

Características petrográficas y geoquímicas de la Tonalita La Ovejería, borde oriental de la Sierra del Aconquija, Tafi del Valle, Tucumán: integración con la Granodiorita El Infiernillo

José P. LÓPEZ¹, Laura BELLOS¹ y Antonio CASTRO²

Resumen: La Tonalita La Ovejería constituye un cuerpo elongado de rumbo submeridional, que aflora sobre la ladera oriental de Sierra del Aconquija, al oeste de la localidad de Tafi del Valle, provincia de Tucumán, Argentina, inmediatamente al sur de la Granodiorita El Infiernillo, con el cual guardaría una estrecha relación genética. Los afloramientos septentrionales se caracterizan por ser de grano medio, compuesta por plagioclasa, cuarzo y escaso microclino, junto a biotita y pistacita (\pm turmalina) mientras que en el extremo sur, el intrusivo presenta un tamaño de grano fino y una asociación mineral constituida por plagioclasa, cuarzo y escaso microclino, con biotita y titanita. Cortando a las tonalitas se observan diques graníticos de hasta 2 metros de potencia. Geoquímicamente, presenta características calcoalcalinas y peraluminosa. La Tonalita La Ovejería intruye a un basamento metamórfico constituido por esquistos de bajo grado metamórfico y su emplazamiento se habría producido durante el Paleozoico inferior y controlado estructuralmente por la Megafractura de Tafi de modo similar al de otros cuerpos intrusivos, de estrecha vinculación temporal. El intrusivo El Infiernillo está compuesto en su parte central, por granodioritas equigranulares de dos micas (\pm turmalina) y, en sus bordes N y NE se desarrollan tonalitas con biotita y epidoto, sin muscovita primaria, que correspondería a una facies de bordes. De acuerdo a las relaciones de campo y a las características petrográficas, geoquímicas y estructurales, la Tonalita La Ovejería correspondería también a la facies de borde del intrusivo El Infiernillo, en su límite meridional.

Abstract: *THE LA OVEJERÍA TONALITE IS A N-S ELONGATED BODY THAT CROPS OUT ON THE EASTERN SIDE OF THE SIERRA DEL ACONQUIJA, WEST OF OF TAFI DEL VALLE, TUCUMÁN PROVINCE, ARGENTINA.* It is located just south of the larger, and probably genetically related, El Infiernillo Granodiorite. The studied pluton has a zoning determined by different grain sizes and mineralogies: the northern outcrops are medium-grained and composed of plagioclase, quartz scarce microcline, and biotite and pistacite (\pm tourmaline) as major accessories; the southern part of the intrusive is fine grained and composed of plagioclase, quartz scarce microcline, and biotite and sphene as accessory minerals. Two meter thick granitic dikes cross-cut the tonalites. The tonalite is calc-alkaline and peraluminous, with an ASI between 1.10 and 1.48. It intrudes metamorphic basement rocks composed of low grade schists that are characterized by an increase in static metamorphism, by syntectonic intrusions and by the intensity of flow folds. The emplacement of the La Ovejería Tonalite probably occurred during the Lower Paleozoic and was structurally controlled by the Tafi Megafracture, like the other intrusive bodies of the area. The El Infiernillo intrusive is composed of a two-mica (\pm tourmaline) equigranular granodiorite main facies and a biotite and epidote bearing (without primary muscovite) tonalitic border facies. According to field relations and petrographic, geochemical and structural data, the La Ovejería Tonalite may correspond to the northern border facies of the El Infiernillo intrusive.

Palabras claves: petrografía, geoquímica, Tonalita La Ovejería, Granodiorita El Infiernillo, Sierra del Aconquija.

Keywords: Petrography, Geochemistry, La Ovejería Tonalite, El Infiernillo Granodiorite, Sierra del Aconquija

¹ INSUGEO - CONICET, Facultad de Ciencias Naturales e IML -UNT. Miguel Lillo 205. CP 4000. San Miguel de Tucumán - Argentina. E-mail: lopezjp00@yahoo.com.ar

² Departamento de Geología, Universidad de Huelva, E21071, Huelva, España.

Introducción

En el noroeste de la provincia de Tucumán, una importante estructura denominada Megafractura de Tafí (Baldis *et al.*, 1975) separa a las Sierras del Aconquija de Cumbres Calchaquíes. Esta megafractura posee un rumbo general NNO- SSE y desplazamiento vertical normal inclinando al SO con una componente horizontal dextral (Gutiérrez y Mon, 2004). A lo largo de la Megafractura de Tafí se emplazaron, durante el Paleozoico Inferior, varios cuerpos graníticos en un basamento metamórfico de bajo y mediano grado, tanto en la Sierra del Aconquija como en Cumbres Calchaquíes. Las características petrológicas y geoquímicas, sus niveles de emplazamiento y la génesis de muchos de estos cuerpos fueron objeto de estudios realizados anteriormente (Saavedra *et al.*, 1984; Toselli *et al.*, 1985; López y Bellos, 2010). Uno de estos cuerpos plutónicos corresponde a la Tonalita La Ovejera la cual aflora en la ladera oriental de Sierra del Aconquija, al oeste de la localidad de Tafí del Valle, a los 26° 51' latitud sur y 65° 40' longitud oeste (*Figura 1*).

