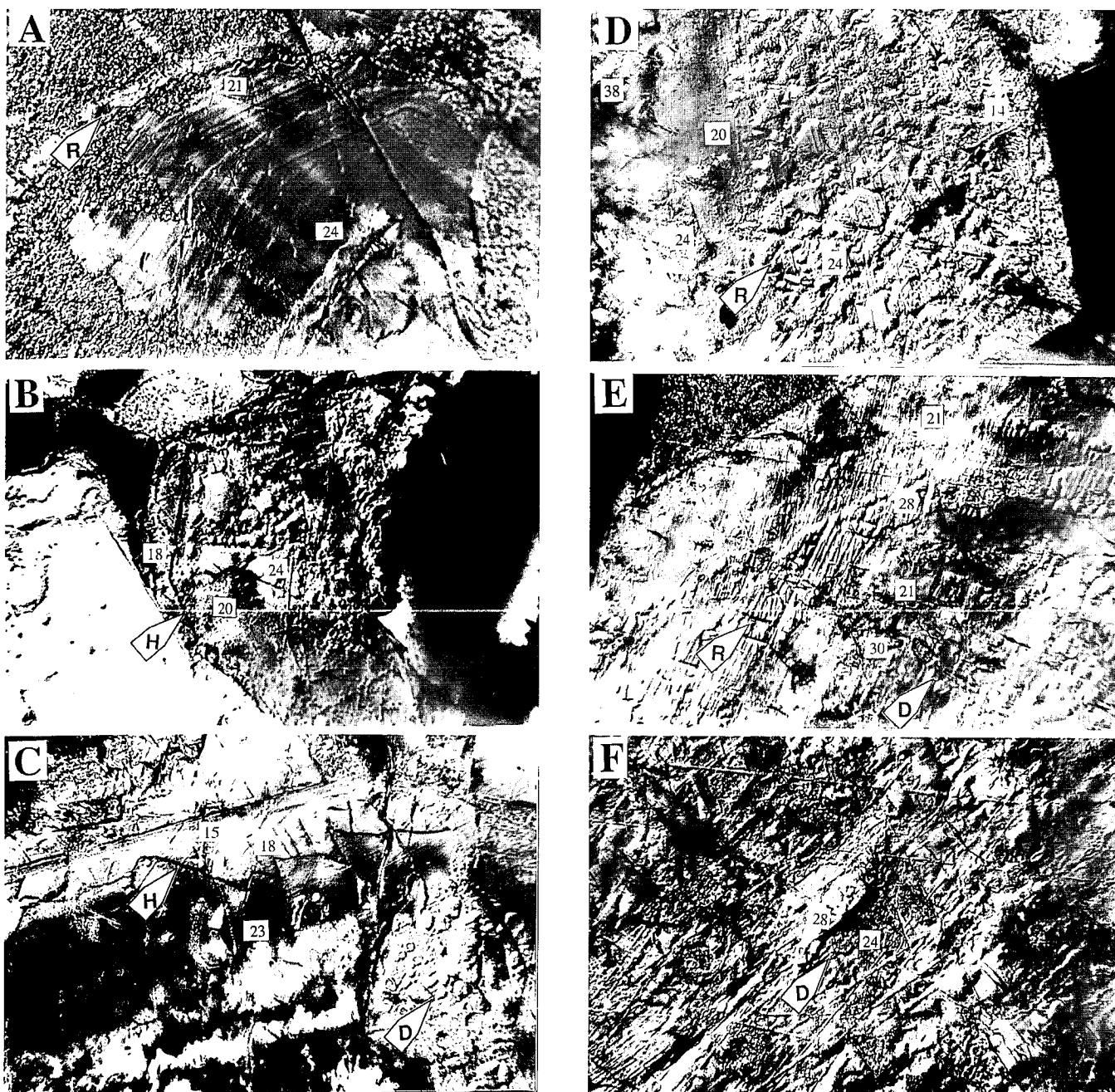


Fig. 2.- Microfotografías Nomarski de plagioclasas de granitoides híbridos del Macizo de Gerena. O: oscilatorio, H: hiato, R: reabsorción, D: dendrita. Escala: ancho de la base= 200 µm. Descripción en el texto

Fig. 2.- Nomarski Microphotography of hybrid granitoid plagioclases from Gerena massif. O: Oscillatory zoning, H hiatus, R: reabsorption, D: dendritic zoning. Scale: base wide= 200µm. See text.

apropiadas son aquellas que tienen una inclinación superior a 40° de los ejes cristalográficos [001] y/o [100] (Anderson 1983). Previo al ataque químico, las muestras fueron estudiadas con un microscopio óptico convencional y los contenidos en anortita fueron medidos con una platina universal.

