

Los cuerpos graníticos del Nevado del Famatina: vigencia de las observaciones realizadas por Bodenbender un siglo atrás

José Pablo LOPEZ¹

Abstract: *THE GRANITES OF THE FAMATINA: THE VALIDITY OF BODENBENDER OBSERVATIONS ONE CENTURY AGO.* As part of his research carried out at the beginning of the XX century, in the Province of La Rioja, Bodenbender describes to the Nevado de Famatina and points out that the granite-dioritic intrusive is recognized in three almost parallel areas. The first area is formed by the two micas cristalogramito recognized in the Ranges of Chilecito-Paimán that orographically is linked with Famatina Range, but by its geology with Velasco Range. The second area is defined by Bodenbender as constituted by quartz sienite-quartz diorite and by biotitic granite that crops out in the central area between the granites of Paimán and Cerro Toro. The third area correspond to the peak area and western side of the range and it is characterized by Bodenbender by the presence of granites, granite-diorites, with aplites predominance and quartz diorites, amphibolic gabbro and lamprophyres. At the present time, these three areas defined by Bodenbender, conserve their validity, especially in the aspects related with the petrographic characteristics of the intrusives. To evaluate the current validity of the observations carried out by Bodenbender at the beginning of the XX century, Famatinian magmatism features recently pointed out by diverse authors are presented and in this way is possible to recognize that these three areas defined by Bodenbender, conserve the validity, especially in the aspects related with the petrographic characteristics of the intrusives. Later studies, in particular the most recent, focus in geochemical, geochronology and geotectonic features mark some differences with this zonation and characterization due especially to the major detail and complexity, for this is necessary point out the precision of the observations carried out one century ago by this author

Resumen: *LOS CUERPOS GRANÍTICOS DEL NEVADO DEL FAMATINA: VIGENCIA DE LAS OBSERVACIONES REALIZADAS POR BODENBENDER UN SIGLO ATRÁS.* Como parte de sus investigaciones realizadas a principios del siglo XX, en la Provincia de La Rioja, Bodenbender describe al "Nevado del Famatina" y señala que las rocas eruptivas se reconocen en tres zonas más o menos paralelas". "La primera está formada por el cristalogramito de dos micas que compone la cadena Chilecito-Paimán, vinculado orográficamente con la sierra de Famatina, pero geológicamente con la de Velasco. La segunda zona está constituida por rocas que se acerca ora a la sienita cuarcifera ora a la diorita cuarcifera que pasa en transición a granito biotítico y que afloran en el área central. La tercera zona abarca la sierra encubrada con sus contrafuertes occidentales y se caracteriza por la presencia de granitos, granito-dioritas, con predominancia de aplitas y en la que son importantes las dioritas cuarzosas, gabro anfibólico, además de lamprofiros. Para evaluar la validez de las observaciones realizadas por Bodenbender, se reseñan las características del magmatismo famatiniano tratadas por diversos autores recientemente, y así es posible reconocer la actualidad de las zonas definidas por Bodenbender, especialmente en los aspectos relacionados con las características petrográficas de los intrusivos. Los estudios posteriores, en particular los más recientes, en los que se hacen hincapié en los rasgos geoquímicos, geocronológicos y geotectónicos marcan algunas diferencias en cuanto a esta zonación y caracterización, debidos especialmente al mayor detalle y complejidad de los mismos, por lo que es necesario resaltar aún hoy en día la precisión de las observaciones realizadas hace casi un siglo por este autor.

Key words: Bodenbender. Famatina Range. La Rioja. Famatinian magmatism

Palabras clave: Bodenbender. Nevado de Famatina. La Rioja. Magmatismo famatiniano

¹ INSUGEO (CONICET-UNT) - Miguel Lillo 250. San Miguel de Tucumán (4000). E-mail: Lopezjp00@yahoo.com.ar

Introducción

En este trabajo se realiza una comparación entre las observaciones realizadas por Bodenbender hace casi un siglo atrás (Bodenbender, 1916) en la región del Sistema de Famatina, especialmente en las características petrográficas de los intrusivos del área y el actual conocimiento que se tiene desde este punto de vista en la región, a la luz de nuevos estudios, de mayor detalle y especialización, realizados por numerosos investigadores, principalmente en la década del 90, cuando se produjeron los avances más significativos desde el punto de vista petrológico, geoquímico y estructural.

