

LA FORMACIÓN BAJO POBRE (JURÁSICO) EN EL ESTE DEL MACIZO DEL DESEADO, PATAGONIA: VINCULACIÓN CON EL GRUPO BAHÍA LAURA

Diego GUIDO¹⁻², Mónica ESCAYOLA²⁻³, Raúl DE BARRIO¹, Isidoro SCHALAMUK¹⁻² y Gerhard FRANZ⁴

¹ Instituto de Recursos Minerales (INREMI), Calle 64 N° 3 (e/119 y 120), La Plata (1900). E-mail: instituto@inremi.unlp.edu.ar

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

³ Instituto de Geociencias, Universidade de Brasília. Brasília DF, 70910-900, Brasil. E-mail: escayola@unb.br

⁴ Institut fuer Angewandte Geowissenschaften, Technische Universitaet Berlin. Fachgebiet Petrologie Sekr. BH 1, D 10623 Berlin, Alemania. E-mail: gerhard.franz@tu-berlin.de

RESUMEN

Se describen nuevos afloramientos de la Formación Bajo Pobre hallados en el sector oriental del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz, Patagonia Argentina. Esta unidad, junto con el Grupo Bahía Laura, corresponden al evento más importante magmático-piroclástico del Jurásico medio a superior del Macizo del Deseado. Se trata de lavas melanocráticas porfíricas a afáníticas, con fenocristales de plagioclasa, piroxeno y ocasional biotita, en una pasta de textura intersertal con microlitos de plagioclasa, piroxeno, opacos y en ocasiones con olivina. Las plagioclasas son de composición An₅₃ a An₈₅ (labradorita a bitownita) y los piroxenos son augita (Wo₃₉ En₄₈ Fs₁₃), y pigeonita (Wo₁₁ En₅₄ Fs₃₅) en los microlitos de las rocas con olivina (Fo₅₁₋₄₅ Fa₄₉₋₅₅). Son rocas intermedias a básicas, de composición andesita basáltica a andesita y con afinidades calcoalcalinas. Se describen lavas de la Formación Bajo Pobre con relaciones estratigráficas infra y suprayacentes respecto de rocas volcánicas ácidas del Grupo Bahía Laura. En las andesitas basálticas suprayacentes al Grupo Bahía Laura se obtuvo una edad K-Ar en roca total de 151,3 ± 3,4 Ma y para las andesitas infrayacentes se asume una edad Ar-Ar en plagioclasa de 177 ± 4 Ma. Estos estudios corroboran la extensión de los afloramientos de la Formación Bajo Pobre hacia la región costera del Macizo del Deseado y la combinación de las observaciones estratigráficas y geocronológicas confirman la relación de coetaneidad y posible intercalación entre las lavas de la Formación Bajo Pobre y las volcanitas ácidas del Grupo Bahía Laura, avalando la bimodalidad del magmatismo jurásico en el Macizo del Deseado.

Palabras claves: *Formación Bajo Pobre, Macizo del Deseado, Grupo Bahía Laura, volcanismo jurásico*

ABSTRACT: *The Bajo Pobre Formation Jurassic in the eastern Deseado Massif, Patagonia: Relationship with the Bahía Laura Group.*

New Bajo Pobre Formation outcrops found in the eastern sector of the Deseado Massif, Santa Cruz province, Patagonia, are described. This unit, together with the Bahía Laura Group, is the most important magmato-pyroclastic event of the Deseado Massif. They are melanocratic, porphyric to aphanitic lava flows, with plagioclase, pyroxene and occasionally biotite phenocrysts in an intersertal matrix with plagioclase, pyroxene, opaque and occasionally with olivine microlites. Plagioclases are An₅₃ to An₈₅ (labradorite – bytownite) and pyroxenes are augite (Wo₃₉ En₄₈ Fs₁₃), and pigeonite microlites (Wo₁₁ En₅₄ Fs₃₅) in the rocks with olivine (Fo₅₁₋₄₅ Fa₄₉₋₅₅) microlites. They are intermediate to basic rocks, basaltic andesite to andesite in composition with calc-alkaline affinities. Underlying and overlying stratigraphic relationships of the Bajo Pobre Formation lava flows with the Bahía Laura Group acid volcanics are described. In the basaltic andesites overlying the Bahía Laura Group it was determined a 151.3 ± 3.4 Ma whole-rock K-Ar age and an assumed plagioclase Ar-Ar age of 177 ± 4 Ma for the underlying andesitic rocks. These studies confirm the extension of the Bajo Pobre Formation outcrops up to the

Laura Group it was determined a 151.3 ± 3.4 Ma whole-rock K-Ar age and an assumed plagioclase Ar-Ar age of 177 ± 4 Ma for the underlying andesitic rocks. These studies confirm the extension of the Bajo Pobre Formation outcrops up to the coastal region of the Deseado Massif. The combination of stratigraphic observations and geochronology is in agreement with the coeval and possible interbedding relationship between the Bajo Pobre Formation lavas and the Bahía Laura Group acid volcanic rocks, supporting the bimodality of the Jurassic magmatism for the Deseado Massif.

Keywords: *Bajo Pobre Formation, Deseado Massif, Bahía Laura Group, Jurassic volcanism*

INTRODUCCIÓN

El macizo del Deseado se ubica en la provincia de Santa Cruz, al sur de Argentina (Fig. 1) y según Pankhurst *et al.* (1998) está comprendida dentro de las mayores provincias ígneas silíceas del mundo (Chon Aike/West Antártica LIP). Esta provincia se caracteriza por el importante volumen de rocas volcánicas extruidas durante el Jurásico medio a superior, $177,8 \pm 0,4$ a $150,6 \pm 0,5$ Ma según dataciones Ar-Ar (Alric *et al.* 1996, Féraud *et al.* 1999 y Pankhurst *et al.* 2000) y 171 ± 1 a $156,2 \pm 1,8$ Ma, según determinaciones U/Pb (Zubia *et al.* 1999, Pankhurst *et al.* 2000). Estas rocas conforman más del 60% de los afloramientos del macizo y son también importantes desde el punto de vista económico, debido a que están espacial y genéticamente vinculadas con mineralizaciones de oro y plata. Las rocas volcánicas del Jurásico medio-superior del Macizo del Deseado presentan dos modas composicionales (Pankhurst *et al.* 1998, Bertrand *et al.* 1999, Féraud *et al.* 1999). Las rocas ácidas conforman el Grupo Bahía Laura y las rocas intermedias a básicas se agrupan en la Formación Bajo Pobre. Los estudios regionales de Pankhurst *et al.* (1993), Pankhurst y Rapela (1995), Alric *et al.* (1996), Pankhurst *et al.* (1998), Bertrand *et al.* (1999), Féraud *et al.* (1999), Pankhurst *et al.* (2000) y Riley *et al.* (2001) señalan una génesis conjunta para estas rocas volcánicas bimodales, considerando datos geoquímicos, isotópicos y geocronológicos. Las rocas del Grupo Bahía Laura (Lesta y Ferello 1972) son volcanitas de composición riolítica, ricas en potasio y pobres en calcio y minerales ferromagnesianos, pertenecen a la serie calcoalcalina y son de tipo peraluminosas (Pankhurst y Rapela 1995, Pankhurst *et al.* 1998). Estas rocas son las más repre-

sentadas en el conjunto de rocas volcánicas del Jurásico y comprenden a las Formaciones Chon Aike y La Matilde.

