

PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE BASANITAS DEL SECTOR OESTE DE LA MESETA DE SOMUNCURÁ, PROVINCIA DE RÍO NEGRO

Asiain Lucía¹; Gargiulo M. Florencia¹; Reitinger Johann²; Ntaflos Theodoros²; Bjerg Ernesto A.¹

¹ INGEOSUR, CONICET Bahía Blanca y Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. lasiain@ingeosur-conicet.gob.ar
Faculty of Earth Sciences, Geography and

² Astronomy, Department of Lithospheric Research, University of Vienna, Austria.

Resumen. Al sur de la localidad de Prahuaníyeu, sector oeste de la Meseta de Somuncurá, afloran rocas volcánicas alcalinas a ultra-alcalinas (basanitas). Las mismas presentan fenocristales de olivino en una pasta con augita titanífera, olivino, nefelina y minerales opacos. Geoquímicamente están levemente enriquecidas respecto al patrón de OIB, poseen una marcada anomalía negativa en K y altos valores de elementos incompatibles. Estas características son comparables con las volcánicas plio-pleistocenas de la región.

Palabras clave. Basanita, basaltos alcalinos, Plio-Pleistoceno, Meseta de Somuncurá.

Abstract. Petrography and geochemistry of basanites from the western part of Meseta de Somuncurá, Río Negro province.

South of Prahuaníyeu, in the western part of Meseta de Somuncurá, alkali to ultra-alkali volcanic rocks (basanites) crop out. These lavas have olivine phenocrysts in a groundmass of titaniferous augite, olivine, nepheline and opaque minerals. They are slightly enriched compared with OIB standards, have a strong negative K anomaly and high contents of incompatible elements. These geochemical characteristics are comparable with the Plio-Pleistocene volcanic rocks of the region.

Keywords. Basanite, alkali basalts, Plio-Pleistocene, Meseta de Somuncurá.

Introducción. La Meseta de Somuncurá está ubicada en la Comarca Nordpatagónica, entre los paralelos 40,5° y 43°S. Comprende un campo volcánico principalmente basáltico con una extensión de más de 25.000 km² donde han sido reconocidas diferentes unidades estratigráficas, producto de vulcanismo máfico de intraplaca y retroarco (Ardolino y Franchi, 1993). La Formación Somuncurá (Ardolino, 1981) es la unidad con mayor desarrollo en la región y comprende las rocas volcánicas oligocenas de composición basáltica. Durante el Mioceno medio a superior el vulcanismo de la meseta se modifica hacia composiciones alcalinas mesosi-

líticas, esencialmente traquíticas, cuyo desarrollo tuvo lugar principalmente en el sector oriental (Formación Quiñelaf, Núñez *et al.* 1975). Kay *et al.* (2007) clasifican las coladas basálticas en “pre-plateau” (Oligoceno), “plateau” (Oligoceno tardío a Mioceno temprano) y “post-plateau” (Mioceno temprano a medio). Las primeras son correlacionables con la Formación Somuncurá I y II respectivamente, y las “post-plateau” son comparables con la Formación Quiñelaf. Se han identificado efusiones basálticas de intraplaca de edad plio-pleistocenas en varios sectores de la meseta, entre las cuales se encuentran las reconocidas por Cortelezzi y Dirac (1969) de $2,1 \pm 0,15$ y $2 \pm 0,15$ Ma, en la salina El Pito, próximas al cerro Trayén Níyeu. Posteriormente Yllañez y Lema (1979) obtuvieron una edad de 3 ± 2 Ma para un dique de composición basáltica del área de Telsen, mientras que Franchi y Sepúlveda (1979) y Ardolino y Delpino (1986) reconocieron lavas de edad pliocena al sureste y norte de la Meseta de Somuncurá. Por su parte, Ardolino y Franchi (1993) basándose en criterios geomorfológicos consideran de edad pliocena los basaltos situados al noroeste de la localidad de El Caín, en el extremo occidental de la meseta, y los conos volcánicos del oeste de la Alta Sierra de Somuncurá. Por otro lado, Labudía *et al.* (2011) obtienen una datación K-Ar de $3,2 \pm 0,7$ Ma (Plioceno) en lavas del Cerro Medina ubicado al sur de la localidad de Prahuaníyeu, lo que sugiere una amplia distribución areal de lavas plio-pleistocenas.