La geología de Bodenbender

Como parte de sus investigaciones geológicas en la parte meridional de la provincia de La Rioja, Bodenbender (1916) describe y caracteriza al *Nevado del Famatina*, que conforma la máxima altura de la unidad serrana que denomina "Sierra de Famatina" a la que localiza desde la altiplanicie de Atacama, cerca de los 27° de latitud hasta los 30° 10' y que corre con dirección norte sur entre los 67° 30' y 68° 10'.

Bodenbender (1916) señala que lo que caracteriza al Nevado de Famatina de las otras secciones al norte y al sur es que el *siluriano y el cambriano (en su mayor parte metamorfoseado)* ocupan una extensión mayor, similar a la de los afloramientos graníticos y que son importantes también las erupciones de dacita y andesita.

Haciendo referencia únicamente a las rocas intrusivas de este sector de la sierra, Bodenbender (1916) señala que el intrusivo *granito-diorítico* (refiriéndose a intrusiones de composiciones graníticas y dioríticas) se reconoce en tres zonas más o menos paralelas.

La primera zona está formada por el *crystalogranito* de dos micas que compone la cadena Chilcito-Paimán, a la que vincula orográficamente con la sierra de Famatina, pero geológicamente con la sierra de Velasco, precisamente por el *crystalogranito*. Bodenbender describe a esta unidad litológica conformada por biotita, como mica principal, grandes cristales de ortoclasa, que le da su estructura porfirica; ... además la componen cuarzo, oligoclasa-andesina, microclina, apatita, zircono, pirita de hierro, magnetita, etc. En el *crystalogranito (especialmente frente al poblado de Famatina)* se destacan bancos oscuros de una roca parecida a roca córnea esquistosa, representando *crystalogranito machacado y molida (Phahlschiefer, Mylonita)*.

La segunda zona, representada por el macizo Ñuñorco (Bodenbender, 1916) está constituida por rocas que *se acerca ora a la sienita cuarcífera ora a la diorita cuarcífera (en parte lamprófito)* que pasa en transición a un granito biotítico, constituido composicionalmente por cuarzo, ortoclasa, oligoclasa-andesina, biotita, anfíbol, etc. que se reconoce en la cumbre de Agua Negra - en parte cataclástico y cortado por filones de *diorita cuarcífera*- más al norte, en la quebrada del Molle, donde desarrolla rocas córneas y en la cuesta de Santa Rosa; en la zona entre Durazno y la cuesta de los Berros, se observa con aspecto gnéisico "debido a una fuerte presión" y en la región del Carrizal, donde este granito biotítico está atravesado por un *pórfido cuarcífero y un filón de lamprófito*.

La tercera zona *abarca la sierra encubrada con sus contrafuertes occidentales* y se caracteriza por la presencia de *granitos, granito-dioritas, con predominancia de aplitas* y en la que son importantes además las dioritas cuarzosas y gabro anfibólico, además de lamprófitos. Bodenbender (1916) describe que el granito *parece predominar desde el cerro la Mejicana hasta la cuesta de Cosme, donde se describen además pórfido cuarcífero atravesados por lamprófitos, pasando de aquí a la sierra de Sañogasta y Vichigasta*. La región occidental, hasta Villa Castelli, está constituida por granito biotítico, cortado por *filones de lamprófitos, aplita, pegmatita, rocas dioríticas y esquistos cristalinos probablemente paleozoicos reabsorvidos* y en el último contrafuerte de Villa Castelli, que forma la transición del Famatina en la sierra de Umango-Villa Unión se puede observar como las rocas dioríticas pasan al granito...