Las rocas volcánicas de la Formación Bajo Pobre (Lesta y Ferello 1972) fueron reconocidas originalmente en informes inéditos de Di Persia y De Giusto para la compañía petrolera YPF y publicadas por Herbst (1965). Esta unidad está formada por basaltos, andesitas y aglomerados volcánicos básicos, con escasas rocas sedimentarias y tobas (de Barrio *et al.* 1999). El perfil tipo se ubica en el sector central del macizo del Deseado y se compone de una secuencia que se inicia con coladas de basaltos alterados, seguidos de una intercalación sedimentario-piroclástica de tobas, lapillitas, areniscas, sabulitas y conglomerados. Cubriendo a la secuencia descripta, se presentan aglomerados volcánicos alterados, constituidos por 60% de clastos de andesitas subredondeadas, y la secuencia culmina con basaltos macizos con avanzado grado de alteración (Panza 1995). En este sector central, la Formación Bajo Pobre apoya discordantemente sobre rocas de la Formación Roca Blanca del Toarciense-Aaleniano (Stipanovic y Bonetti 1970), y está cubierta en discordancia erosiva por las rocas volcánicas y sedimentarias del Grupo Bahía Laura (Panza 1995). Por su posición en secuencia, De Giusto *et al.* (1980) y otros autores, han considerado a la Formación Bajo Pobre en el Dogger inferior (Aaleniano-Bajociense). Las rocas de la Formación Bajo Pobre se encuentran poco estudiadas y sus relaciones estratigráficas con las rocas volcánicas ácidas del Grupo Bahía Laura aún no están resueltas. En primer lugar, Lesta y Ferello (1972) las incluyeron dentro del grupo por considerarlas parte del gran ciclo efusivo del Jurásico medio a superior. Posteriormente, De Giusto *et al.* (1980) y Panza *et al.*

(1995), reconocieron que la Formación Bajo Pobre era una unidad independiente del Grupo Bahía Laura y la ubican en el Dogger inferior. Por último, Echeveste *et al.* (2001), propusieron nuevamente la inclusión de la Formación Bajo Pobre dentro del mismo, basándose en la presencia de diques y filones capa correlacionados con la mencionada formación, alojados en tobas ácidas, en el sector centro-occidental del Macizo del Deseado.

En el sector oriental del Macizo del Deseado no se conocían antecedentes de presencia de rocas de la Formación Bajo Pobre, considerándose que sus afloramientos se extendían hasta el sector del Bajo La Leona (Panza *et al.* 1995, de Barrio *et al.* 1999, Panza y Haller 2002), ubicado 10 km al NO del área representada en la figura 1. Este trabajo presenta nuevos afloramientos de esta unidad en el sector costero del macizo del Deseado, unos 60 km al este del bajo mencionado. Se describen estos afloramientos, junto con la petrografía y mineralogía de las rocas que los componen y se complementan estas descripciones con consideraciones geoquímicas preliminares. Se presentan claras evidencias estratigráficas, apoyadas con análisis geocronológicos, de la relación con el Grupo Bahía Laura, avalando la bimodalidad del evento volcánico Jurásico medio a superior del macizo del Deseado.

METODOLOGÍA ANALÍTICA

Los estudios de microsonda electrónica fueron realizados en el Laboratorio de Microsonda Electrónica del Instituto de Física de la Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Para ello se ha utilizado una microsonda CAMECA SX50, equipada con cuatro espectrómetros tipo WDS (*wave-*

length dispersive spectrometer), un espectrómetro tipo EDS (energy dispersive spectrometer), un microscopio electrónico de barrido y un microscopio óptico acoplado con un aumento de 400X, en el modo luz reflejada y transmitida. La tensión de aceleración del haz de electrones de la microsonda es de 15 keV para los silicatos analizados, la corriente del haz es de 10 nA para feldespatos y piroxenos y de 25 nA para los olivinas y el diámetro del haz es de 1mm para los feldespatos y de 5mm para los piroxenos y olivinas. Las determinaciones geocronológicas se han realizado mediante dos metodologías diferentes. La datación por el método K-Ar ha sido realizada en el Laboratorio de Geocronología de Göttingen (Alemania) y la edad Ar-Ar fue determinada en el Centro de Pesquisas Geocronológicas del Instituto de Geociências de la Universidade de São Paulo (Brasil).

Los análisis geoquímicos fueron realizados en el Laboratorio de la Technische Universität de Berlín (Alemania), utilizando el método de fluorescencia de rayos X, con excepción de la muestra 386 que fue analizada en el laboratorio Actlabs de Canadá, por ICP/MS con fusión en metaborato/tetraborato de Li.

MARCO GEOLÓGICO

El sector estudiado del macizo del Deseado (Fig. 1) presenta una secuencia compleja que se inicia con las rocas metamórficas e ígneas del Complejo Río Deseado (Viera y Pezzuchi 1976), rocas del Neoproterozoico a Paleozoico inferior del afloramiento Bahía Laura (Guido *et al.* 2004). Estratigráficamente por encima y en forma discordante, se ubican las rocas sedimentarias del Pérmico superior correspondientes a la Formación La Golondrina (Archangelsky 1967). Apoyando e intruyendo a este conjunto de rocas pre-Mesozoicas se disponen las rocas volcánicas del Jurásico medio a superior del Grupo Bahía Laura y de la Formación Bajo Pobre.