En esta contribución se realiza un estudio petrográfico y geoquímico de la Tonalita La Ovejera, con el objetivo de comparar e integrar este cuerpo plutónico con otro denominado Granodiorita El Infiernillo, en base a sus relaciones mineralógicas, químicas, condiciones de emplazamiento, relación con la roca de caja y tendencia evolutiva.

Antecedentes y geología del área de estudio

Las Sierras del Aconquija integran la faja oriental de las Sierras Pampeanas Noroccidentales (Caminos, 1979) y pertenecen a la zona V de la división tectonometamórfica del basamento del Noroeste Argentino (Willner y Miller, 1986; Wilner, 1990). Esta zona se caracteriza por un aumento del metamorfismo estático por intrusiones sintectónicas y por la intensidad en la expresión de pliegues de flujo.

En la zona estudiada, el basamento metamórfico sólo está representado por numerosos xenolitos incluidos en la Tonalita La Ovejera, con diferentes grados de asimilación (*Figura 2A*).

Los cuerpos plutónicos de la región se localizan a lo largo de la Megafractura de Tafí (Baldis, *et al.*, 1975) e intruyeron durante el Ciclo Famatiniano (Aceñolaza y Toselli, 1981). Presentan características calcoalcalinas y peraluminosas, con emplazamiento tardío a postectónico (Toselli, 1992; Toselli *et al.*, 1985). Particularmente, el intrusivo El Infiernillo aflora en el extremo septentrional de la sierra del Aconquija, y está compuesto predominantemente por granodioritas de dos micas, con desarrollo de tonalitas de bordes (Lisiak, 1987).

Granodiorita El Infiernillo

Estudios previos realizados en este intrusivo (Lisiak, 1990; Toselli, 1992), señalan que petrográficamente está compuesto por granodioritas dominantes en el sector central del cuerpo y tonalitas en sus bordes; presenta una textura equigranular, y sus constituyentes son plagioclasa, presente en dos generaciones, la más antigua de mayor tamaño, zonada y deformada y la más joven, con una composición algo más ácida, en individuos de menor tamaño, sin deformación y con zonación menos marcada; cuarzo, con texturas cataclásticas,