Observaciones geológicas recientes

Para evaluar la vigencia de las observaciones realizadas por Bodenbender a comienzos del siglo XX, es importante hacer una reseña de los avances alcanzados en épocas posteriores a Bodenbender. En este sentido es importante resaltar los estudios localizados y parciales realizados en diversos puntos del Sistema de Famatina, como por ejemplo las consideraciones realizadas por Heim (1946), acerca de relaciones de campo entre granito y roca de caja, en la sierra de La Rioja, interpretadas como originadas por un proceso de granitización y que hoy en día se relacionan a un recalentamiento del encajante de bajo grado (filitas) debido a la cercanía del intrusivo granítico, que podría corresponder a una migmatización de contacto.

Más adelante, de Alba (1954 y 1979) y Turner (1964 y 1971) realizan las Hojas Geológicas 15c; 15d; 16c y 16d, en las cuales se actualiza la información geológica y se realizan los mapas geológicos de gran parte de la sierra de Famatina. Estos trabajos fueron de gran importancia para los estudios que se realizarían en el futuro pues sirvieron como base para los mismos, brindando información geológica detallada y apoyo cartográfico de gran valor, asignando denominaciones formales a las unidades del basamento, que continúan empleándose, al menos parcialmente, en la actualidad. Así de Alba (1954) en la descripción de la Hoja 16c, Villa Unión, identifica una unidad metamórfica Pregranítica de edad Tremadociana inferior y una intrusión granítica, que ubica temporalmente entre el Tremadociano y el Carbónico. Turner (1964) en la Hoja 15c, Vinchina llama Formación Negro Peinado a las metamorfitas y Formación Guacachico al intrusivo granítico principal y considera a ambas unidades de edad precámbrica. El propio Turner realiza la Hoja geológica 15d, Famatina (1971) y allí identifica a la Formación Antinaco, constituida por migmatitas y Formación Paimán, descrito como un granito porfírico, junto a metamorfitas de la Formación Negro Peinado y un intrusivo granítico más joven, denominado Formación Ñuñorco. Respecto a las edades de estas unidades, Turner (1971) considera a todas ellas pertenecientes al Precámbrico, aunque las dos últimas serían más jóvenes que las Formaciones Antinaco y Paimán y no descarta la posibilidad de que algunos plutones menores puedan corresponder al Paleozoico inferior. De Alba (1979) en la Hoja 16d, Chilecito, también reconoce a la Formación Antinaco (migmatitas) y Formación Paimán (granito) como parte del Precámbrico de la región y asigna a Formación Negro Peinado (metamorfitas) y Ñuñorco (granito) al Paleozoico.

Como una continuación de los avances en el conocimiento de la región iniciado por Bodenbender a principios del siglo pasado, es preciso mencionar los estudios, relacionados con las características del magmatismo famatiniano, tratadas por diversos en la década del 90, tales como las realizadas por Toselli *et al.* (1993), Durand *et al.* (1994), Toselli *et al.*, (1996), Saavedra *et al.* (1996) y López y Toselli (1996) entre otros y cuyas conclusiones más importantes fueron reunidas en el libro Geología de Famatina (Aceñolaza *et al.*, 1996).

Así, Toselli (1992) reconoce tres fajas de intrusiones graníticas en el Sistema de Famatina, de características comunes a las tres zonas descritas y caracterizadas por Bodenbender (1916): la faja occidental que incluye a los granitos de Cerro Toro y Cerro Blanco; la faja central constituida por el granito Ñuñorco y Sañogasta y la faja oriental que corresponde a las intrusiones de los granitos Paimán, Copacabana y Paganzo. En un trabajo posterior, Toselli *et al.* (1993) sostienen esta división, marcada inicialmente por Bodenbender, cuando presentan un modelo de arco magmático granítico para el Paleozoico inferior para el Sistema de Famatina.