Estratigráficamente por encima del conjunto de rocas volcánicas jurásicas y en forma discordante, se presentan rocas piroclásticas y sedimentarias de la Formación Baqueró (Archangelsky 1967) del Cretácico inferior y de la Formación Sarmiento (Feruglio

1949) del Oligoceno. Cubriendo en forma de extensas mesetas, se ubican los depósitos marinos del Oligoceno superior correspondientes a la Formación Monte León (Bertels 1970) y los rodados de la Formación La Avenida (Marín 1982), del Plioceno-Pleistoceno. Finalmente, completan la secuencia el conjunto de depósitos modernos (costeros, terrazas fluviales, pedimentos, planicies de marea, aluviales, coluviales, de bajos y lagunas y eólicos).

FORMACIÓN BAJO POBRE

Descripción de los afloramientos

Las rocas máficas reconocidas en el sector oriental del macizo del Deseado se componen de varios afloramientos aislados, por lo cual se los ha agrupado en tres sectores (destacados en la fig. 1): los cuatro pequeños afloramientos del norte de la meseta de la Costa (ubicados entre los paralelos 48° 20' y 48° 25'), los dos del oeste de la laguna Tordillo y los ubicados entre la laguna Mosquito y Bahía Laura. De todos estos, los últimos, son los de mayor representación. Se trata de una serie de afloramientos dispersos que ocupan una superficie total de 300 km², siendo los más importantes los que se ubican al oeste de la laguna Hartig, en los alrededores de la laguna Montevideo, al sudeste de la laguna Mosquito y al este de la estancia 27 de Marzo.

Las rocas estudiadas forman cuerpos tabulares, de poca potencia (generalmente menor a 7 m), que se conservan con frecuencia en sectores deprimidos del paisaje, formando lomadas bajas y redondeadas cubiertas por regolito de colores oscuros (morados, rojizos a verdosos), que las hace fácilmente reconocibles. Se destacan dentro de estas lomadas, sectores con crestones donde se pueden observar afloramientos relativamente frescos de estas rocas. Estos materiales presentan un importante grado de alteración y fracturación, sin embargo en función de su morfología, yacencia y sus características litológicas se interpretan como coladas lávicas.

El espesor de las lavas es muy difícil de determinar debido a que en general no se encuentran expuestos sus contactos. Se

trata de afloramientos parciales y reducidos de coladas cuya base está generalmente cubierta, aunque se ha podido observar brechamiento basal en una colada de lava apoyada sobre riolitas, en inmediaciones de la estancia San Jorge.

En general se trata de rocas porfíricas, con escasos ejemplos de rocas afaníticas, de colores oscuros (gris oscuro a negro o gris verdoso a morado cuando están alteradas). Las rocas porfíricas suelen estar más alteradas y son de color verdoso y las rocas afaníticas son más oscuras o rojizas. En muestra de mano se pueden reconocer fenocristales de plagioclasa de hábito tabular y en menor medida de piroxeno de color negro, que pasan a color verde o rojo cuando se alteran. La pasta de la roca es afanítica.

Petrografía y química mineral

Al microscopio, estas rocas son hipocristalinas, con textura porfírica, porfírica seriada y glomeroporfírica con fenocristales o microfenocristales de plagioclasa y piroxeno, en una pasta de textura intersertal. Se observa frecuentemente clorita, calcita y epidoto como minerales de alteración.

Los fenocristales y microfenocristales de plagioclasa son euédrales a subédrales de hasta 4,5 mm de largo, con hábito tabular a prismático, macla polisintética y frecuente zonación. Los fenocristales de piroxeno son subédrales a euédrales, de hábito prismático y con individuos de hasta 5 mm de largo. Se trata de clinopiroxenos que generalmente se encuentran fracturados y alterados a clorita, calcita o epidoto, siendo escasos los individuos frescos. En algunos cortes delgados de lavas ubicadas en la Estancia San Jorge se han determinado fenocristales subédrales de biotita, de hasta 2 mm de longitud y parcialmente alterados a sericita y también fragmentos líticos de otra lava máfica de grano fino.

La pasta presenta principalmente una textura intersertal, que contiene microlitos de plagioclasa no orientadas, cristales de piroxeno y minerales opacos con hasta 30 % de vidrio volcánico intersticial. En algunas muestras se han determinado también cristales pequeños de olivina en la pasta.

