

# Composición mineral del volcanismo jurásico (pre-Bajociense medio) en la Sierra de Javalambre (Cordillera Ibérica, Teruel): datos preliminares

*Mineralogical composition of the jurassic volcanism (pre-Middle Bajocian) in the Sierra of Javalambre (Iberian Chain, Teruel): preliminary data*

R.M<sup>a</sup> Martínez González (\*), M.Lago San José (\*\*), R.Vaquero Navarro (\*\*\*), J.I.Valenzuela Ríos (\*) (\*\*\*\*) y E. Arranz Yagüe (\*\*).

(\*) Departament de Geologia, Universitat de València, c/Dr.Moliner 50, 46.100 Burjassot (València)

(\*\*) Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza, 50.009 Zaragoza

(\*\*\*) Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica. Facultat de Geologia. 08071 Barcelona

(\*\*\*\*) Institut für Geowissenschaften, Technische Universität Braunschweig, 38023 Braunschweig (Alemania).

## ABSTRACT

*The study of olivine, plagioclase, clinopyroxene and opaque minerals from volcanic rocks, which are included in volcanoclastic deposits of pre-middle Bajocian age from the Sierra of Javalambre (Iberian Chain, Teruel), shows that this volcanism has an alkaline affinity. The compositional trend of this alkaline magma is recognized by studying the clinopyroxene composition.*

**Key Words:** alkaline volcanism, mineralogy, Bajocian, Sierra Javalambre, Iberian Chain.

Geogaceta, 19 (1996), 41-44  
ISSN: 0213683X

## Introducción

En la Sierra de Javalambre (SE de la Cordillera Ibérica, Teruel) aflora un volcanismo con predominio de manifestaciones volcanoclásticas y aislados episodios lávicos de reducido espesor. Estudios previos (Gautier, 1968; Gómez, Trell y Perez, 1976; Ortí y Vaquer, 1980, y Ortí, 1991) aportan datos espaciales y temporales, parciales, de este magmatismo cuya edad Toarciense-Bajociense se ha establecido según datos paleontológicos (Martínez González *et al.*, 1995, y Valenzuela Ríos *et al.*, 1995) sin existir estudios específicos sobre su composición mineral, lo que constituye el objeto de este trabajo.

El afloramiento seleccionado es el CA-1, de naturaleza mayoritariamente volcanoclástica, situado en el km 6 de la carretera entre La Puebla de Valverde y Camarena de la Sierra (Teruel, Figs.1 y 2). La base de este depósito volcánico no aflora y los 80 m medidos (Fig. 2) indican, pues, su potencia mínima. Al techo del nivel volcanoclástico se han identificado *Stephanoceras* sp., diversos ejemplares de la familia *Parkinsoniidae* (su conservación deficiente impide precisar si se trata de *Parkinsonia* sp. o *Garantiana* sp.) y al-

gunos perisfíntidos (subfamilia *Lep-tosphinctinae*); esta sucesión faunística indica una edad pre-Bajociense medio para el material volcanoclástico y las litofacies carbonáticas estudiadas comprenden la parte media (informal) de la Fm. Carbonatada de Chelva (Gómez, 1979) que, en lo esencial, comprende un ambiente de plataforma somera -de energía alta a moderada- y con episodios intermareales locales.

Las rocas volcánicas son, en este punto, mayoritariamente volcanoclásticas, reconociéndose en los fragmentos cristales alterados de olivino y piroxeno. A techo del material volcánico fragmentario afloran unos 60 cm de los restos de una colada basáltica compuesta por cuerpos de morfología bolar, de algunos dm a 1 m de diámetro, rodeados de volcanoclastos. Esta roca masiva presenta textura porfídica y una cierta orientación de los microlitos de plagioclasa y feldespato potásico respecto a los fenocristales de olivino y Ti-augita. Los opacos (ilmenita, Ti-magnetita y aislada espinela) son subordinados. En el borde de algunas vacuolas se ha identificado la adularia y el cuarzo ocupa la zona central. La composición mineral (Camebax SX-50, Barcelona) permite asignar la afinidad

alcalina a este magmatismo, lo que está apoyado, sustancialmente, por la composición de los clinopiroxenos. El reducido volumen de roca inalterada permite extraer de este modo más información sobre la composición mineral en fragmentos inalterados, que el estudio de su roca total (análisis en realización).