Rocas alcalinas, con características geoquímicas y petrográficas similares a las aquí presentadas han sido estudiadas por Corbella (1982, 1989) y Ntaflos *et al.* (2000), en el área de la Sierra de Queupuníyeu y cerca de la localidad de Prahuaníyeu.

El objetivo de esta contribución es dar a conocer los resultados de estudios petrográficos y geoquímicos de basanitas situadas en las inmediaciones del poblado de Prahuaníyeu y del cerro Medina, con el fin de contribuir al conocimiento de las unidades plio-pleistocenas de la Meseta de Somuncurá.

Metodología. Se realizaron estudios petrográficos en 37 secciones delgadas de muestras representativas del área de estudio, realizados en el Laboratorio de Petrología de la Universidad Nacional del Sur. Las secciones delgadas fueron estudiadas con un microscopio de polarización Nikon Eclipse E400 Pol. Dos de ellas, corresponden a las basanitas presentadas en este trabajo, cuyos análisis geoquímicos de elementos mayoritarios y trazas fueron efectuados en un equipo de ICP-MS Agilent 7500 y por espectrometría de rayos X en un equipo Phillips PW 2400, en el Departamento de Investigaciones de la Litosfera, Facultad de Ciencias de la Tierra, Geografía y Astronomía de la Universidad de Viena, Austria.

Resultados. Los afloramientos de estas rocas corresponden a coladas de lava horizontales a subhorizontales, con espesores variables entre 1 y 3 metros. Las características topográficas del terreno y macroscópicas de las muestras dificultan su diferenciación de las rocas basálticas circundantes, motivo por el cual fue necesario recurrir a estudios petrográficos y geoquímicos.

Petrografía. Las muestras estudiadas corresponden a coladas masivas de color gris oscuro, textura afanítica que grada localmente a porfírica, con vesicularidad variable entre 1 y 5%. Presentan textura holocristalina, porfírica con 10% de fenocristales de olivino inmersos en una pasta (90%) compuesta por augita titanífera, olivino, nefelina subordinada y minerales opacos (figura 1a). Los fenocristales son íntegramente de olivino, con contornos subhedrales, longitud entre 300 y 1.000µm y están levemente alterados a iddingsita en bordes y fracturas. Algunos cristales exhiben márgenes reabsorbidos, contornos corroídos y engolfamientos (figura 1a, b). En la pasta, los individuos de augita titanífera (50%) son de color castaño pálido, poseen contornos euhedrales a subhedrales, hábito prismático y

tamaños entre 50 y 300µm. Los cristales de olivino (20%) son anhedrales a subhedrales, con tamaño promedio de 100µm, los cuales presentan leve a moderada alteración de iddingsita en bordes y fracturas, ocasionalmente dando lugar al reemplazo pseudomórfico. Cristales anhedrales de nefelina (10%) se ubican entre los restantes minerales que integran la pasta, identificándose localmente cristales subhedrales de hábito tabular, con tamaños que varían entre 50 y 100µm, parcialmente reemplazados por ceolitas y esmectitas. Los minerales opacos representan el 10% de la pasta, muestran secciones cuadradas y se encuentran como inclusiones dentro de los demás minerales que integran la roca. Como mineral accesorio se han identificado cristales de apatito en la pasta y como inclusiones dentro de los cristales de nefelina (figura 1a-c).

Se observan amígdalas rellenas en forma concéntrica con minerales del grupo de las ceolitas en los bordes y hacia el centro esmectitas y calcita.

Una de las muestras presenta un fragmento de xenolito de 9,2 mm, en contacto neto con la roca hospedante, constituido por olivino, con espinelo y piroxeno subordinados. La textura es protogranular transicional a porfiroclástica (figura 1d).



Figura 1. Fotomicrografías con analizador. **a)** Aspecto general de la roca. **b)** Fenocristales y xenocristales de olivino. **c)** Pasta de la roca con nefelina intersticial entre cristales de clinopiroxeno y olivino. **d)** Fragmento de xenolito de manto inmerso en la roca.