Las láminas pulidas atacadas se estudiaron con un microscopio NIKON de luz transmitida equipado con un sistema de contraste de interferencia diferencial (DIC).

El microscopio DIC Nomarski utiliza luz polarizada y, a diferencia del microscopio óptico convencional, ésta atraviesa un prisma de wollastonita, dividiéndose en dos rayos (O y E) con una separación entre ellos inferior al grado de resolución del microscopio. Los rayos atraviesan el objeto y se introducen en el objetivo, hasta llegar a un segundo prisma de wollastonita donde interfieren diferencialmente. De esta forma aparece una imagen iluminada con una luz inclinada, produciendo un efecto tridimensional.

Resultados

Rocas híbridas del Macizo de Gerena

Los fenocristales de plagioclasa de las rocas híbridas del Macizo de Gerena poseen una zonación muy compleja tal como se deduce de los perfiles realizados con microsonda electrónica en una serie de muestras tomadas a través del contacto entre granodioritas y tonalitas híbridas de la zona de interacción (Fig. 1).

Los núcleos tienen una composición An_{25} y se encuentran rodeados por una

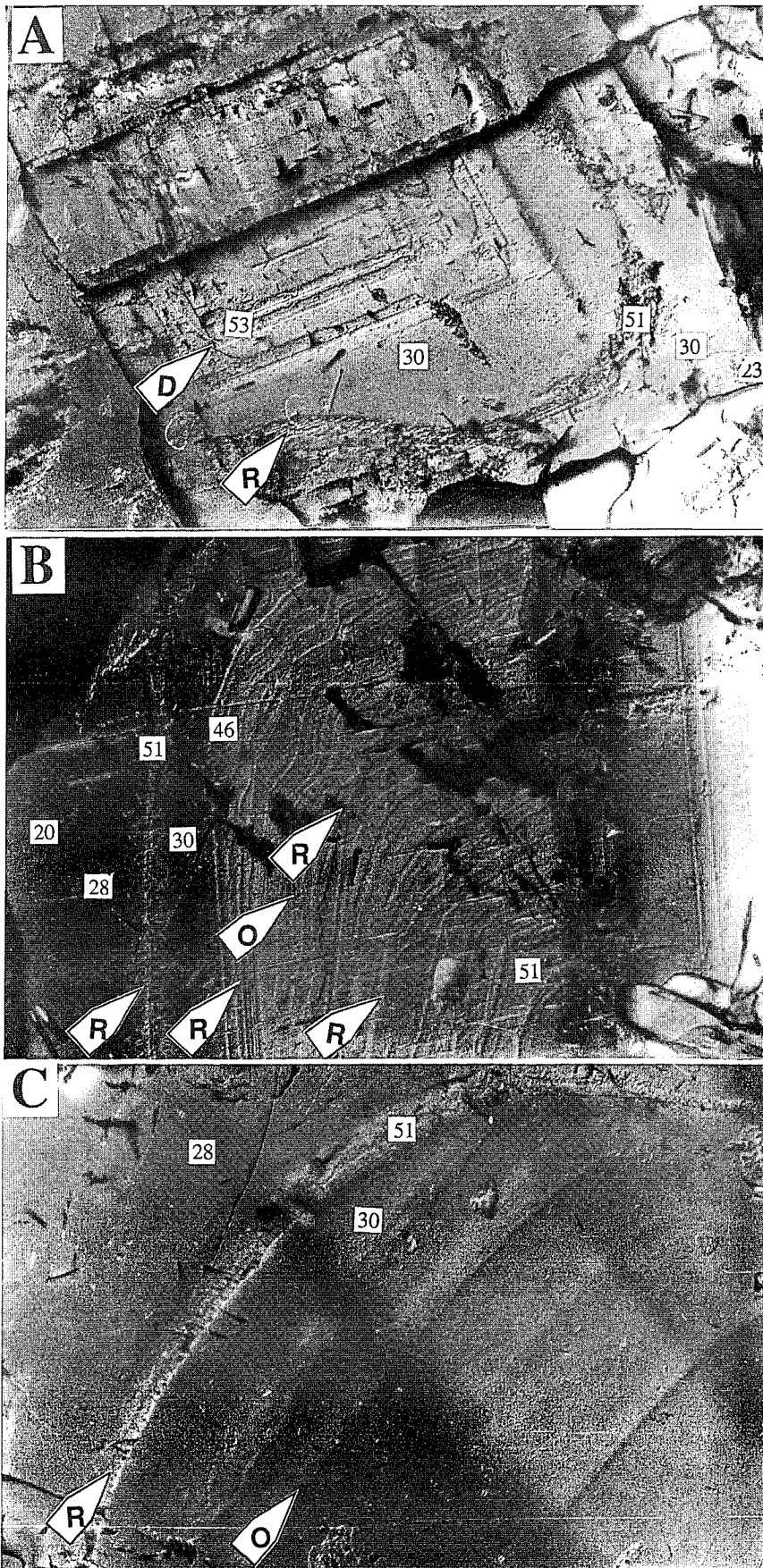


Fig. 3.- Microfotografías Nomarski de plagioclasas de enclaves microgranulares del batolito de Los Pedroches. Escala: ancho de la base= 200 μ m. Descripción en el texto.

Fig. 3.- Nomarski Microphotography of microgranular enclave plagioclasas from Los Pedroches batholith. O: Oscillatory zoning, H hiatus, R: reabsorption, D: dendritic zoning. Scale: base wide= 200 μ m. See text.

zona de 0.5 a 1 mm de espesor donde la composición se hace más anortítica (An_{30-35} hasta An_{50}). En el borde la plagioclasa se hace más albítica: An_{25-20} y An_{15} . En ciertos cristales (e.g. D3, D8 y D11), el borde posee una pequeña zona donde la composición se hace más anortítica (An_{30-40}). La alternancia de zonas más y menos anortíticas se puede repetir varias veces; por ejemplo en D11 se observan hasta cuatro de estas alternancias. La composición de las zonas disueltas es variable (An_{30-35} y An_{50}). Esto confirma la presencia de líquidos homogeneizados de composiciones diferentes.