## Composición de las lavas

El olivino se presenta como fenocristal, adopta cierta variación granulométrica y su composición se sitúa en el rango Fo83-Fo76 (Tabla 1). El clinopiroxeno, augita-diópsido (Fig. 3A y Tabla 2), se presenta en fenocristales con clara zonación (con un aumento de Ti en el borde del cristal), es menos abundante que el olivino y manifiesta, también, una cierta seriación granulométrica. La mesostasia consta de microlitos de plagioclasa (An50-An40, Tabla 3) y aislados feldspatos (Ab72-Ab70, Tabla 3). Los opacos comprenden las composiciones de hematites e ilmenita y, aisladamente, la espinela. Esta asociación es característica de la afinidad alcalina lo que está confirmado por el estudio de la composición de sus clinopiroxenos.

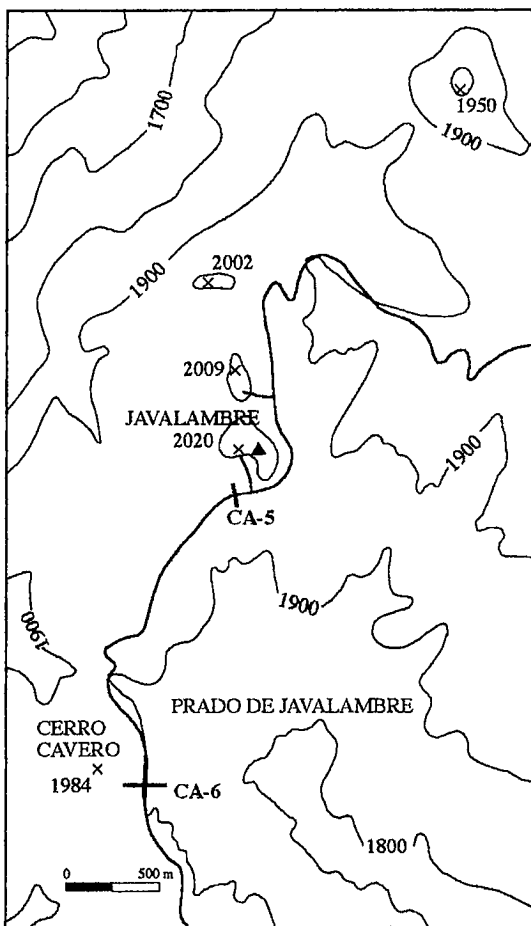
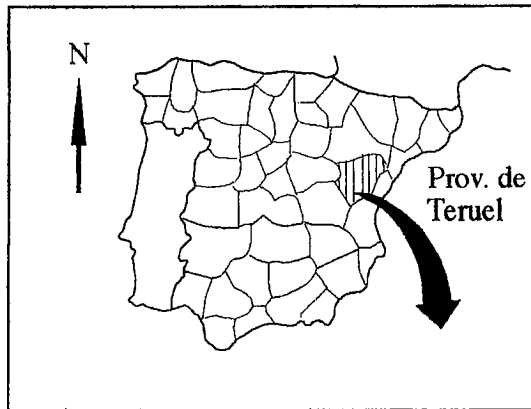


Fig.1.- Localización del volcanismo en la Sierra de Javalambre. 1, núcleos urbanos; 2, rocas volcánicas de edad Jurásico; 3, hojas MAGNA 1: 50.000; 4, límite de provincia.

Fig.1.- Geographical setting of the volcanism in the Sierra of Javalambre. 1, population centers; 2, Jurassic volcanoclastic rocks; 3, Geological sheets 1: 50,000; 4, province line.

**Quimismo de los clinopiroxenos**

El estudio composicional de los clinopiroxenos en lavas ha demostrado ser un criterio muy válido para identificar la afinidad magmática (Leterrier *et al.*, 1982) y permite extraer otras consideraciones genéticas. En la tabla 2 se indica una selección de 8 composiciones (70 análisis proyectados en la figura 3A -Morimoto *et al.*, 1988-) en

una muestra de roca masiva incluida en el afloramiento volcánico CA-1 (Fig. 2) según análisis con la CAMEBAX SX-50 (Barcelona); la fórmula estructural se ha calculado sobre la base de 6 oxígenos, el cálculo de la relación  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  comprende el balance de cargas propuesto por Droop (1987) y el parámetro  $fe [(Fe+Mn)/(Fe+Mn+Mg)]$  indica la evolución -trend- del líquido magmático que