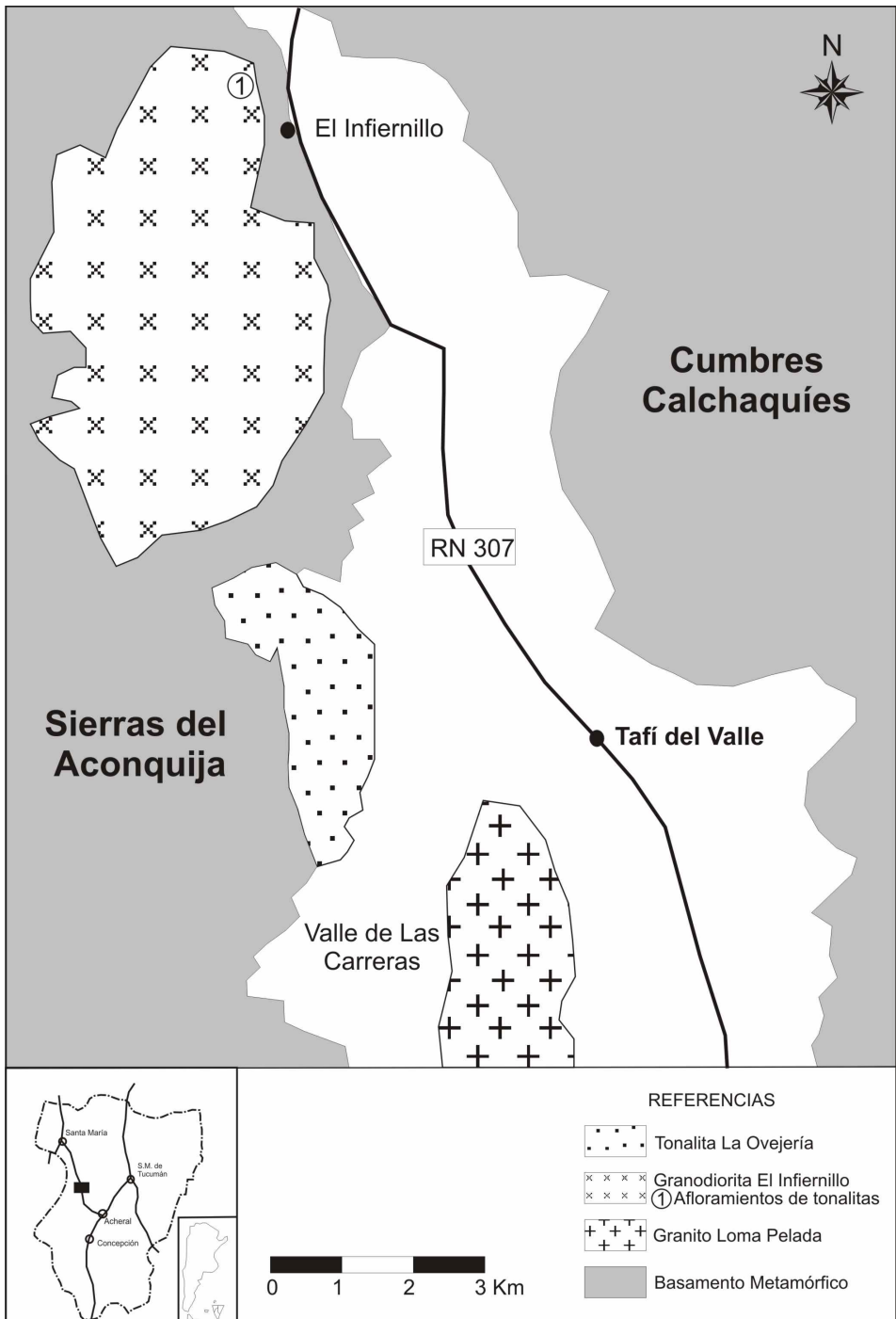


Figura 1. Esquema geológico de la zona de estudio.

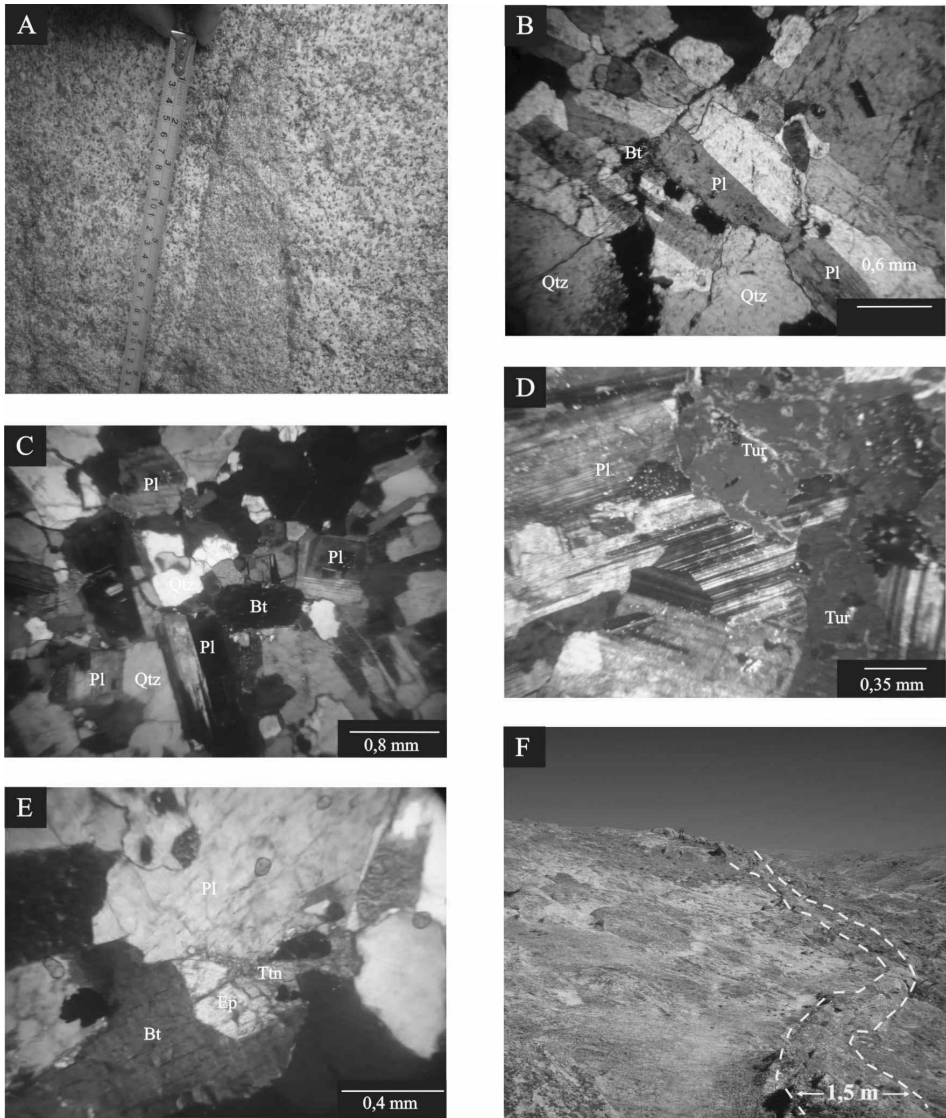


Figura 2. (A) Xenolito de la roca de caja en la facies tonalítica de grano fino; (B) facies tonalítica de grano medio; (C) facies tonalítica de grano fino; (D) cristales de turmalita en la facies tonalítica de grano medio; (E) cristales de epidoto y titanita en la facies tonalítica de grano fino; (F) dique granítico en la Tonalita La Ovejera.