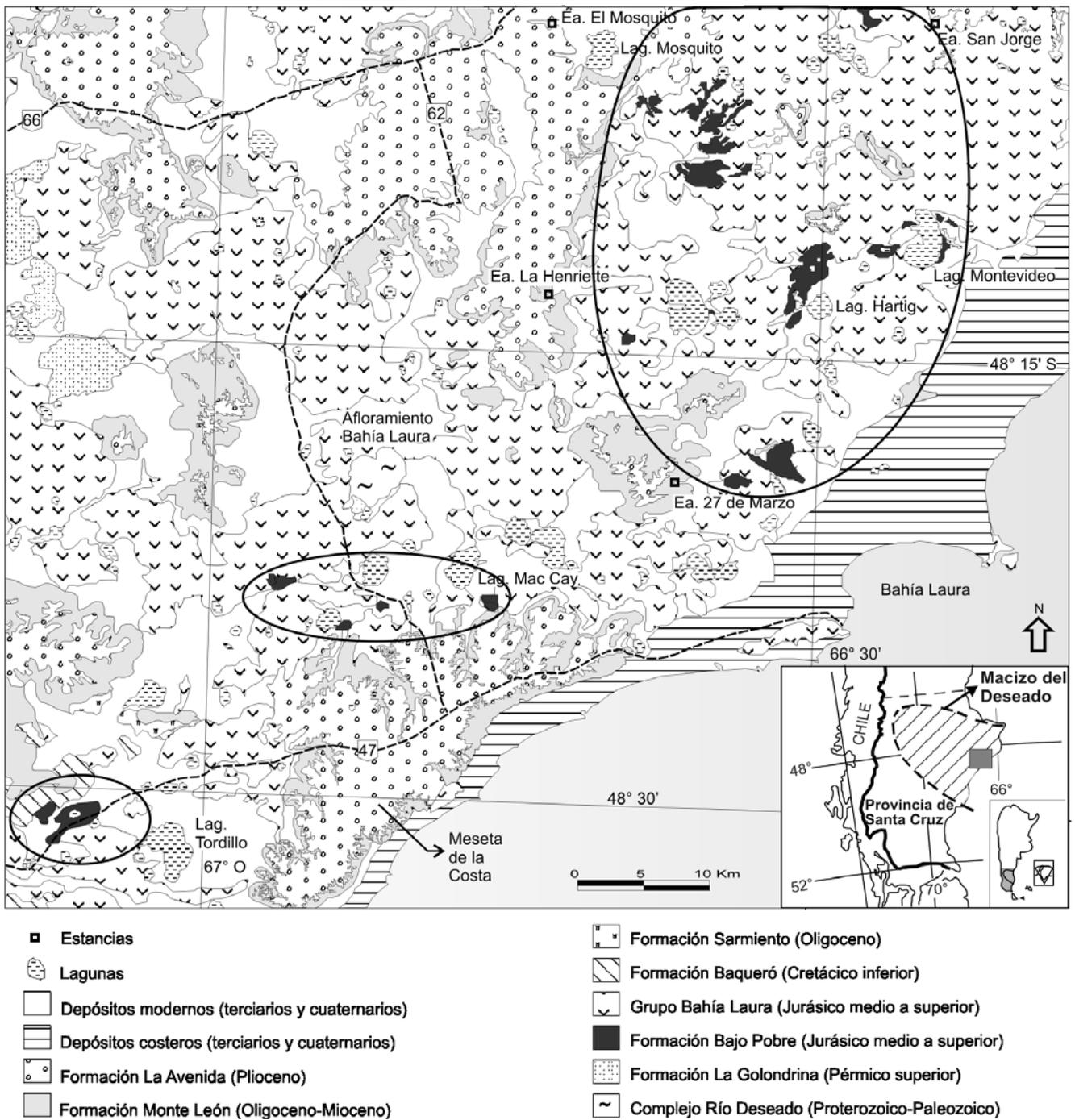


Figura 1: Mapa geológico del sector oriental del Macizo del Deseado (modificado de Guido 2002), donde se destacan los nuevos hallazgos de lavas de la Formación Bajo Pobre.

Petrográficamente, las rocas estudiadas se clasifican como andesitas porfíricas y presentan claras similitudes entre ellas, principalmente en su mineralogía, yacencia y textura. Sin embargo, se pueden discriminar

por su composición en tres grupos: las andesitas con fenocristales de plagioclasa y piroxeno (andesitas *sensu stricto*), las andesitas con fenocristales de plagioclasa, piroxeno y biotita (andesitas con biotita) y las

andesitas con fenocristales de plagioclasa y con olivina en la pasta (andesitas con olivinas). Sobre tres muestras del área estudiada (andesitas s.s. 247 y 206 y andesita con olivinas 182) se han realizado determinaciones

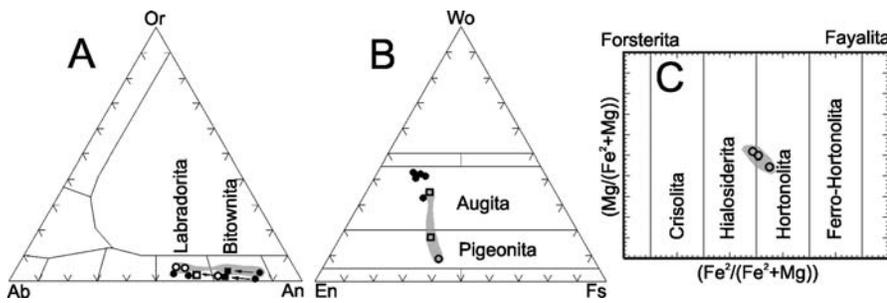


Figura 2: Diagramas clasificatorios (calculados con el programa Minpet 2.02) para feldspatos, piroxenos y olivinas que muestran los resultados de los estudios de microsonda. Los círculos representan mediciones en el centro y los cuadrados en los bordes del cristal, con una flecha se muestran los pares centro-borde. Las figuras rellenas corresponden a fenocristales y las huecas a microlitos. El sombreado gris indica las determinaciones realizadas en la andesita con olivinas.

con microsonda electrónica. Los resultados se resumen en el cuadro 1.

El conjunto de lavas estudiadas poseen fenocristales de plagioclasa de composición An⁵³ a An⁸⁵ (labradorita - bitownita), con una tendencia al aumento del contenido de Na en el borde de las zonaciones (Fig. 2 A). Los microlitos de plagioclasa de la pasta presentan similar composición y zonación. No se encuentran diferencias composicionales entre las plagioclasas estudiadas de las andesitas s.s. y la andesita con olivinas (sombreado gris). Los fenocristales de piroxeno de las andesitas s.s. (Fig. 2 B) presentan composiciones variables dentro del tipo augita y son de composición pigeonítica a augítica para los microlitos de piroxeno de la andesita con olivinas (sombreado gris). Los microlitos de olivina de la andesita con olivinas presentan composiciones intermedias (Fo^(45 a 51) Fa^(49 a 55)) dentro de la serie forsterita-fayalita (Fig. 2 C).

La morfología de los afloramientos, el tipo y grado de alteración y las características petrográficas de las lavas máficas halladas en el este del Macizo del Deseado, permiten una correlación con las rocas de la

Formación Bajo Pobre.

Relación estratigráfica y geocronología

La mayoría de los afloramientos de lavas máficas del sector oriental del Macizo del Deseado se encuentran aislados, sin relación estratigráfica clara respecto de las rocas volcánicas ácidas del Grupo Bahía Laura. Sin embargo, es posible observar a estas rocas estratigráficamente debajo de las rocas volcánicas ácidas, lo cual resulta normal si tenemos en cuenta los antecedentes de la Formación Bajo Pobre que la consideraron durante años de edad dogger inferior. Los datos geocronológicos obtenidos en los últimos años (Cuadro 2) comprenden un rango de edades que difiere de la interpretación estratigráfica previa. Las edades Ar-Ar, en siete muestras, varían entre 164,1 ± 0,3 y 150,6 ± 2 Ma (Alric *et al.* 1996, Mertz *et al.* 1998, Féraud *et al.* 1999, Pankhurst *et al.* 2000) y los datos Rb-Sr, que reflejan una mayor antigüedad, comprenden edades de 173 ± 8 Ma (Tessone *et al.* 1999) y una edad asumida (Pankhurst y Rapela 1995) de 175 Ma. De esta forma, las

rocas de la Formación Bajo Pobre se ubicarían en el Jurásico medio a superior de la carta estratigráfica internacional (Remane 2000), con una tendencia a concentrarse en la parte alta del Jurásico medio y baja del Jurásico superior, coincidiendo aproximadamente con el Grupo Bahía Laura, que posee edades Ar-Ar entre 177,8 y 151,5 Ma (Alric *et al.* 1996, Féraud *et al.* 1999 y Pankhurst *et al.* 2000). Este solapamiento de edades es lo que condujo a Alric *et al.* (1996) y Féraud *et al.* (1999) a proponer coetaneidad entre estas dos unidades. Sin embargo, hasta el momento no se han mencionado relaciones estratigráficas apoyadas con geocronología que confirmen esta sincronización.