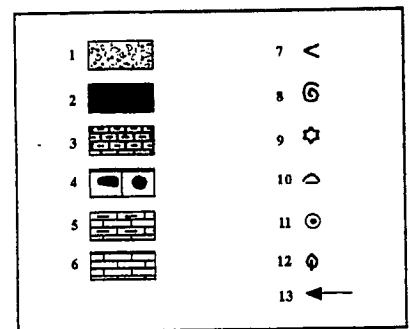
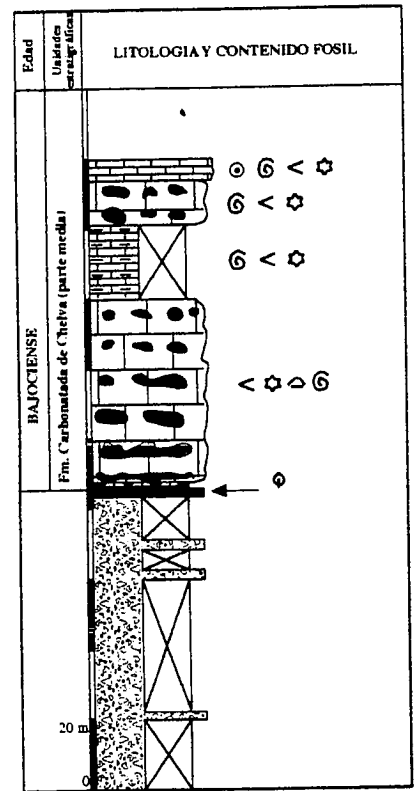
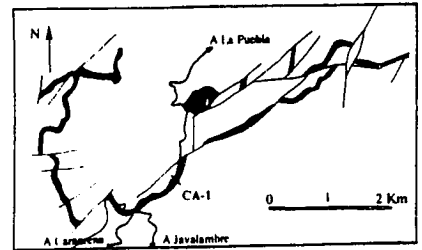


Fig.2.- Perfil del depósito volcánico CA-1. 1, rocas volcanoclasticas; 2, restos de colada basáltica; 3, margas y margocalizas con restos vegetales; 4, caliza con sílex; 5, alternancia de margas y calizas; 6, calizas con oncolitos; 7, belemnites; 8, ammonites; 9, crinoides; 10, bivalves; 11, oncolitos; 12, restos vegetales; 13, colada de lava muestreada.

Fig.2.- Column CA-1. 1, volcanoclastic rocks; 2, traces of lava flow; 3, marls and calcareous marls containing plant remains; 4, limestones with silex; 5, alternance of marls and limestones; 6, oncolite limestone; 7, belemnites; 8, ammonites; 9, crinoids; 10, bivalves; 11, oncolites; 12, plant remains; 13, sampled lava flow.