intercrecimientos mirmequíticos y microclino pertítico escaso o ausente. La biotita es el mineral accesorio principal y presenta en algunos casos pliegues kink, mientras que la muscovita está presente en menor proporción. En ocasiones se observa turmalina en granodioritas, mientras que las tonalitas biotíticas, sin muscovita primaria, presentan epidoto asociado a biotita. Lisiak (1990) señala que las tonalitas pasan transicionalmente a las granodioritas, que presentan xenolitos de rocas metamórficas segregadas (los que no se encuentran en las granodioritas) y postula que ambas facies se habrían generado durante el mismo ciclo magmático, diferenciándose las tonalitas más tempranamente que las granodioritas.

Tonalita La Ovejería

La Tonalita La Ovejería constituye un cuerpo elongado de rumbo submeridional de 6 Km² de superficie, que aflora en el margen oriental de la sierra de Aconquija, intruyendo un basamento metamórfico constituido por esquistos bandeados de bajo grado (*Figura 1*).

Está compuesto por tonalitas que presentan una zonación determinada principalmente por diferentes granulometrías, agrupándose en dos facies: una de grano medio (*Figura 2B*) y otra de grano fino (*Figura 2C*). La primera se reconoce en los afloramientos septentrionales, y mineralógicamente está compuesta por plagioclasa, cuarzo y escaso microclino, junto a biotita y pistacita (\pm turmalina). Microscópicamente presenta textura inequigranular y xenomórfica, el mineral más abundante es la plagioclasa que se presenta con dos tamaños bien definidos, las mayores (hasta 3,5 mm) anhedral y zonadas y las menores (hasta 2,5 mm) subhedral; el cuarzo (0,5-1,0 mm) forma granos anhedral, fracturados e intersticiales; el microclino (1 mm) es muy escaso e intersticial mientras que la biotita (2,4 mm) se presenta en láminas anhedral y fracturadas. Se reconoce pistacita anhedral asociada a biotita o como alteración de plagioclasa. Localmente se observa el desarrollo de abundante turmalina, con formas anhedral y fuertemente fracturadas (*Figura 2D*).

En el extremo sur del intrusivo las tonalitas son de color gris claro y grano fino, presentan una asociación mineral constituida por plagioclasa, cuarzo y escaso microclino, con biotita y titanita, como minerales accesorios. Poseen textura inequigranular y xenomórfica, la plagioclasa (0,4 - 1 mm) es euhedral a subhedral y zonada, el cuarzo (1,5 mm) es anhedral, mientras que el microclino es escaso y se observa en pequeños granos anhedral e intersticiales de tamaños menores a 1 milímetro. La biotita (de hasta 2,5 mm) se encuentra alterada a pistacita y muscovita y presenta asociados cristales anhedral y fracturados de titanita (*Figura 2E*).

Cortando a las tonalitas se observan diques de hasta 2 metros de potencia (*Figura 2F*), de composición granítica, con textura inequigranular de grano medio y xenomórfica; están compuestos por microclino de 4 mm de longitud, con numerosas inclusiones de cuarzo subredondeado; además se reconoce cuarzo anhedral y escasa plagioclasa subhedral a euhedral de hasta 2,0 mm. La muscovita es abundante y se presenta en láminas intersticiales o incluidas en el microclino.

Geoquímica

Los análisis químicos se realizaron sobre roca total en la Universidad de Granada (España) mediante Fluorescencia de Rayos X (*Tabla 1*).

En el diagrama AFM (Irvine y Baragar, 1971) (*Figura 3*) se representaron las rocas correspondientes a la Tonalita La Ovejería conjuntamente con granodioritas del intrusivo El Infiernillo y en él se puede ver una única tendencia calco-alcalina, con similar ubicación de las rocas de composición tonalítica, tanto del intrusivo de El Infiernillo como de La Ovejería, mientras que las granodioritas muestran una mayor evolución. El índice de saturación en alúmina (ISA) (Manniar y Piccoli, 1989) para todas las rocas varía entre 1,10 y 1,48, indicando características peraluminosas para todo el conjunto, con superposición de valores para las tonalitas de ambos intrusivos (*Figura 4*). Esto también se refleja en el diagrama A-B (Debon y Le Fort, 1983), en donde las muestras se proyectan principalmente en el campo moderadamente peraluminoso (MP), con una notoria dispersión de las tonalitas