La misma complejidad descrita en los perfiles realizados con microsonda electrónica también se ha observado con el microscopio Nomarski en cristales de plagioclasa de una misma muestra (Fig. 2), donde en la zona intermedia y borde, se han caracterizado los siguientes rasgos texturales:

a) Zona oscilatoria (O): se encuentra en la zona intermedia y borde de los cristales. Posee un espesor de 10-100 μ m y consistente en la alternancia de 5-8 bandas con límites netos y rectos de composición comprendida entre An_{24-21} (Fig. 2a). Estas zonas se encuentran limitadas por disconformidades rectas e irregulares, interpretadas como zonas de reabsorción.

b) Hiato (H): se caracteriza por tener forma euhedral y ponen en contacto zonas de composición An_{20} rodeada por An_{18} (Fig. 2b). En la figura 2c se muestra una superficie serrada de composición An_{23} rodeada por An_{18} que cambia gradualmente al borde An_{15} . Este tipo de hiato se ha interpretado como un límite erosivo.

c) Zona dendrítica (D, Fig. 2a, 2b): se diferencia de los hiatos composicionales porque el contacto no posee forma euhedral sino irregular dendriforme. La composición varía entre An_{24} rodeada por An_{20} (Fig. 2b y d), y An_{30} rodeada por An_{21} (Fig. 2e). Un detalle de esta zonación se encuentra en la fig. 2f, donde An_{28} se encuentra rodeada por An_{24} . Esta zonación ha sido descrita por Hibbard (1981) en rocas volcánicas desarrolladas a partir de plagioclasas del magma máfico que interacciona con un líquido más félsico.

d) Zona de reabsorción (R): posee una forma irregular (Fig. 2d) y redondeada (Fig. 2a y 2e) y consiste en zonas de composición An_{20} rodeada por An_{24} . Las zonas de reabsorción redondeadas también han sido descritas en otras plagioclasas de granitoides del mismo ba-

tolito (Castro y de la Rosa 1994, de la Rosa y Castro 1994).