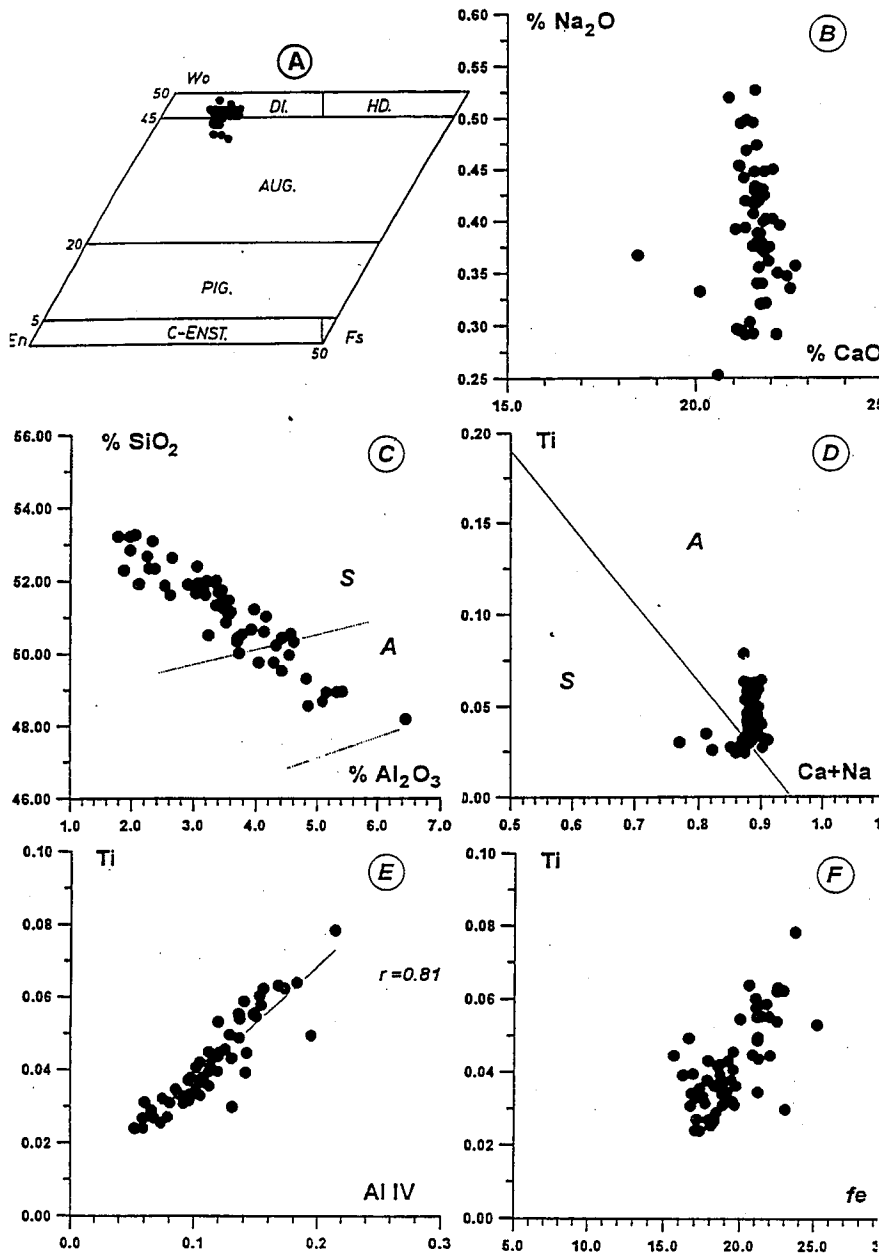


Fig.3.- (A):Representación de la composición de los piroxenos (Morimoto *et al.*,1988), (B):diagrama %Na<sub>2</sub>O vs.%CaO, (C):diagrama %SiO<sub>2</sub> vs. %Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (D):diagrama Ti vs.(Ca+Na), (E):diagrama Ti vs.AlIV, (F): diagrama Ti vs.fe

Fig.3.- (A) Graph showing the composition of pyroxenes (Morimoto *et al.*, 1988), (B) diagram %Na<sub>2</sub>O vs.%CaO, (C):diagram %SiO<sub>2</sub> vs. %Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (D):diagram Ti vs.(Ca+Na), (E):diagram Ti vs.AlIV, (F): diagram Ti vs.fe

guarda relación con la variación composicional de determinados óxidos de su fórmula. La relación (%Na<sub>2</sub>O vs. %CaO: Fig.3B) muestra el aumento gradual en Na (y en Fe<sup>3+</sup>, no representado) correspondientes a un aumento de la cristalización (desde el centro al borde del cristal) bajo condiciones de mayor valor en Fe<sup>3+</sup> y fO<sub>2</sub>. La relación %SiO<sub>2</sub> vs.%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Fig.3C) indica un descenso del % SiO<sub>2</sub>

(coincidente con unas condiciones más alcalinas) con un aumento significativo en Al y, también, en Ti en las zonas del borde del cristal (Fig.3D) que está correlacionado con las condiciones de cristalización de los magmas alcalinos (Leterrier *et al.*, 1982). Este aumento en Ti está claramente relacionado con el de AlIV (Fig.3E) y consiguientemente al descenso en Si, pues las bajas relaciones de aSiO<sub>2</sub> en es-