La Ovejería													
SV-113	SV-112	SV-101	SV-110	SV-109	SV-107	SV-106	SV-105	SV-104	SV-103	SV-102	SV-111	SV-108	
tonalitas											diques granodioríticos		
SiO ₂	63,66	67,35	63,22	70,06	64,12	67,12	72,65	68,56	72,90	67,45	68,49	75,57	73,21
Al ₂ O ₃	18,13	16,01	21,42	15,51	18,13	16,92	14,94	16,34	15,01	16,10	15,90	14,60	14,80
Fe ₂ O ₃	4,70	4,01	2,71	2,99	4,27	3,46	2,30	3,19	2,17	3,82	3,57	0,55	2,22
MnO	0,07	0,07	0,19	0,06	0,09	0,05	0,06	0,05	0,06	0,09	0,06	0,04	0,05
MgO	1,51	1,72	0,96	1,19	1,76	1,50	0,55	1,25	0,50	1,73	1,58	0,06	0,57
CaO	5,01	3,56	1,70	3,20	4,74	3,94	2,54	3,67	2,56	3,25	3,47	0,68	2,17
Na ₂ O	3,47	3,43	6,09	3,52	3,65	3,84	3,75	3,87	3,82	3,78	3,53	3,78	3,83
K ₂ O	1,46	2,05	1,29	1,53	1,48	1,68	1,95	1,42	1,91	1,83	1,76	3,53	1,87
TiO ₂	0,71	0,52	0,37	0,41	0,56	0,45	0,26	0,48	0,26	0,61	0,51	0,03	0,27
P ₂ O ₅	0,21	0,14	0,48	0,12	0,19	0,10	0,09	0,15	0,09	0,12	0,12	0,08	0,09
LOI	0,46	0,41	1,06	0,52	0,51	0,37	0,41	0,46	0,43	0,43	0,32	0,67	0,52
Total	99,39	99,28	99,49	99,10	99,51	99,43	99,50	99,45	99,71	99,21	99,31	99,59	99,60

El Infiernillo*									
	j	k	l	b	c	d	e	m	
	tonalitas					granodioritas			
SiO ₂	68,10	68,46	69,21	71,63	77,34	75,21	72,86	72,98	
Al ₂ O ₃	15,92	15,80	15,92	14,81	13,21	13,95	14,92	15,12	
Fe ₂ O ₃	3,80	2,94	3,31	3,52	1,08	2,90	3,52	1,05	
MnO	0,05	0,06	1,08	0,08	0,02	0,03	0,05	0,03	
MgO	2,93	1,06	1,13	0,34	0,10	0,30	0,44	0,41	
CaO	2,61	3,84	3,44	1,93	0,57	0,83	1,17	1,68	
Na ₂ O	3,37	4,03	3,69	3,88	3,60	3,38	3,34	3,78	
K ₂ O	1,95	2,14	1,87	1,93	2,80	2,11	2,65	3,85	
TiO ₂	0,10	0,51	0,58	0,14	0,00	0,04	0,30	0,18	
P ₂ O ₅	0,19	0,96	0,05	0,16	0,11	0,15	0,18	0,15	
LOI	1,30	0,60	0,53	1,36	0,42	1,02	0,39	0,61	
Total	100,32	99,60	99,81	99,78	99,25	99,26	99,82	99,84	

* Datos tomados de Lisiak (1987)

Tabla 1. Análisis químicos sobre roca total de elementos mayores y menores (expresados en peso %).

de El Infiernillo, pero con una franca tendencia evolutiva hacia el campo de los granitoides peraluminosos félsicos (PF) donde se proyectan las granodioritas (*Figura 5*).

En los diagramas de variación de óxidos vs. SiO₂ (*Figura 6*) en los que se representa a la Tonalita La Ovejería y a la Granodiorita El Infiernillo, se observa una tendencia negativa para el Al₂O₃, TiO₂, CaO, Fe₂O₃, MgO y MnO, mientras que el K₂O muestra una correlación positiva con la SiO₂ con leve dispersión y el Na₂O no presenta variación con el aumento de la SiO₂. También en estos diagramas se observa una clara similitud entre las rocas tonalíticas de ambos plutones.

Interpretación y conclusiones

La Tonalita La Ovejería presenta características calcoalcalinas, moderada a fuertemente peraluminosas y tanto su mineralogía como su quimismo y relaciones de campo indicarían,