En este contexto debemos recordar que los granitos de la Sierra de Paimán están representados por granodioritas con megacrístales de feldespatos alcalinos junto a granitos de grano medio con biotita y escasa muscovita, en el norte y tonalitas de grano medio biotítico-hornbléndicas, en el sur de la sierra, geoquímicamente corresponden a rocas calcoalcalinas, de meta a peraluminosas. Este cuerpo intrusivo es considerado de emplazamiento somero, en base a la existencia de texturas

subvolcánicas, la mineralización de wolframita-cuarzo y cordierita-andalucita desarrolladas en las metamorfitas de las zonas de contacto. Es preciso destacar que en esta sierra también se reconocen actualmente rocas básicas (gabros y dioritas cuarcíferas), en la región de Campanas donde presentan fenómenos de “mingling” y “mixing” (Lorenc, 1990; Lorenc y Pérez, 1987), así como en el flanco oriental de la sierra y en extremo sur de Anguinán. Y respecto a las zonas cataclásticas mencionadas por Bodenbender (1916) en el flanco oriental de la sierra, Durand y López (1996) las describen como esquistos y gneises miloníticos, blastomilonitas y pseudotaquilitas, aflorantes desde la latitud de Chañarmuyo hasta la quebrada de Capayán. Le Corre y Rosello (1994) indican para la zona direcciones de transporte tectónico hacia el Oeste, relacionado con los eventos tectónicos que se habrían desarrollado en el margen O de Gondwana durante el Ordovícico superior-Devónico (López et al., 1996).

La segunda zona de Bodenbender (1916) corresponde a los afloramientos orientales de lo que Turner (1962, 1964) y Fidalgo (1968) denominan Granito Ñuñorco, Formación Ñuñorco o Formación Sañogasta y que constituyen una serie de plutonitas que afloran en el área central y área más encumbrada del Sistema de Famatina y que pasan sin interrupción a las sierras de Sañogasta y Vilgo, ubicándose entre los granitos Paimán y Cerro Toro, en las cercanías de Villa Castelli. Toselli et al. (1996) clasifican a estos intrusivos como granodioritas y monzogranitos biotíticos, sin muscovita primaria, las tonalitas con anfíbol y biotita presentes constituyen siempre cuerpos menores y las variedades sienograníticas predominan en facies aplíticas y Toselli et al. (1993) señalan afinidades calcoalcalinas y meta a peraluminosas para el Granito Ñuñorco. En esta zona también se reconoce deformación cataclástica en la mayor parte de los afloramientos, principalmente en la Cuesta de Miranda, el Filo de Aicuña y la Quebrada de Santa Fiorentina aunque con deformación menos intensa que las descritas en el flanco oriental de la sierra de Paimán. Estos cuerpos graníticos son claramente intrusivos en las pizarras y filitas de la Formación Negro Peinado, desarrollando contactos constituidos por corneanas cordieríticas y esporádicamente granatíferas, como las aflorantes en los faldeos del cerro Ñuñorco y en la cima del Cerro El Tocino, como fueran ya descritas por Bodenbender (1916). Estos autores señalan que rasgos notables de estos granitoides es la ausencia de pegmatitas -algo más comunes en la sierra de Sañogasta- y la presencia de enjambres de diques lamprofíricos (espesartitas y quersantitas) tardía a postectónicos en la Cuesta de Miranda. Éstas sin embargo son características de la tercera zona de Bodenbender (1916), que las incluye en la zona más encumbrada del Sistema de Famatina.

Toselli et al. (1988) definen para la región que comprende la tercera zona, más occidental, una serie magmática a la que denominan Tonalita Cerro Toro, que intruye discordantemente gneises y anfíbolitas de la Formación Espinal (Cámbrico-Precámbrico). Estos granitoides muestran una amplia variación en el contenido de sílice y características calcoalcalinas a tholeíticas y meta a peraluminosas. Está compuesta por gabros, tonalitas biotítico-hornbléndicas y biotíticas y enclaves magmáticos ricos en hornblenda con importantes fenómenos de asimilación magmática, tales como la elevada temperatura los fundidos durante la intrusión, alta relación de isótopos de Sr y presencia de aluminosilicatos (cordierita, sillimanita) de rasgos metamórficos (Toselli et al., 1993). Estos intrusivos se hallan separados del Granito Ñuñorco, que fue descrito en la zona central, por las sedimentitas y vulcanitas que conforman la Cuchilla Negra. Por otro lado Saavedra et al. (1996) sostienen que “estos granitoides conforman el flanco occidental de los granitos del Famatina, donde han intruido en niveles profundos del basamento metamórfico típico de Sierras Pampeanas Occidentales; bien diferente del observable en el mismo Sistema de Famatina, que es de bajo grado.” Estos autores señalan además la presencia de tabiques y colgajos de techo de gran tamaño constituidos por metabasitas (anfíbolitas principalmente) con algunos signos de asimilación.