De acuerdo a la clasificación modal QAPF propuesta por la IUGS para rocas volcánicas (Streckeisen 1978, Le Maitre *et al.* 2002), las muestras estudiadas corresponden a foiditas.

Geoquímica. De acuerdo a los diagramas TAS (Le Bas *et al.* 1986 y Cox *et al.* 1979), las rocas estudiadas corresponden a la familia de rocas alcalinas y al campo de las basanitas ($ol > 10\%$), figuras 2a, b. El diagrama K_2O versus Na_2O para magmas alcalinos (Middlemost, 1975) indica que una de las muestras coincide con el campo de la serie sódica, mientras que la otra se ubica en el límite entre el campo de la serie sódica y la serie potásica (figura 2c).

En el diagrama de elementos inmóviles Zr/Ti vs. Nb/Y (Pearce, 1996) (figura 2d) las muestras evidencian composición alcalina a ultra-alcalina, coincidiendo con el campo de las foiditas, muy cerca del límite del basalto alcalino.

En la figura 2e se comparan los diseños de abundancia relativa de los elementos de tierras raras (REE) normalizadas a condrito (Sun y McDonough, 1989) incluyéndose también el patrón de OIB (*Oceanic Island Basalt*) de Sun y McDonough (1989). Se observa que las muestras estudiadas registran un enriquecimiento en los LREE (tierras raras livianas) mayor a 100 veces el condrito y que los contenidos de estos elementos para ambas muestras son mayores a los HREE (tierras raras pesadas), mostrando una marcada pendiente negativa con valores La_N/Yb_N promedio de 29,8. Ambas muestras presentan tendencia geoquímica similar al patrón OIB, con valores de LREE levemente enriquecidos respecto a este último. En el diagrama multielemental, normalizado a OIB (Sun y McDonough, 1989), se observa que las muestras exhiben contenidos similares entre sí y que la mayoría de los elementos están enriquecidos respecto al patrón OIB. Asimismo, se destaca una marcada anomalía negativa de K y de Rb, en este último caso menos pronunciada (figura 2f).

Discusión. La geoquímica de las muestras presentadas en este trabajo, coincide con los datos aportados por Ntaflos *et al.* (2000) y Labudía *et al.* (2011). Ntaflos *et al.* (2000) definen el grupo Que-Pra, para basanitas de la Sierra de Queupuniyeu y de la localidad de Prahuniyeu, con afinidad a basaltos OIB, altos contenidos de elementos incompatibles, altas relaciones $La_N/Yb_N=26$ y marcada anomalía negativa en K (figura 2e, f). Las concentraciones de elementos incompatibles y la anomalía negativa en K coinciden con las muestras analizadas en esta contribución.

Por otra parte, Labudía *et al.* (2011) estudian una basanita alcalina del cerro Medina, con piroclástico con coladas de lava asociadas, localizado 16 km al suroeste del paraje Prahuniyeu. Esta roca presenta tamaño de grano fino, con fenocrist-

tales de olivino, piroxeno, plagioclasa, con nefelina asociada y xenocristales de olivino. Posee una tendencia geoquímica similar al patrón OIB, con relaciones $La_N/Yb_N=29$ y una anomalía negativa en K (figura 2e, f). La edad de esta roca, en base a una datación K-Ar documentada por estos autores, es de $3,2 \pm 0,7$ Ma (Plioceno). Las características petrográficas y geoquímicas de esta basanita son semejantes a las de las rocas analizadas en este trabajo, con presencia de xenocristales de olivino, nefelina asociada, altas relaciones La_N/Yb_N y anomalía negativa en K.