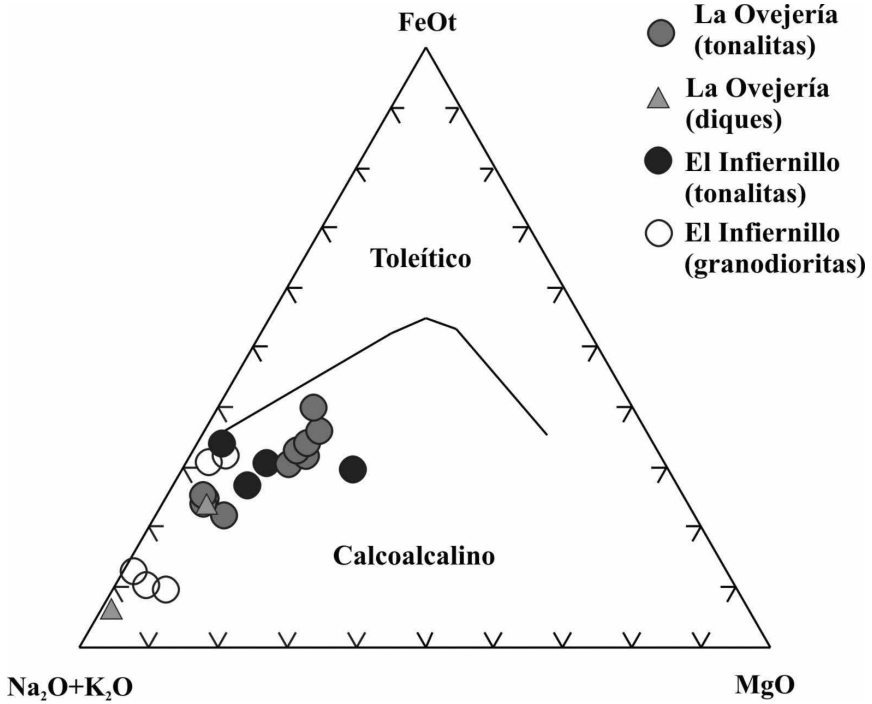


Figura 3. Diagrama AFM (Irvine y Bargar, 1971).

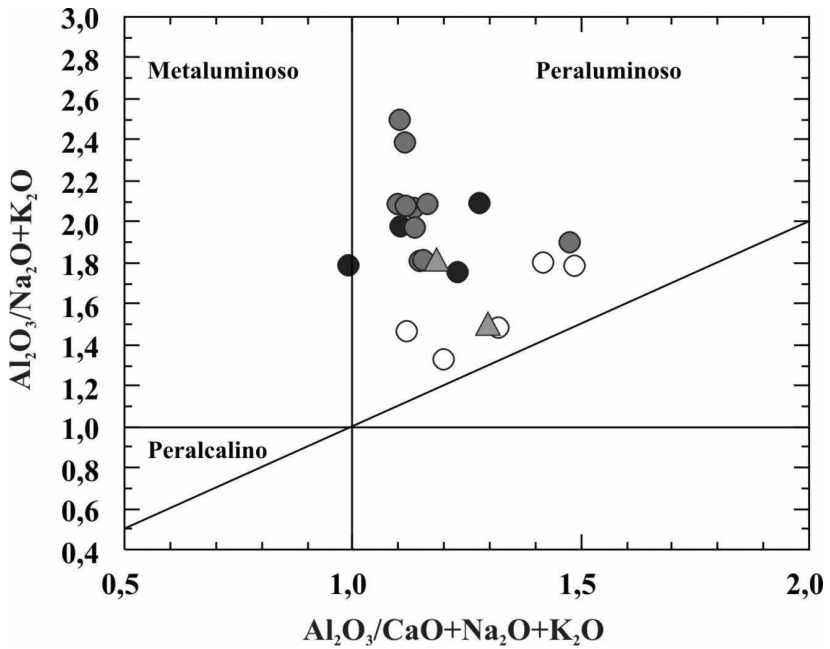


Figura 4. Diagrama de Manniar y Piccoli (1989) utilizando los índices de Shand. Símbolos como en figura anterior.

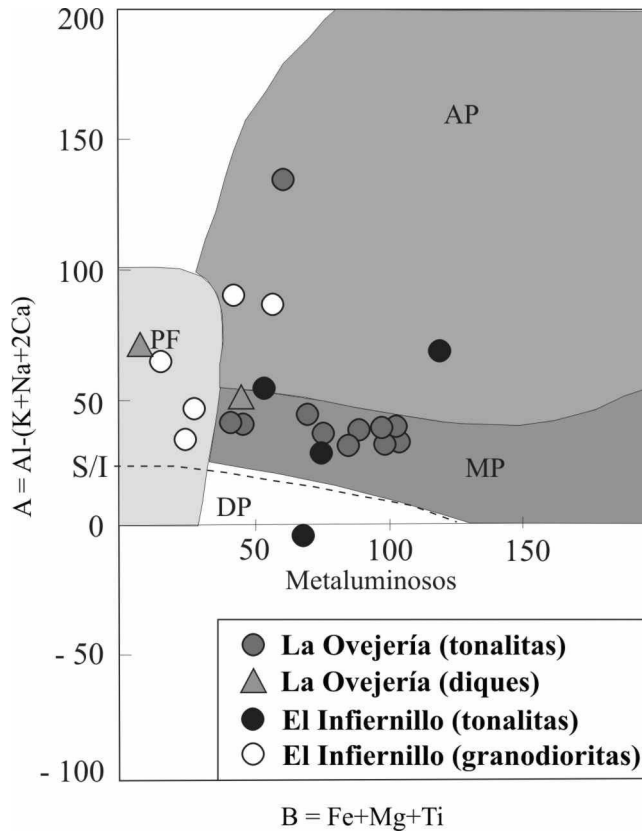


Figura 5. Diagrama A-B de Debon y Le Fort (1983) modificado por Villaseca et al. (1998). Campos: granitoides muy peraluminosos félsicos (PF), granitoides altamente peraluminosos (AP), granitoides moderadamente peraluminosos (MP) y granitoides débilmente peraluminosos (DP).

preliminarmente, que correspondería a una facies de borde de la Granodiorita El Infiernillo, en su límite meridional. En este sentido, Lisiak (1990) señala estas relaciones para pequeños afloramientos tonalíticos del extremo NE de aquel plutón.