Todos estos cuerpos ígneos corresponden, siguiendo a Toselli et al. (1993) a cuerpos que se emplazan profundidades menores hacia el E en un margen continental activo situado al oeste del Sistema de Famatina.

Edad de la intrusividad famatiniana

Acerca de la edad de los intrusivos Bodenbender (1916) se apoya en observaciones previas realizadas por Stelzner y sostiene que el magmatismo ya se habría manifestado en época *siluriana* aunque en su mayor intensidad cae en época *carboniana*. En este punto debemos destacar que el *Siluriano* en el sentido que fue usado por Bodenbender corresponde al actual Ordovícico. Estudios geocronológicos realizados en épocas más recientes tienden a amalgamar este plutonismo en torno al paleozoico inferior-medio. Así Rapela *et al.* (1992) indican que en el Sistema de Famatina existe un magmatismo granítico principal que se ubica entre los 410 y 460 M.a. (Ordovícico-Silúrico) y otro de menor importancia entre 400 y 390 m.a. (Devónico) relacionados ambos con las fases Guandacol y Oclóyica (*sensu* Salfity *et al.*, 1984), mientras que la fase Chánica estaría representada por las edades de 379 m.a. (Devónico) obtenida por Pérez y Kawashita (1992) en el norte de la sierra de Paimán.

Conclusiones

Del análisis comparativo realizado en la presente contribución resulta evidente que las tres zonas definidas por Bodenbender a principios del siglo XX en base a trabajos de campo, observaciones de las relaciones geológicas y análisis petrográficos de las unidades reconocidas, tienen plena vigencia y las diferencias menores que se identifican en las tres fajas que actualmente se reconocen para el plutonismo paleozoico del Sistema de Famatina, resultan de estudios más complejos y detallados, principalmente desde el punto de vista geoquímico, geocronológico y geotectónico.

Agradecimientos: El autor desea dejar su expreso agradecimiento al Dr. Alejandro Toselli, por la lectura crítica del manuscrito y al Instituto Superior de Correlación Geológica de la Universidad Nacional de Tucumán por su apoyo para la realización de este trabajo.

Referencias

- Bodenbender, G., 1916. El Nevado de Famatina. Boletín Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, 21: 100-182.
- De Alba, E. 1954. Descripción de la Hoja Geológica 16c, Villa Unión, Provincia de La Rioja. *Dirección Nacional de Minería*, Boletín 82.
- De Alba, 1979. Descripción de la Hoja Geológica 16d, Chilecito, Provincia de La Rioja. *Servicio Geológico Nacional*, Boletín 163.
- Durand, F.; Toselli, A.; Aceñolaza, F. y Rossi de Toselli, 1994. Evolución geológica del Sistema de Famatina durante el Precámbrico y Paleozoico. *Serie Monográfica y Didáctica. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo*, 14: 76 pág Universidad Nacional de Tucumán.
- Durand, F y López, J.P., 1996. La deformación dúctil en el flanco oriental del Sistema de Famatina. In Geología del Sistema de Famatina (Aceñolaza, F., Miller, H y Toselli, A, Editores). *Munchener Geologische Hefte*, 19 (Reihe A): 311-323, Munchen.
- Fidalgo, J., 1968. Algunos rasgos tectónicos y geomorfológicos de la sierra Sañogasta-Vilgo, Pcia de La Rioja. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 18 (3-4).
- Heim, A., 1946. Granitización en la sierra de La Rioja. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, I (1): 17-18.
- Le Corre, C. y Rosello, E., 1994. Kinematics of early Paleozoic ductile deformation in the basement of NW Argentina. *Journal of South America Earth Sciences*, 7 (3-4): 301-308.
- López, J.P. y Toselli, A., 1996. Sierra de Copacabana. In Geología del Sistema de Famatina (Aceñolaza, F., Miller, H y Toselli, A, Editores). *Munchener Geologische Hefte*, 19 (Reihe A): 255-259, Munchen.
- Lorenc, M., 1990. Magmatic mafic enclaves in granitoids of northern Sierra de Paimán, Argentina. *Geological Journal*, 25: 405-412.
- Lorenc, M. y Pérez, A., 1987. Las rocas ígneas del extremo norte de la sierra de Paimán, Pcia de La Rioja, Argentina. *X Congreso Geológico Argentino*, Actas IV: 111-114.
- Pérez, A. y Kawashita, K., 1992. K/Ar and Rb/Sr geochronology of igneous rocks from the sierra de Paimán, northwestern Argentina. *Journal of South America Earth Sciences*, 5 (3-4): 251-264.