Sun y McDonough (1989) relacionan las anomalías negativas de K y Rb en basaltos con la presencia de flogopita en la fuente mantélica. Por su parte, Ntaflos *et al.* (2000) relacionan la anomalía negativa en K del grupo Que-Pra con la posible presencia de una fuente magmática empobrecida en este elemento e indican que el alto contenido de elementos incompatibles que caracteriza a este grupo no podrían derivar directamente de la fusión parcial del manto astenosférico o de una pluma de manto, ya que serían necesarios porcentajes mínimos de fusión. Estos autores, atribuyen los valores extremos de LREE a dos episodios de fusión parcial, o a un enriquecimiento de la fuente mantélica, producto de un metasomatismo previo a la fusión. Teniendo esto presente, se considera la hipótesis de Ntaflos *et al.* (2000) para explicar la anomalía negativa de K y las elevadas concentraciones de elementos incompatibles. Por otro lado, se asume la edad pliocena propuesta por Labudía *et al.* (2011) para las basanitas presentadas en esta contribución.

Corbella (1982, 1989) estudia las lavas de la Sierra de Queupuniyeu y comprueba la existencia de rocas de características alcalinas, sódicas, entre las cuales describe basanitas y nefelinitas. Estas rocas presentan características petrográficas y geoquímicas similares a las estudiadas en este trabajo, pero no presentan anomalía negativa en K. Por otra parte, Corbella (1982) obtiene una edad K-Ar de 19 ± 1 Ma (Mioceno temprano) en una colada de basanita, sin embargo esta edad es más antigua que la atribuida a las muestras presentadas en esta contribución.

En relación a otros basaltos de la Meseta de Somuncurá (Kay *et al.* 2007; Maro y Remesal, 2012), las muestras analizadas presentan contenidos relativamente altos de MgO , TiO_2 y P_2O_5 , y bajos de SiO_2 y Al_2O_3 . (Tabla 1).

Kay *et al.* (2007) consideran que el grupo "post-plateau" está integrado por basaltos alcalinos, traquibasaltos, mugearitas y hawaitas. Estos flujos se concentran en los márgenes occidental y sur de la meseta con un tren general NW-SE. Las edades Ar-Ar obtenidas para estas rocas fueron $20,6 \pm 0,6$ Ma (Mioceno temprano) y $16,6 \pm 0,4$ Ma (Mioceno). En el sector oriental de la Meseta de Somuncurá, Maro y Remesal (2012) estudiaron las