En el sector estudiado se han encontrado dos claros ejemplos de afloramientos de lavas de la Formación Bajo Pobre que están estratigráficamente por encima de rocas del Grupo Bahía Laura. Una de estas relaciones se puede observar en el borde sur de una laguna ubicada en la estancia San Jorge, unos 10 km al este de la laguna Mosquito. Allí, rocas máficas apoyan sobre lavas riolíticas del Grupo Bahía Laura (Fig.3 A); estas andesitas con biotita están intensamente alteradas y no se pudieron realizar estudios detallados sobre las mismas. La otra relación se encuentra en uno de los afloramientos del norte de la meseta de la Costa, precisamente en los dos afloramientos ubicados al sudeste de la laguna Mac Cay, donde las rocas volcánicas (andesita con olivinas, muestras 182 y 386) apoyan sobre tufitas (Fig. 3 B), pertenecientes al mismo complejo volcano-sedimentario ácido de Grupo Bahía Laura.

Para corroborar la validez de estas relaciones estratigráficas halladas, se han realizado dos dataciones radimétricas. La primera de

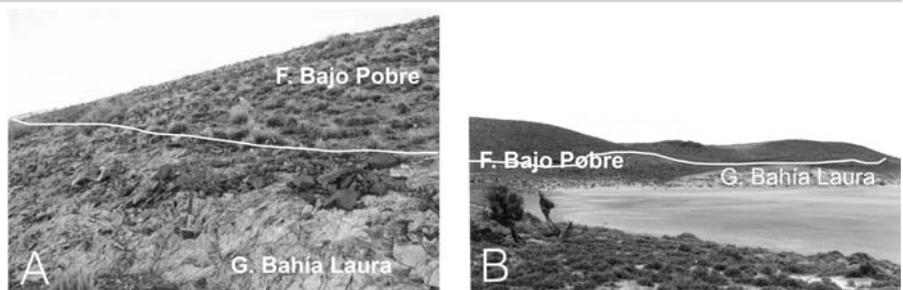
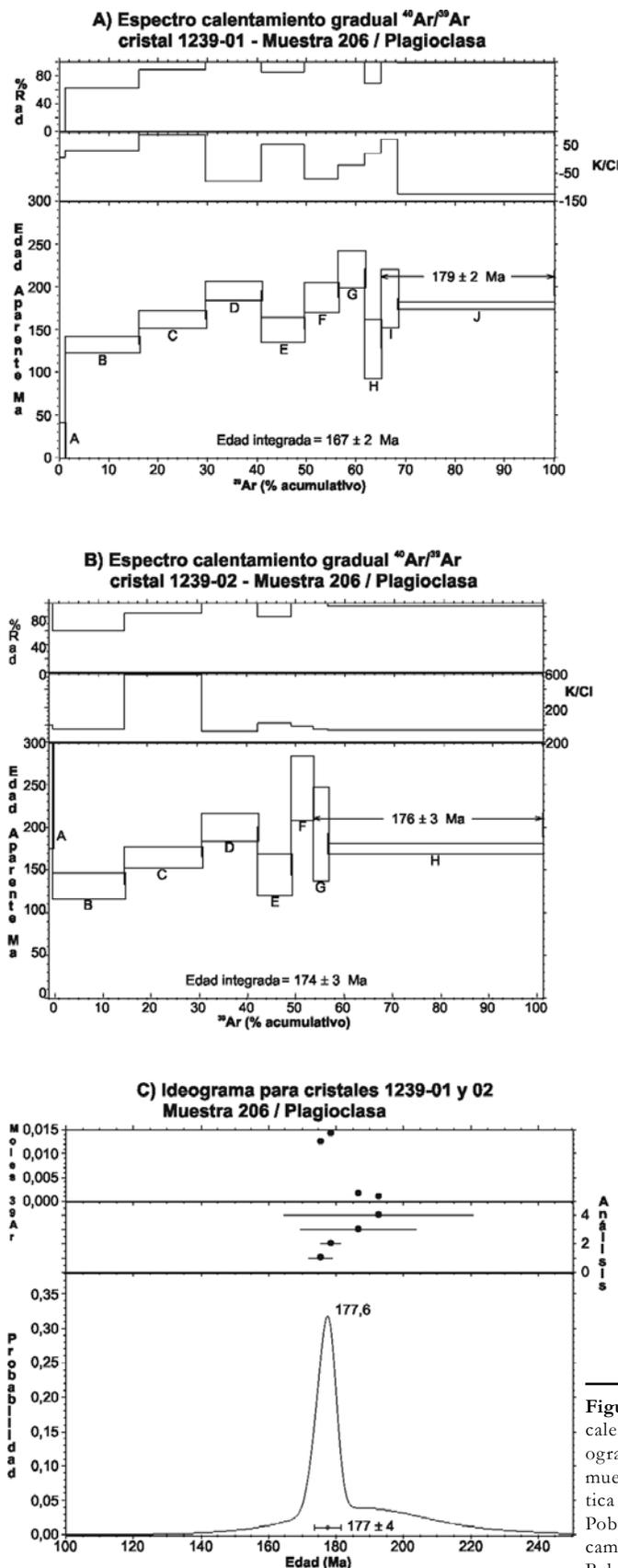


Figura 3: a) Lavas de la Formación Bajo Pobre apoyando sobre lavas riolíticas de flujo del Grupo Bahía Laura. b) Vista (al fondo de la laguna) del afloramiento de andesitas con olivinas que apoyan sobre tufitas del Grupo Bahía Laura.



ellas se realizó sobre la andesita con olivinas (muestra 182) que se encuentra estratigráficamente encima de tufitas del Grupo Bahía Laura (Fig. 3 B) y la segunda sobre la muestra 206, correspondiente a una andesita s.s. ubicada estratigráficamente debajo de las ignimbritas riolíticas en inmediaciones de la estancia La Henriette.

La muestra 182 fue analizada por el método K-Ar sobre roca total y ha dado como resultado una edad de $151,3 \pm 3,4$ Ma, la cual es totalmente coherente con la relación estratigráfica observada para estas rocas.