La Tonalita La Ovejería correspondería a una facies diferenciada más tempranamente que la Granodiorita El Infiernillo y presenta características comunes al resto de los intrusivos de la región (López y Bellos, 2010). Su emplazamiento y cristalización se habría producido en altos niveles corticales y, del análisis petrográfico y microestructural surge que las rocas analizadas no poseen deformación, por lo que se infieren características tardías a postectónicas con respecto a la deformación y el ascenso y emplazamiento del magma estaría relacionado con una zona de fallamiento distensivo, estructuralmente controlado por la Megafractura de Tafí (Toselli *et al.*, 1989).

Pertenecería al grupo de granitoides tardíos D2 de Sierras Pampeanas Orientales de acuerdo a la clasificación de Rapela *et al.* (1990). Toselli *et al.* (1987) en base a características isotópicas tales como las relaciones iniciales $^{87}Sr/^{86}Sr$ y ϵNd para los granitoides de El Infiernillo y Loma Pelada, indican que en la génesis de los magmas hubo una mezcla entre componentes corticales y mantélicos. Asimismo, Sales *et al.* (1998) obtienen una relación inicial $^{87}Sr/^{86}Sr$ para el Granito Loma Pelada de 0,7058 llegando a una conclusión similar.

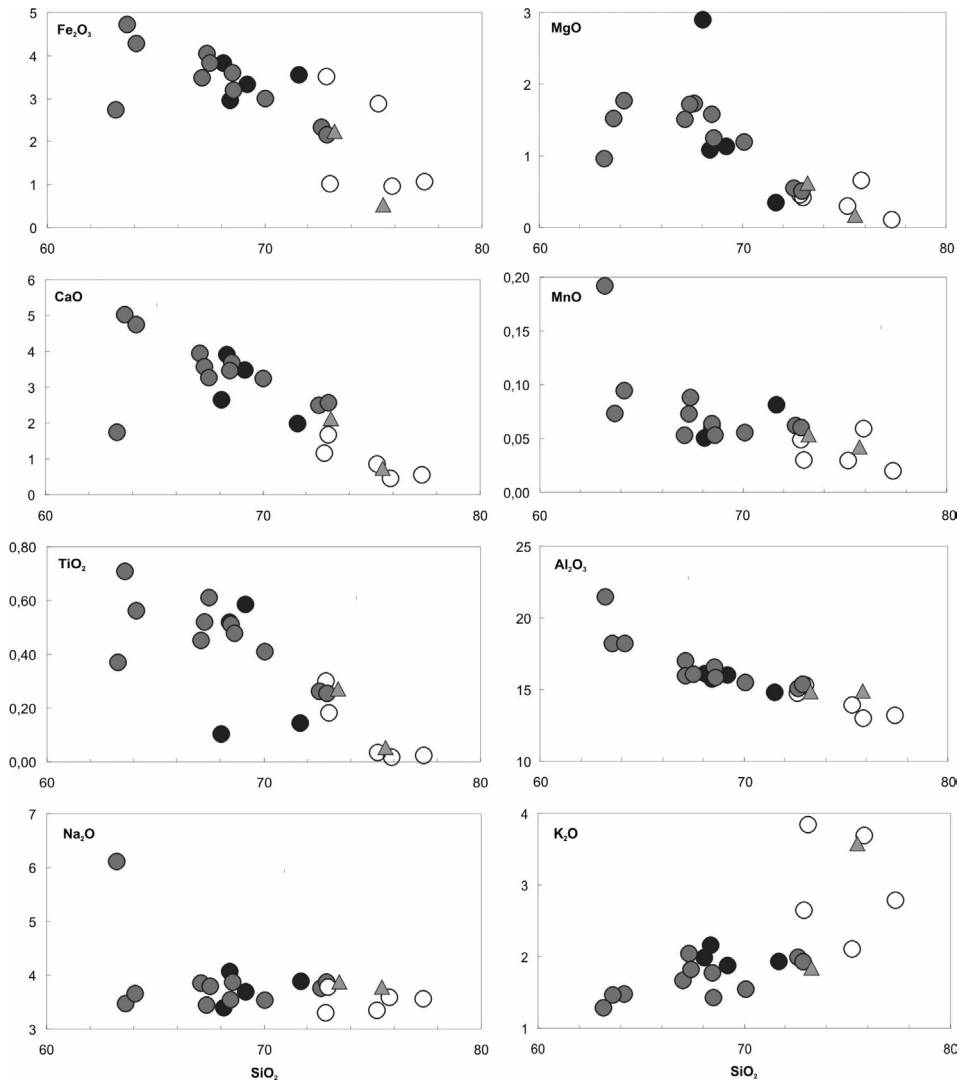


Figura 6. Diagramas de variación de elementos mayores vs. SiO_2 . Símbolos como en figura anterior.