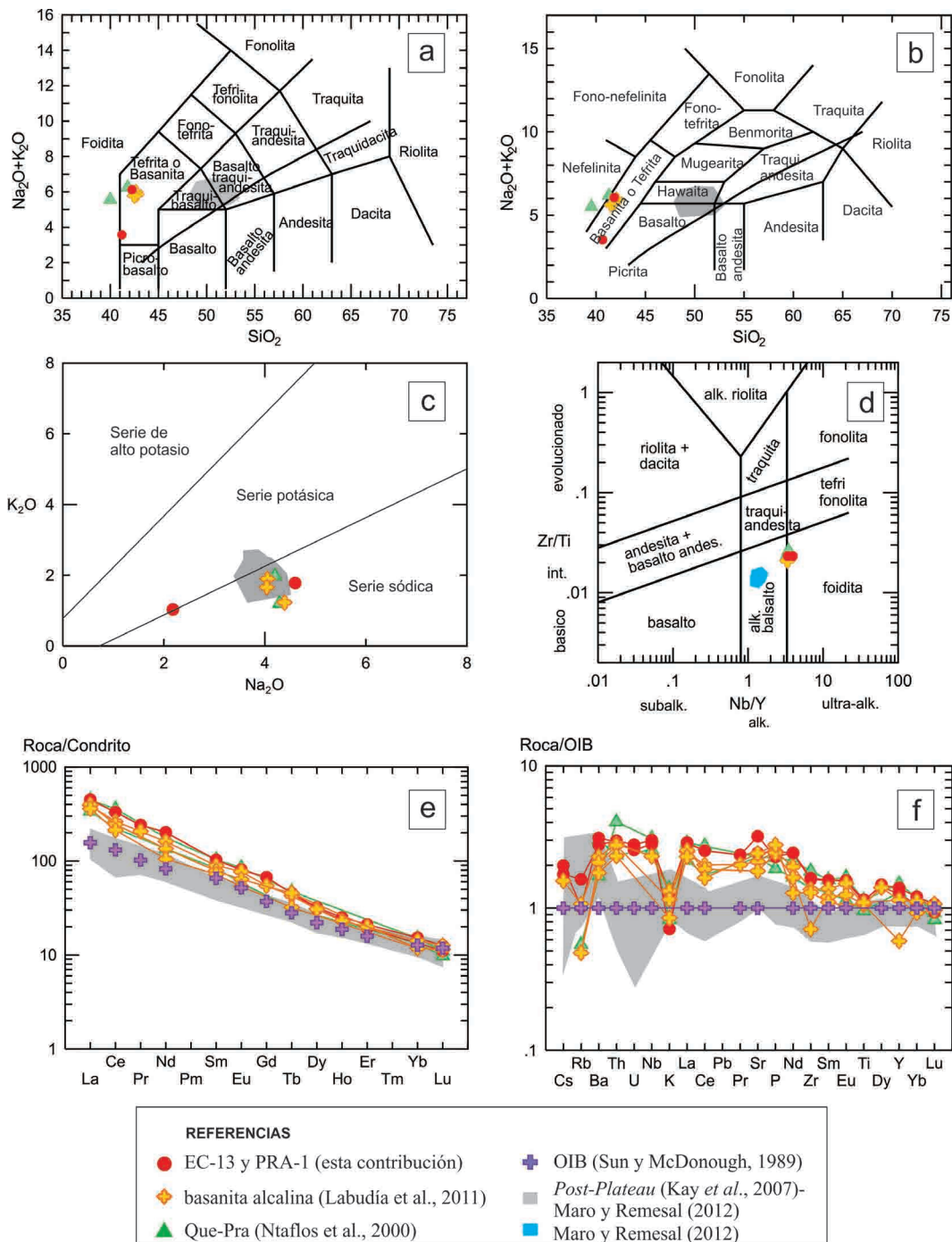


Figura 2. **a y b)** Diagramas TAS de Le Bas et al. (1986) y Cox et al. (1979) respectivamente. **c)** Diagrama K_2O-Na_2O (Middlemost, 1975) **d)** Diagrama Zr/Ti versus Nb/Y (Pearce, 1996) **e)** Diagrama de REE normalizado a condrito C1 de Sun y McDonough (1989). **f)** Diagrama normalizado a OIB de Sun y McDonough (1989).

Tabla 1. Análisis geoquímicos de elementos mayoritarios y traza de las muestras estudiadas y muestras representativas de Maro y Remesal (2012) y del grupo «post-plateau» de Kay et al., (2007).

	Esta contribución		Kay et al. 2007		Maro y Remesal 2012	
Localidad	Oeste de la		Bajada del Diablo	Maquinchao	Cerro Corona	
Muestra	PRA-1	EC-13	CH4B	M2C	RN133	RN134
SiO ₂	40,51	42	50,77	48,77	51,9	51,5
TiO ₂	3,28	3,19	1,85	3,17	2,21	2,37
Al ₂ O ₃	9,85	11,32	15,94	17,30	15,7	16
FeO	13,17	12,36	10,74	11,32	11,91	11,72
MnO	0,23	0,23	0,14	0,22	0,13	0,14
MgO	16,14	11,21	4,57	3,70	4,02	4,58
CaO	10,82	10,85	8,84	8,35	7,44	7,46
Na ₂ O	2,18	4,6	3,82	3,98	3,85	4,04
K ₂ O	1,03	1,78	2,06	1,64	1,31	1,7
P ₂ O ₅	1,42	1,54	0,57	0,57	0,48	0,68
Total	98,63	99,08	99,30	99,02	98,95	100,19
LOI	5,01	0,06	-	-	1,35	0,22
Nb	144,1	135,2	-	-	34	34
Zr	455,2	443,8	-	-	164	185
Y	36,52	40,11	-	-	25,3	27
Sr	2104,4	1614,6	711	942	759	743
Rb	49,4	31,6	-	-	23	29
Cu	37,7	67,7	-	-	706	760
Ni	406,5	259,6	138	13	-	-
Co	43,4	42,5	51	34	36	32
Cr	412,3	275,6	352	8	-	-
Ba	973	1088,1	647	973	-	-
Cs	0,67	0,77	0,29	0,43	-	-
La	106,82	106,05	37,9	44,8	-	-
Ce	202,53	202,61	73,7	88,6	69	56,5
Pr	22,9	22,94	-	-	9,31	7,83
Nd	94,15	93,74	33,6	41,8	40,2	33,5
Sm	15,69	15,67	6,73	8,21	9,34	7,77
Eu	4,7	4,65	2,04	2,52	2,941	2,47
Gd	13,8	13,79	-	-	8,09	6,96
Tb	1,69	1,7	0,873	1,03	1,25	1,08
Dy	7,89	8,17	-	-	6,46	5,75
Ho	1,34	1,42	-	-	1,18	1,05
Er	3,19	3,49	-	-	3,01	2,71
Yb	2,28	2,59	2,10	2,13	2,52	2,27
Lu	0,28	0,32	0,257	0,294	0,336	0,304
Hf	11,7	9,7	5,7	4,9	-	-
Ta	3,62	4,68	2,8	4,1	2,2	1,9
Th	11,89	11,66	4,5	5,0	3,2	3,1
U	2,84	2,61	1,22	1,04	-	-