La edad de la muestra 206 fue determinada con el método Ar-Ar sobre plagioclasa (Cuadro 3). Dos cristales de plagioclasa de esta muestra (1239-01 y 1239-02) fueron analizados por el método de calentamiento gradual, obteniendo espectros con claras evidencias de alteración (Figs. 4 A y B). Sin embargo, las dos muestras presentan pequeñas mesetas en los pasos (*steps*) de más alta temperatura con edades pseudo-plateau estadísticamente iguales (179 ± 2 y 176 ± 3 Ma). Un ideograma que representa los steps que definen estos pseudo-plateau (Figura 4 C), indican un pico de mayor probabilidad en $177,6$ Ma y una media ponderada de 177 ± 4 Ma. La mejor estimación de edad de la muestra es 177 ± 4 . Sin embargo este dato debe ser interpretado con cautela en función del alto grado de alteración de las muestras.

Los datos geocronológicos obtenidos en las muestras del este del macizo han resultado coherentes con las relaciones estratigráficas observadas y concuerdan con el conjunto de edades de la Formación Bajo Pobre ya publicadas (cuadro 2).

Geoquímica

Se han realizado análisis geoquímicos por elementos mayores y traza en muestras representativas de las lavas máficas en el sector estudiado (Cuadro 4). Las muestras 182 y 386 corresponden al tipo andesita con olivinas y se ubican al norte de la meseta de la Costa. Las demás muestras son andesitas s.s. y provienen de los asomos entre la laguna Mosquito y Bahía Laura; las muestras 121, 122, 125 y 247 se ubican en cuatro afloramientos diferentes ubicados al SE de la Laguna Mosquito y la 206 se ubica 7 km al SE de la estancia La Henriette. No se pudo caracterizar geoquímicamente al tipo andesita con biotita por su elevado grado de

Figura 4: Diagrama de calentamiento gradual e ideograma del análisis sobre la muestra 206 (andesita basáltica de la Formación Bajo Pobre ubicada estratigráficamente debajo del Grupo Bahía Laura).

CUADRO 1: Análisis de química mineral

PLAGIOCLASAS											PIROXENOS								OLIVINOS				
Muestra	247	247	182	182	182	182	206	206	206	206	Muestra	182	182	182	247	247	206	206	206	Muestra	182	182	182
F/M(c/b)	F (c)	F (c)	F (c)	F (b)	M (c)	M (c)	F (c)	F (b)	M (c)	M (b)	F/M(c/b)	M (c)	M (b)	M (b)	F (c)	F/M(c/b)	M (c)	M (c)	M (c)				
Análisis	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P29	P30	P31	P32	Análisis	P18	P19	P20	P21	P22	P40	P41	P42	Análisis	P25	P26	P27
SiO ₂	54,93	56,80	47,20	51,26	55,87	54,31	48,54	51,83	51,15	53,78	SiO ₂	52,31	51,31	52,22	51,36	51,65	51,63	51,32	51,94	SiO ₂	34,03	35,19	35,09
Al ₂ O ₃	28,91	27,90	33,85	31,27	28,13	28,65	33,00	30,44	30,95	28,88	TiO ₂	0,26	0,66	0,41	0,65	0,76	0,49	0,63	0,68	TiO ₂	0,11	0,00	0,00
FeO	0,60	0,52	0,72	0,80	0,91	1,12	0,59	0,87	0,72	0,78	Al ₂ O ₃	0,57	1,76	1,16	2,38	2,83	3,50	3,56	2,58	Al ₂ O ₃	0,07	0,02	0,03
CaO	11,67	10,41	16,87	14,07	10,64	11,32	16,67	13,84	14,24	12,30	Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,04	0,01	0,13	0,31	0,21	0,11	Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,02
Na ₂ O	3,97	4,77	1,56	2,98	4,59	4,29	1,72	3,11	2,81	3,79	FeO	22,36	13,30	19,11	10,54	9,20	7,61	8,85	12,94	FeO	43,97	40,37	41,09
K ₂ O	0,44	0,50	0,18	0,32	0,76	0,64	0,10	0,33	0,25	0,41	MnO	0,77	0,40	0,46	0,40	0,29	0,23	0,20	0,33	MnO	0,71	0,68	0,68
											MgO	18,73	14,97	18,03	14,36	14,74	15,48	15,52	16,25	MgO	20,09	24,05	23,20
											CaO	4,81	16,90	8,47	20,05	20,42	20,59	19,38	15,99	CaO	0,32	0,33	0,31
											Na ₂ O	0,00	0,18	0,02	0,27	0,32	0,20	0,10	0,11	NiO	0,00	0,00	0,06
											K ₂ O	0,02	0,05	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00				
Total	100,5	100,9	100,4	100,7	100,9	100,3	100,6	100,4	100,1	99,9	Total	99,8	99,5	99,9	100,0	100,3	100,0	99,8	100,9	Total	99,3	100,6	100,5
Si	9,87	10,13	8,65	9,29	10,01	9,82	8,85	9,41	9,31	9,76	Si	1,98	1,94	1,96	1,92	1,92	1,91	1,90	1,92	Si	1,00	1,00	1,00
Al tot,	6,12	5,86	7,31	6,68	5,94	6,11	7,09	6,51	6,64	6,17	Ti	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	Ti	0,00	0,00	0,00
Fe tot,	0,09	0,08	0,11	0,12	0,14	0,17	0,09	0,13	0,11	0,12	Al IV	0,02	0,06	0,03	0,08	0,08	0,09	0,10	0,08	Al tot,	0,00	0,00	0,00
Ca	2,25	1,99	3,31	2,73	2,04	2,19	3,26	2,69	2,78	2,39	Al VI	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,06	0,03	Cr	0,00	0,00	0,00
Na	1,38	1,65	0,55	1,05	1,59	1,50	0,61	1,09	0,99	1,33	Cr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	Fe tot,	1,08	0,96	0,98
K	0,10	0,11	0,04	0,07	0,17	0,15	0,02	0,08	0,06	0,09	Fe tot,	0,71	0,42	0,60	0,33	0,29	0,23	0,27	0,40	Mn	0,02	0,02	0,02
											Mn	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	Mg	0,88	1,02	0,99
											Mg	1,06	0,84	1,01	0,80	0,82	0,85	0,86	0,90	Ca	0,01	0,01	0,01
											Ca	0,20	0,68	0,34	0,80	0,81	0,81	0,77	0,63	Ni	0,00	0,00	0,00
											Na	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01				
											K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
Sum. Cat	19,81	19,82	19,99	19,94	19,90	19,95	19,92	19,92	19,89	19,87	Sum. Cat	4,00	4,01	3,99	4,02	4,01	4,00	4,00	4,00	Sum. Cat	3,00	3,01	3,01
%An	60,22	53,01	84,74	70,90	53,60	57,04	83,76	69,69	72,57	62,61	%Wo	9,83	34,92	17,34	41,30	42,27	42,68	40,34	32,67	%Fo	44,49	51,24	49,75
%Ab	37,07	43,96	14,18	27,18	41,84	39,12	15,64	28,34	25,91	34,91	%En	53,26	43,03	51,36	41,18	42,44	44,66	44,95	46,19	%Fa	54,62	48,09	49,43
%Or	2,70	3,03	1,08	1,92	4,56	3,84	0,60	1,98	1,52	2,48	%Fs	36,91	22,05	31,30	17,52	15,29	12,66	14,70	21,13	%La	0,89	0,82	0,83