	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	39.1000	39.4192	39.3848	39.5881
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0343	0.0000	0.0582	0.0000
MgO	38.9502	42.1755	42.9810	43.4725
CaO	0.3487	0.2244	0.2515	0.2408
MnO	0.3423	0.2316	0.2232	0.1010
FeO	21.9565	18.1160	17.1384	16.3688
Total	100.7320	100.1666	100.0370	99.7712
Fórmula con Base 4 O=				
Si	1.0068	1.0025	0.9988	1.0022
Al	0.0010	0.0000	0.0017	0.0000
Mg	1.4949	1.5987	1.6247	1.6404
Ca	0.0096	0.0061	0.0068	0.0065
Mn	0.0075	0.0050	0.0048	0.0022
Fe	0.4728	0.3853	0.3635	0.3465
Total	2.9927	2.9975	3.0003	2.9978
fe	24.32	19.72	18.48	17.53
mo	0.49	0.31	0.34	0.33
fo	76.05	80.63	81.80	82.74
fa	24.05	19.43	18.30	17.48
ll	0.00	0.00	0.00	0.00
le	0.38	0.25	0.24	0.11

Tabla 1.- Composición de olivino (selección de análisis)

Table 1.- Olivine composition (selected analysis)

tos fundidos basálticos alcalinos supone la incorporación de Al en posiciones tetraédricas donde el balance de cargas está equilibrado por la entrada de Ti en las posiciones octaédricas, proceso realizado a altas temperaturas de cristalización coetáneo al avance de la cristalización (borde titanado) y, así, consta por la asociación directa entre el aumento de Ti con el de fe (Fig.3F). Los resultados obtenidos muestran dos aspectos: 1) la afinidad alcalina del magma basáltico y 2) la variación de condiciones de cristalización (aumento en fe) desde unas etapas iniciales (mayor contenido en Si y Mg) hasta alcanzar gradualmente unos valores con mayor contenido relativo en Na, AlIV, Fe<sup>3+</sup> y, más especialmente, en Ti que está bien manifiesto en los bordes de los cristales de augita-diópsido. Esta evolución es sensible en dos rangos, inicial y final, significativos en la variación de aSiO<sub>2</sub> bajo temperaturas altas de cristalización. Los valores obtenidos en TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> corresponden a clinopiroxenos generados por líquidos alcalinos.

Consideraciones

El magmatismo del área de Javalambre, con manifestaciones predominantemente volcanoclásticas de edad pre-Bajociense medio, comprende una actividad volcánica generada por un magma mantélico de afinidad alcalina, con baja tasa de fusión parcial y, según datos geológicos, su emplazamiento se efectuó en zonas intermareales de baja profundidad.

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	50.5071	52.2858	52.3438	51.4187	50.8589	48.9421	50.6517	48.9113
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.2399	1.8820	2.2749	3.4571	3.5239	5.4236	3.9278	5.1541
TiO <sub>2</sub>	1.7718	0.9840	1.1589	1.3165	1.9126	2.2873	1.5539	2.2390
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.2372	0.4222	0.0340	1.1463	0.1896	0.1836	0.7082	0.1836
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.6961	1.1102	0.2501	0.0000	0.3636	0.9702	0.5739	0.1652
MgO	14.2925	16.2794	15.7884	14.9798	13.8902	13.6134	14.6304	13.7832
CaO	21.3545	21.0913	21.3205	21.6746	21.1851	21.8114	21.5547	21.0533
MnO	0.1735	0.2360	0.1893	0.1775	0.1414	0.0000	0.1745	0.0000
FeO	6.6720	5.7565	6.6352	5.8008	8.2007	6.2959	6.0203	7.1436
Na <sub>2</sub> O	0.4977	0.2965	0.2914	0.4195	0.4946	0.4479	0.4479	0.3920
TOTAL	100.443	100.344	100.287	100.391	100.761	99.975	100.243	99.025
Recálculo de Fe <sup>3+</sup> según el método de Droop (1987)								
Si	1.8707	1.9211	1.9251	1.8899	1.8800	1.8173	1.8692	1.8323
Aliv	0.1293	0.0789	0.0749	0.1101	0.1200	0.1827	0.1308	0.1677
Alvi	0.0121	0.0026	0.0237	0.0397	0.0335	0.0547	0.0400	0.0599
Ti	0.0494	0.0272	0.0321	0.0364	0.0532	0.0639	0.0431	0.0631
Cr	0.0069	0.0123	0.0010	0.0333	0.0055	0.0054	0.0207	0.0054
Fe <sup>3+</sup>	0.0473	0.0307	0.0069	0.0000	0.0101	0.0271	0.0159	0.0047
Mg	0.7890	0.8916	0.8655	0.8206	0.7653	0.7534	0.8047	0.7696
Ca	0.8474	0.8303	0.8401	0.8535	0.8390	0.8677	0.8522	0.8450
Mn	0.0054	0.0073	0.0059	0.0055	0.0040	0.0000	0.0055	0.0000
Fe <sup>2+</sup>	0.2067	0.1769	0.2041	0.1783	0.2535	0.1955	0.1858	0.2238
Na	0.0357	0.0211	0.0208	0.0299	0.0354	0.0322	0.0320	0.0285
TOTAL	4.0000	4.0000	4.0000	3.9972	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000
fe	21.19	17.63	19.52	18.30	25.21	20.60	19.20	22.53
Wo	45.84	43.56	43.86	45.94	45.05	47.76	46.11	45.96
En	42.68	46.77	45.18	44.17	41.10	41.47	43.54	41.86
Fs	11.47	9.67	10.96	9.89	13.85	10.76	10.35	12.17