Aunque no se cuenta con dataciones geocronológicas de este cuerpo en particular, la Tonalita La Ovejera podría tener una edad similar. Edades de 507 a 460 Ma para la cristalización de los cuerpos más antiguos (granodioritas de dos micas) y 446 a 424 Ma para los más jóvenes, que corresponderían a los granitos muscovíticos más evolucionados, fueron obtenidas por Toselli et al (1985) para otros intrusivos de la zona. Sales *et al.* (1998) determinaron para el Granito Loma Pelada una edad de 470 ± 10 Ma por el método Rb/Sr en roca total.

Agradecimientos

El presente trabajo fue financiado por el proyecto CIUNT 26/G427. Los autores agradecen al Dr. Lucio Pinotti por las correcciones realizadas a este trabajo y al Dr. Pablo Grosse por su colaboración.

Bibliografía

- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A.J. 1981. Geología del NW Argentino. Publicación Especial N° 1287 de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán, 212 pp.
- Baldís, B., Viramonte, J. y Salfity, J. 1975. Geotectónica de la comarca comprendida entre el Cratógeno Central Argentino y el borde austral de la Puna. II Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Buenos Aires, Actas 4: 25-44.
- Caminos, R. 1979. Sierras Pampeanas Noroccidentales, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. In: II Simposio Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Córdoba, Actas I: 225-291.
- Debon, F y Le Fort, P. 1983. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and association. Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, 73: 135-149.
- Gutiérrez, A. y Mon, R. 2004. Megageomorfología del valle de Tafi-Aconquija, Tucumán. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 59: 303-311.
- Irvine, T.N. y Baragar, W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Canadian Journal of Earth Sciences, 8: 523-548.
- Lisiak, J.H. 1987. [Contribución al conocimiento geológico de la región de Macho Huañusa y zonas aledañas, con especial referencia a las rocas graníticas. Departamento Tafi del Valle, Provincia de Tucumán, República Argentina. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Tucumán, 142 pp. Inédito].
- Lisiak, J.H. 1990. Petrografía y geoquímica de las granodioritas de El Infiernillo, Sierra del Aconquija, Tucumán, Argentina. XI Congreso Geológico Argentino, San Juan, Actas 1: 68-71.
- López, J.P. y Bellos, L. 2010. Petrología y geoquímica del Granito Los Cuartos, Tafi del Valle, Tucumán, noroeste de Argentina: integración al esquema magmático regional. Estudios Geológicos, 66: 147-156.
- Manniar, P.D. y Piccoli, P.M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. Geological Society of America Bulletin, 101: 635-643.
- Rapela, C., Toselli, A.J., Heaman, L. y Saavedra, J. 1990. Granite plutonism of the Sierras Pampeanas; An inner cordilleran Paleozoic arc in the Southern Andes. En: Rapela, C.W. y Kay, S. (Eds.), Plutonism from Antarctica to Alaska. The Geological Society of America, Special Paper 241: 77-90.
- Saavedra, J., Toselli, A. y Rossi de Toselli, J. 1984. Aspectos Geológicos y geoquímicos del granito peraluminico de Loma Pelada, Tafi del Valle, Tucumán, Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 39: 121-27.
- Sales, A., Petronilho, L. y Kawashita, K. 1998. Datación de la edad geocronológica de rocas graníticas mediante el uso de un Spike combinado Rubidio/Estroncio. Información Tecnológica, 9: 379-386.
- Toselli, A. 1992. El magmatismo del Noroeste Argentino. Reseña sistemática e interpretación. Serie de Correlación Geológica 8, 243 pp.
- Toselli, A., Rossi de Toselli, J., Saavedra, J., Pellitero, E. 1985. Los granitoides de la Megafractura de Tafi, Tucumán, Argentina. Comunicaciones, 35: 237-241.
- Toselli, A., Rapela, C. y Saavedra, J. 1987. [Guía de campo Simposio Internacional de Granitos Fanerozoicos Circumpacíficos. X Congreso Geológico Argentino, Tucumán. Inédito].
- Toselli, A., Rossi de Toselli, J., Saavedra, J., Pellitero, E. 1989. Granitoids of the Tafi Megafracture (Sierras Pampeanas, Argentina) : Petrogenetic implications. Journal of South American Earth Science, 2: 199-204.
- Villaseca, C., Barbero, L. y Herrerros, V. 1998. A re-examination of the typology of peraluminous granite types in intracontinental orogenic belt. Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, 89:113-119.
- Willner, A. 1990. División tectonometamórfica del basamento de Noroeste Argentino. Serie Correlación Geológica, 4: 113-159.
- Willner, A. y Miller, H. 1986. Structural division and evolution of the Lower Paleozoic Basement in the NW Argentine Andes. Zbl. Geol. Palaontm, I: 1245-1255.

Recibido: 5 de octubre de 2011
Acceptado: 6 de diciembre de 2011