F=fenocristal, M=microlitos, c=centro, b=borde

CUADRO 2: Resumen de los datos radimétricos de la Formación Bajo Pobre

Edad	Roca	Ubicación en el Macizo	Método	Autores
177 ± 4	Andesita basáltica	Sector oriental	Ar/Ar (plagioclasa)	Este trabajo (*)
175	Andesitas	Sector central	Rb/Sr (roca total)	Pankhurst y Rapela, 1995 (**)
173 ± 8	Andesita	Sector central	Rb/Sr (roca total)	Tessone <i>et al.</i> 1999
164,1 ± 0,3	Andesita basáltica	Bajo Pobre	Ar/Ar (roca total)	Féraud <i>et al.</i> 1999
164 ± 2	Andesita basáltica	Desconocida	Ar/Ar (plagioclasa)	Mertz <i>et al.</i> 1998
160,5 ± 0,5	Andesita basáltica	Bajo Pobre	Ar/Ar (roca total)	Féraud <i>et al.</i> 1999
156,7 ± 2,3	Andesita	Bajo Pobre	Ar/Ar (plagioclasa)	Alric <i>et al.</i> 1996
152,8 ± 2,6	Andesita	Sector central	Ar/Ar (plagioclasa)	Féraud <i>et al.</i> 1999
152,7 ± 1,2	Andesita	Sector central	Ar/Ar (plagioclasa)	Féraud <i>et al.</i> 1999
151,3 ± 3,4	Andesita basáltica	Sector oriental	K/Ar (roca total)	Este trabajo (***)
150,6 ± 2,0	Andesita basáltica	Bajo Pobre	Ar/Ar (biotita)	Pankhurst <i>et al.</i> 2000

(*) No es edad plateau

(**) Edad asumida, no es isocrona.

(***) K₂O 2,07 wt%; ⁴⁰Ar 10,53 nl/g STP, ⁴⁰Ar 88,57 %; 2s-error 2,2 %

CUADRO 3: Resultados obtenidos en el calentamiento gradual de los cristales de plagioclasa 1239-01 y 1239-02 (muestra 206).

	$^{38}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	$^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	$^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	% Rad	Edad	±	^{40}Ar	^{40}Ar (moles)	Láser (W)
1239-01A	0,0834	2,76089	0,13455	-9,13	-30,0	-88,81	63,91	0,01	1,69E-16	0,3
1239-01B	0,0274	8,53059	0,03086	14,44	62,9	132,00	4,85	0,08	1,51E-15	0,6
1239-01C	0,0162	19,04790	0,01324	17,84	87,8	161,76	5,03	0,06	1,21E-15	0,9
1239-01D	0,0053	15,70716	-0,00132	21,68	108,1	194,81	5,32	0,05	1,01E-15	1,2
1239-01E	0,0192	12,38278	0,01288	16,41	85,1	149,35	7,01	0,04	7,28E-16	1,5
1239-01F	0,0050	8,76159	-0,00199	20,83	106,5	187,52	8,32	0,03	6,00E-16	1,9
1239-01G	-0,0076	7,21244	-0,01511	24,77	125,6	220,88	10,43	0,02	4,56E-16	2,5
1239-01H	0,0310	7,11824	0,02361	13,88	68,3	127,08	17,21	0,02	2,96E-16	3,0
1239-01I	0,0155	8,81646	0,00178	20,70	100,8	186,44	16,37	0,02	2,98E-16	4,0
1239-01J	0,0083	19,34026	0,00646	19,74	97,9	178,19	2,16	0,15	2,83E-15	5,0
1239-02A	-0,0939	5,79991	-0,01335	42,34	111,6	362,66	93,50	0,00	8,75E-17	0,3
1239-02B	0,0097	12,81612	0,03600	14,43	59,7	131,93	7,18	0,05	9,82E-16	0,6
1239-02C	0,0133	25,34718	0,01675	18,23	85,7	165,16	5,75	0,05	9,38E-16	1,0
1239-02D	0,0053	21,30803	-0,00067	22,37	109,1	200,62	7,72	0,03	6,42E-16	1,4
1239-02E	0,0332	20,02571	0,01861	15,83	79,8	144,28	12,09	0,02	3,89E-16	1,8
1239-02F	-0,0214	17,20443	-0,01480	27,82	126,1	246,37	18,39	0,01	2,71E-16	2,5
1239-02G	0,0032	16,10323	0,00328	21,41	101,3	192,48	27,25	0,01	1,75E-16	3,4
1239-02H	0,0060	24,63470	0,00893	19,41	96,3	175,37	2,70	0,13	2,47E-15	5,0

alteración, característica frecuente en las lavas de la Formación Bajo Pobre. A pesar de que la mayoría de los análisis fueron realizados con fluorescencia de rayos X y los valores de pérdida por calcinación (LOI) en algunos casos son elevados, se realizaron algunas consideraciones geoquímicas preliminares. A través del diagrama TAS, el conjunto de lavas del sector oriental se clasifica geoquímicamente como andesitas basálticas a andesitas, con un contenido

en SiO_2 variable entre 54 y 59% en peso en base anhidra. El total de álcalis muestra valores entre 2 y 6% en peso en base anhidra, limitándolas al campo de las rocas subcalcinas (Fig. 5 A). Para evitar un error en la clasificación por la posible movilidad de los elementos mayoritarios considerados, las mismas rocas fueron confirmadas como andesitas subcalcinas mediante el gráfico de Winchester y Floyd (1977) que utiliza elementos menos móviles

(Fig. 5 B).

El diagrama de elementos traza normalizados a MORB (Pearce 1982) muestra un patrón con anomalías positivas en LILE (Rb, Ba y Th) y negativas en Nb y Ti (Fig. 5 C). Tanto las andesitas s.s. (muestras 206, 121, 122, 125 y 247), como las andesitas con olivina (182 y 386) presentan un patrón similar; se observa enriquecimiento en elementos incompatibles, incremento gradual desde Sr a Rb, decrecimiento general de los valores desde Th a Y y contenidos de Ti e Y cercanos o menores a MORB. Además, los contenidos de Rb son similares a los de Th y los de Th mayores a Ba para la muestra 386. Por otra parte, la relación Zr/Y varía en el rango 6 a 10. Este conjunto de relaciones permiten definir a las rocas estudiadas como formadas por un magmatismo de afinidad calco-alcalina, coincidiendo con lo señalado por Pankhurst y Rapela (1995), Pankhurst *et al.* (1998) y Féraud *et al.* (1999) para lavas de la Formación Bajo Pobre en la parte central del Macizo del Deseado.