lavas del cerro Corona, las cuales presentan características geoquímicas muy similares al grupo «post-plateau» de Kay et al. (2007).

Si bien las características geoquímicas de las basanitas estudiadas son parcialmente similares a

las «post-plateau» de Kay et al. (2007) y de Maro y Remesal (2012), se diferencian por presentar una composición más alcalina y menos evolucionada. Por otra parte, los flujos «post-plateau» no muestran anomalías negativas en K y los contenidos de

LREE son menores a los de las basanitas aquí presentadas (figura 2a-f). Asimismo, la edad asignada a las muestras estudiadas tomando como base la datación de Labudía *et al.* (2011), es más joven que la propuesta para los flujos "post-plateau".

Conclusión. Las rocas estudiadas corresponden a coladas de lava masivas de textura afanítica a localmente porfírica, con fenocristales de olivino en una pasta compuesta por augita titanífera, olivino, nefelina y minerales opacos. Modalmente se clasifican como foiditas, mientras que químicamente corresponden a basanitas y foiditas de las series alcalinas a ultra-alcalinas. En relación a la geoquímica de REE, las muestras estudiadas presentan distribuciones de abundancia relativas de pendiente general negativa, y diseño similar aunque parcialmente enriquecido respecto al patrón de OIB. Además poseen una marcada anomalía negativa en K y altos valores de elementos incompatibles (más de 100 veces el condrito).

Los altos contenidos de elementos incompatibles son atribuibles a porcentajes mínimos de fusión parcial o a un enriquecimiento de la fuente mantélica originado por metasomatismo previo a la fusión. En cuanto a la anomalía negativa de K, se considera que puede deberse a un empobrecimiento de este elemento en la fuente magmática debido a la presencia de flogopita en el manto del cual derivan.

Las rocas presentadas en esta contribución muestran claras diferencias con los basaltos oligocenos y miocenos de la Meseta de Somuncurá. Sin embargo exhiben características petrográficas y geoquímicas similares a volcanitas de edad pliocena, por lo que se presume que las basanitas estudiadas en este trabajo corresponden a un evento plioceno, posterior al magmatismo principal de la meseta.

Agradecimientos. Este trabajo fue financiado con fondos otorgados al Dr. E. Bjerg por la SGCyT-UNS, proyecto 24/H131 y por el CONICET, proyecto PIP 112-201101-00285.