Tabla 2.-Composición de clinopiroxeno (selección de análisis)

Table 2.- Clinopyroxene composition (selected analysis)

Los primeros datos mineralógicos efectuados en roca volcánica masiva permiten identificar la afinidad alcalina del magma inicial. La composición de los clinopiroxenos muestra un rango, de corta duración, en las condiciones de  $a\text{SiO}_2$  y de  $f\text{O}_2$  correspondiente a la progresiva incorporación de Na, Fe<sup>3+</sup> y Ti con el aumento de la diferenciación (descenso de  $a\text{SiO}_2$  y aumento en la  $f\text{O}_2$  y el valor de  $f\text{e}$ ).

**Agradecimientos**

Este trabajo desarrolla objetivos de los programas AMB 496/93 (DGICYT) e IGCP 369. Se agradece la ayuda económica prestada por el IET y el IVEI.

**Referencias**

Droop, G.T.R. (1987). *Miner. Mag.*, 55, 431-435.  
 Gautier, F. (1968) *C.R. Soc. Géol. Fran-*

	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>	55.7517	54.8049	64.9444	64.6477
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.0668	27.5114	20.4906	20.2645
CaO	9.8186	10.2810	1.4478	1.3339
FeO	0.7653	0.6683	0.4630	0.4537
Na <sub>2</sub> O	5.6309	5.5020	7.1969	6.5283
K <sub>2</sub> O	0.4700	0.3868	5.2353	6.1433
TOTAL	99.5032	99.1543	99.7780	99.3715
Fórmula con Base 8 O=				
Si	2.5303	2.4996	2.9128	2.9190
Al	1.4478	1.4789	1.0831	1.0784
Fe	0.0290	0.0255	0.0174	0.0171
Ca	0.4774	0.5024	0.0696	0.0645
Na	0.4955	0.4865	0.6258	0.5715
K	0.0272	0.0225	0.2995	0.3538
Total	5.0072	5.0155	5.0083	5.0045
Or	2.72	2.22	30.11	35.75
Ab	40.54	48.10	82.90	57.74
An	47.74	49.67	6.99	6.52

Tabla 3.- Composición de plagioclasas y feldespato potásico (selección de análisis)

Table 3.- Potassium feldspar and plagioclase composition (selected analysis)

ce, 3, 74-75.  
 Gómez, J.J. (1979). *Sem. Estratigrafía* (Monograf.), 4-1-683  
 Gómez, J.J.; Trell, A. y Pérez, P. (1976). *Acta Geol. Hisp.* 11 (1), 1-7.  
 Leterrier, J.; Maury, R.C.; Thonon, P.; Girard, D. y Marchal, M. (1982). *Earth Planet. Sci. Letters*, 59, 139-154.  
 Martínez González, R.M.; Valenzuela Ríos, J.I.; Lago M; Bastida, J. y Vaquer, R. (1995). *Cuad. Geol. Ibérica*, 20.  
 Morimoto, N.; Fabries, J.; Ferguson, A.K.; Ginzburg, I.V.; Ross, M.; Seifert, F.A.; Zussmann, J; Aoki, K. y Gottardi, G. (1988). *Amer. Miner.*, 73, 1123-1133.  
 Ortí, F. (1991). *XXV Curso Geol. práctica Teruel.*, 53-92.  
 Ortí, F y Vaquer, R. (1980). *Acta Geol. Hisp.*, 15 (5), 127-130.  
 Valenzuela Ríos, J.I.; Martínez González, R.M. y Lago, M. (1995). *Geogaceta*, 19: 39-40.