Las zonas de reabsorción e hiatos pueden repetirse varias veces en un mismo cristal (Fig. 2e), indicando como la inyección de magma máfico en la cámara magmática fue cíclica.

Enclaves microgranulares del batolito de Los Pedroches

El patrón textural interno del estudio NDIC de plagioclasas del batolito de Los Pedroches (Fig. 3) es muy similar al descrito en los granitoides híbridos del Macizo de Gerena. Las plagioclasas poseen un núcleo dendrítico (D) de composición An_{53} , rodeado por An_{30} . La zona intermedia puede estar sin zonación o posee una zonación oscilatoria (O). En detalle, la zonación oscilatoria está constituido por la alternancia de 4-5 zonas de 100-200 μm limitadas por zonas irregulares (R en Fig. 3B) interpretadas como zonas de reabsorción. La zonación oscilatoria está cortada cerca del borde de los cristales por una zona de reabsorción (R) de forma redondeada de composición An_{51} , que varía de manera normal hacia el borde de composición An_{23-28} .

Discusión

La presencia de diversos tipos de texturas en las plagioclasas de granitoides híbridos señalan la gran complejidad del proceso de mezcla de magmas y como éstas pueden ser utilizadas como trazadores del origen de rocas plutónicas.

Distintos modelos matemáticos han propuesto como la zonación oscilatoria es debida fundamentalmente a difusión (Bottinga *et al.* 1966, Sibley *et al.* 1976, Lasaga 1982, Loomis 1982, Allègre *et al.* 1981). Sin embargo también se ha mostrado como la convección durante los estadios iniciales de cristalización del magma ha podido generar este tipo de zonación (Carr 1954, Wiebe 1968, Loomis y Welber 1982, Loomis 1982, Anderson 1984, Nixon y Pearce 1987). Dado que la zonación oscilatoria está desarrollada en la zona intermedia y borde de los cristales de plagioclasas y que existen otras evidencias petrológicas de flujo (Castro *et al.* 1990a, de la Rosa 1992) se sugiere como la convección tuvo un papel relevante durante la cristalización del magma en una zona de interacción magmática.

La frecuente interrupción de la zonación oscilatoria por hiatos, zonas de reabsorción y zonas dendríticas señala como el magma no cristalizó en equili-

brio sino en un sistema abierto tal que la cámara magmática sufrió la inyección de magmas de composiciones contrastadas.

En función de la estabilidad de los cristales que el magma máfico y félsico aportan al sistema híbrido, estos no se alteran o se disuelven. En el primero de los casos la plagioclasa adopta formas euédricas o dendríticas, y sobre ella recrece una plagioclasa de composición menos anortítica, originando hiatos y zonación dendrítica.

Por el contrario si la plagioclasa no es estable con el líquido, ésta tiende a disolverse originando zonas de reabsorción redondeadas o irregulares. Las formas irregulares son debidas a procesos de disolución parcial tal como se muestra con los experimentos realizados por Tsuchiyama (1985). Esta disolución parcial es inducida por la continua rehomogeneización de los magmas en la cámara magmática, favorecida por las condiciones dinámicas.

El carácter cíclico de los hiatos y reabsorciones muestra como la interacción se realizó en varias etapas. Este hecho, observado en plagioclasas de rocas volcánicas e interpretado a partir de procesos autoorganizados (Pearce y Kolinsnik 1991), es un hecho característico de las plagioclasas originadas a partir de mezcla de magmas, y puede ser utilizado como un rasgo distintivo de rocas cuya petrogénesis no es tan evidente (Castro y de la Rosa 1994, de la Rosa y Castro 1994).