BIBLIOGRAFÍA

- Ardolino, A. A. 1981. El vulcanismo cenozoico del borde suroriental de la Meseta de Somuncurá. Provincia del Chubut. 8º Congreso Geológico Argentino, Actas 3:7-23. San Luis.
- Ardolino, A y Delpino, D. 1986. El Bajo Hondo: una caldera basáltica en el borde sur de la meseta de Somuncurá, provincia de Chubut. Asociación Geológica Argentina Revista 41 (3-4): 386-396, Buenos Aires.
- Ardolino, A. y Franchi, M. 1993. El vulcanismo Cenozoico de la Meseta Somún Curá, Río Negro y Chubut. 12º Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 225-235. Mendoza.
- Corbella, H. 1982. Naturaleza litológica del complejo alcalino Sierra de Queupuniyeu, Patagonia extrandina norte, Argentina. 5º Congreso Latinoamericano de Geología, Actas: 2 197-211. Buenos Aires.
- Corbella, H. 1989. Sierra de Queupuniyeu, north extrandean Patagonia, Río Negro: the chemistry of the alkaline volcanic units. Revista de la Asociación Geológica Argentina 44: 111-126.
- Cortezezi, C. R. y Dirac, M. 1969. Edad de los basaltos de Neuquén y La Pampa. 4ª Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 2: 95-100. Mendoza.
- Cox, K. G., Bell, J. D., and Pankhurst, R. J. 1979. The Interpretation of the Igneous Rocks. Allen & Unwin. London. 450pp.
- Franchi, M. R. y Sepulveda, E.G., 1979. Descripción geológica de la Hoja 41h, Cona Niya, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional. Inédito.
- Kay, S. M., Ardolino, A. A., Gorrington, M. L. y Ramos, V. A. 2007. The Somuncura Large Igneous Province in Patagonia: interaction of a transient mantle thermal anomaly with a subducting slab. Journal of Petrology 48: 43-77.
- Labudía, C. H., Bjerg, E. A. y Ntaflos, Th. 2011. Nuevas dataciones del vulcanismo del noroeste de la Meseta de Somuncurá, Argentina. 18º Congreso Geológico Argentino, Simposio Evolución tectono-magmática cenozoica del Macizo Norpatagónico. Actas: 356-357. Neuquén.
- Le Bas, M. J., Le Maitre R. W., Streckeisen, A. L., and Zanettin, B. 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. Journal of Petrology 27: 745-750.
- Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, B., Le Bas, M. J., Bonin, B., Bateman, P., Bellieni, G., Dudek, A., Efremova, S., Keller, J., Lameyre, J., Sabine, P. A., Schmid, R., Sørensen, H., y Wooley, A. R. 2002. Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms. Cambridge University Press. Cambridge. 236pp.
- Maro, G. y Remesal, M. B. 2012. El vulcanismo bimodal del volcán Cerro Corona, Alta Sierra de Somún Curá, Provincia de Río Negro. Revista de la Asociación Geológica Argentina 69 (1): 142-151.
- Middlemost, E. A. K. 1975. The basalt clan. Earth Science Review 11: 337-364.
- Ntaflos, Th., Günther, M., Labudía, C. H., Bjerg, E. A., Kurat, G. y Dingeldey, J. 2000. Isotopic and Geochemical evolution of the Cenozoic basalts from Río Negro, Patagonia, Argentina. 31th International Geological Congress. Río de Janeiro. En CD-ROM.
- Núñez, E., Bachmann, E. W., Ravazzoli, I., Britos, A., Franchi, M., Lizuain, A. y Sepúlveda, E. 1975. Rasgos geológicos del sector oriental

- del Macizo de Somuncurá, provincia de Río Negro, República Argentina. 2º Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas: 4 247-266. Buenos Aires.
- Pearce, J. A. 1996. A user's guide to basalt discrimination diagrams. En: Wyman, D. A. (Ed.), Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration. Geological Association of Canada, Short Course Notes 12: 79-113.
- Streckeisen, A. L. 1978. Classification and nomenclature of volcanic rocks lamprophytes, carbonatites and melilitic rocks. Recommendations and suggestions. Neues Jahrbuch für Mineralogie – Abhandlungen 134 (1): 1-14.
- Sun, S. y McDonough, W. F. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes. En: Saunders, A. D. y Norry, M. J. (Eds), Magmatism in the Ocean Basins. Geological Society, Special Publications 42: 313-345. London.
- Yllañez, E. y Lema, H., 1979. Estructuras anulares y geología del noreste de Telsen (prov. del Chubut). 7º Congreso Geológico Argentino, Actas I: 445-454.