- Rapela, C.; Coira, B.; Toselli, A. y Saavedra, J., 1992. El magmatismo del paleozoico inferior en el sudoeste del Gondwana. *En El Paleozoico Inferior de Ibero-América* (Gutiérrez Marco, J. Saavedra, J. y Rábano, I. Editores): 21-68.
- Saavedra, J. Toselli, A.; Rossi de Toselli, J. y Pellitero, E., 1996. Granitoides y rocas básicas del Cerro Toro. In Geología del Sistema de Famatina (Aceñolaza, F., Miller, H y Toselli, A. Editores). *Munchener Geologische Hefte*, 19 (Reihe A): 229-240, Munchen.
- Salfity, J.; Gorustovich, S. y Moya, M., 1984. Las fases diastróficas en los Andes del Norte Argentino. Intern. Simp. Central-Andean Tectonics and Relations with natural Resources. *Academia Nacional de Ciencias de Bolivia*.
- Toselli, A., 1992. El magmatismo del Noroeste Argentino. Reseña sistemática e interpretación. *Serie de Correlación Geológica*, 8: 1-243. Inst. Superior de Correlación Geológica, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán.
- Toselli, A.; Rossi de Toselli, J.; Saavedra, J.; Pellitero, E. y Medina, M., 1988. Aspectos petrológicos y geoquímicos de los granitoides del entorno de Villa Castelli, Sierras pampeanas Noroccidentales, Argentina. *V Congreso Geológico Chileno*, 3: 17- 28.
- Toselli, A.; Rossi de Toselli, J.; Pellitero, E. Y Saavedra, J., 1993. El Arco Mágmatco Granítico del Paleozoico Inferior en el Sistema de Famatina, Argentina. *XII Congreso Geológico Argentino*, Actas 4: 7-15. Mendoza
- Toselli, A.; Pellitero, E.; Saavedra, J.; Rossi de Toselli, J. y Murath, C., 1996 (a). Granito Ñuñorco-Sañogasta. In Geología del Sistema de Famatina (Aceñolaza, F., Miller, H y Toselli, A. Editores). *Munchener Geologische Hefte*, 19 (Reihe A): 211-219, Munchen.
- Toselli, A.; Pellitero, E.; Saavedra, J.; Rossi de Toselli, J. y Murath, C., 1996 (b). Granitoides y rocas básicas de la sierra de Paimán. In Geología del Sistema de Famatina (Aceñolaza, F., Miller, H y Toselli, A. Editores). *Munchener Geologische Hefte*, 19 (Reihe A): 241-253, Munchen.
- Turner, J.C., 1962. Estratigrafía del tramo medio de la sierra de Velasco y región oeste (La Rioja) *Boletín Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, 42: 77-126.
- Turner, J.C., 1964. Descripción geológica de la Hoja 15 c, Vinchina. *Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 100*.
- Turner, J.C., 1971. Descripción de la Hoja Geológica 15d, Famatina, Provincia de La Rioja.. *Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 126*.

Recibido: 23 de agosto de 2004

Aceptado: 17 de noviembre de 2004