La presencia de zonación oscilatoria, repetición de zonas de reabsorción y zonación dendrítica observada en fenocristales de plagioclasa de los enclaves microgranulares del batolito de Los Pedroches, similar al descrito en los granitoides híbridos, señalan como estas rocas se originaron a partir de un magma híbrido, lo cual estaría de acuerdo con las interpretaciones de Vernon (1983), Cantagrel *et al.* (1984), Dorais *et al.* (1990), Poli y Tommasini (1991) y Castro *et al.* (1990b).

En comparación con las plagioclasas de rocas híbridas del Macizo de Gerena, las plagioclasas de los enclaves microgranulares poseen una diferencia composicional mayor entre las zonas de reabsorción, mostrando como la hibridación ocurrió entre magmas de composiciones más contrapuestas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con el proyecto PB91-0600 de CICYT y Plan Andaluz de Investigación.

Referencias

- Allègre, C.J.; Provost, A. y Jaurpart, C. (1981): *Nature* 294, 223-228.
- Anderson, A.T. (1983): *Am. Mineral.* 68, 125-129.
- Bottinga, Y.; Kudo, A. y Weill, D. (1966): *Am. Mineral.* 51, 792-806.
- Cantagrel, J.M.; Didier, J. y Gourgaud, A. (1984): *Phys. Earth and Plan. Int.* 35, 63-76.
- Carr, J.M. (1954): *Min. Mag.* 30, 367-375.
- Carracedo, M.; Ortega Cuesta, L.A.; Gill Ibarra, J.I. y Sánchez-Carretero, R. (1989): *Studia Geol. Salman.* 4, 93-104.
- Castro, A. (1990): *Rev. Soc. Geol. Esp.* 3, 7-21.
- Castro, A. y Stephens, W.E. (1992): *Can. Mineral.* 30, 1093-1112.
- Castro, A. y de la Rosa, J.D. (1994): *Europ. J. Mineral.* 6, 647-656.
- Castro, A.; de la Rosa, J.D. y Stephens, W.E. (1990a): *Contr. Mineral. Petrol.* 105, 9-26.
- Castro, A.; Moreno-Ventas, I. y de la Rosa, J.D. (1990b): *Geol. J.* 25, 391-404.
- Clark, A.H.; Pearce, T.H.; Roeder, P.L. y Wolfson, I. (1986): *Am. Mineral.* 71, 734-741.
- De la Rosa, J.D. (1992): *Tesis Doctoral.* Univ. de Sevilla, 312 pp.
- De la Rosa, J.D.; Rogers, G. y Castro, A. (1993): *Rev. Soc. Geol. Esp.* 6, 141-149.
- De la Rosa, J.D. y Castro, A. (1994): *Bol. Soc. Españ. Mineral.* 17-1, 90-91.
- Donaire, T. (1995): *Tesis Doctoral.* Universidad de Huelva.
- Dorais, M.J.; Whitney, J.A. y Roden, M.F. (1990): *J. Petrol.* 31, 853-881.
- Hibbard, M.J. (1981): *Contrib. Mineral. Petrol.* 76, 158-170.
- Lasaga, A.C. (1982): *Am. J. Sc.* 282, 1264-1288.
- Loomis, T.P. (1982): *Contr. Mineral. Petrol.* 81, 219-229.
- Loomis, T.P. y Welber, P.W. (1982): *Contr. Mineral. Petrol.* 81, 230-239.
- Nixon, G.T. y Pearce, T.H. (1987): *Am. Mineral.* 72, 1144-1162.
- Pearce, T.H.; Russell, J.K. y Wolfson, I. (1987): *Am. Mineral.* 72, 1131-1143.
- Poli, G.E. y Tommasini, S. (1991): *J. Petrology* 32, 657-666.
- Sibley, D.F.; Vogel, T.A.; Walker, B.M. y Byerly, G. (1976): *Am. J. Sc.* 276, 275-284.
- Singer, B.S. y Pearce, T.H. (1994): *Can. Mineral.* 31, 459-466.
- Stimac, J.A. y Pearce, T.H. (1992): *Am. Mineral.* 77, 795-809.
- Tsuchiyama, A. (1985): *Contr. Mineral. Petrol.* 89, 1-16.
- Vernon, R.H. (1983): *J. Proceed. R. Soc. New South. Wales* 116, 77-103.
- Wiebe, R.A. (1968): *Am. J. Sc.* 266, 690-703.