Sobre la muestra 386 (Cuadro 4) se ha realizado un análisis de tierras raras (REE), que se representa en el diagrama de la figura 5 D. La comparación con los únicos dos análisis de REE de Bajo Pobre, determinados para el sector central por Pankhurst y Rapela (1995), evidencia un patrón similar y valores de relación (La/Lu)_N del mismo orden (6 a 8). La

CUADRO 4: Análisis geoquímicos de la Formación Bajo Pobre.

Roca (No de la muestra)	SiO_2	Al_2O_3	Fe_{total}	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	TiO_2	LOI	Ba	Rb	Sr	Zr	Y	Nb	U	Th	Ce	Hf	Sm
A (121*)	55,03	16,40	6,86	0,13	3,78	7,47	2,60	1,82	0,32	0,82	5,12	823	60	541	126	20	5	<9	<20	56	<6	6
A (122*)	53,21	15,96	7,89	0,15	4,32	5,60	2,93	2,39	0,31	0,86	5,35	808	100	833	179	18	10	<9	<20	49	<6	7
A (125*)	54,91	15,66	7,75	0,12	4,24	7,99	2,23	0,28	0,31	0,83	5,02	909	<30	822	184	19	9	<9	<20	51	<6	<6
A (206*)	53,77	16,92	8,83	0,15	4,54	8,02	2,76	1,50	0,54	1,05	1,16	997	51	973	197	25	20	<9	<20	89	<6	8
A (247*)	54,51	15,18	7,90	0,11	4,59	7,69	1,98	1,15	0,34	0,86	4,40	968	35	705	172	21	7	<9	<20	68	<6	<6
A con olivino (182*)	55,04	19,29	7,10	0,13	2,17	8,05	3,23	2,08	0,26	0,75	2,08	682	-	552	105	19	-	<9	<20	-	-	-
A con olivino (386**)	54,94	19,00	7,35	0,12	2,35	7,99	3,20	2,02	0,27	0,76	1,88	659	81	520	107	20	6	1,5	7,1	44	3	5
REE (386** -ppm)	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Er							
	22,0	44,3	5,1	21,6	4,7	1,4	3,9	0,6	3,5	0,7	2,1	0,3	2,0	0,3	2,1							

* Realizado en laboratorio Technische Universitaet de Berlín por fluorescencia de rayos X.

** Realizado en laboratorio Actlabs (Canadá) por ICP/MS.

Elementos mayoritarios expresados en % en peso y elementos traza en ppm. A=andesita.

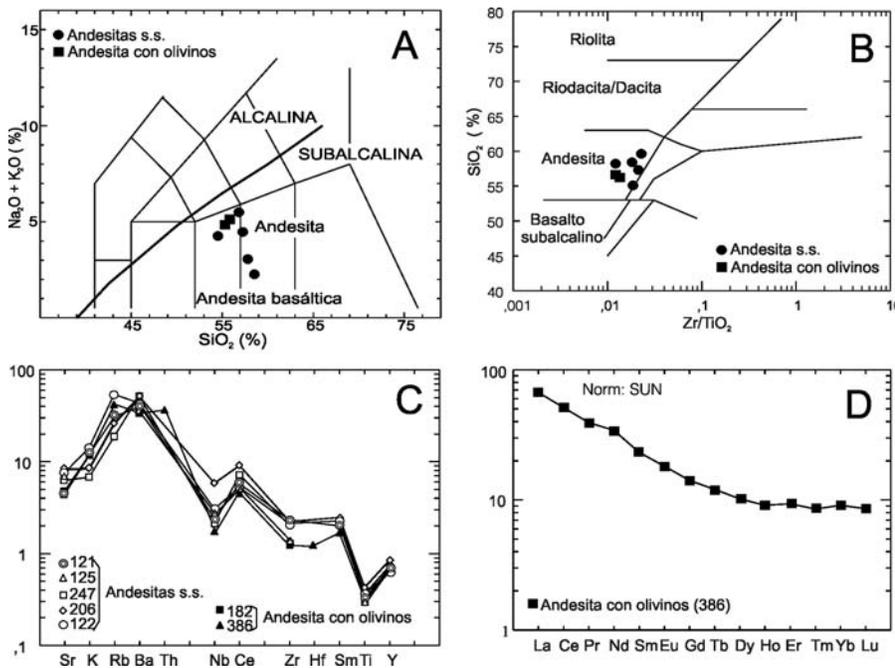


Figura 5: Diagramas utilizados para la caracterización geoquímica de las rocas de la Formación Bajo Pobre en el sector estudiado. A: Diagrama TAS (Le Maitre, 1989) con discriminación entre rocas alcalinas y subalcalinas según Irvine y Baragar (1971); B: Diagrama de Winchester y Floyd (1977); C: Diagrama de multielementos normalizado a MORB (Pearce 1982) y D: Diagrama de tierras raras normalizado al condrito de SUN.

única diferencia está en el contenido de Eu, que presenta una suave anomalía negativa en las muestras de la parte central del Macizo. Cabe señalar que Pankhurst y Rapela (1995) señalan para estas rocas que la anomalía negativa de Eu aumenta con el incremento en el contenido de SiO_2 . El tenor de SiO_2 de las dos muestras del sector central es un 5% más alto que la muestra 386 (55%), explicando de esta forma la ausencia de la anomalía negativa en Eu.

CONCLUSIONES

Las sumatoria de las características de los afloramientos, texturales, mineralógicas, petrográficas, geocronológicas y geoquímicas de las lavas máficas halladas en los afloramientos del este del Macizo del Deseado concuerdan con los datos preexistentes de la Formación Bajo Pobre en el sector central de esta provincia geológica, permitiendo la correlación con esta unidad y extendiendo el área de afloramientos de las mismas alrededor de 60 km en dirección a la costa atlántica. De esta manera se confirma

la presencia de esta unidad a lo ancho de toda la provincia geológica Macizo del Deseado. La Formación Bajo Pobre del sector oriental del macizo del Deseado se compone de coladas lávicas de composición intermedia a básica donde se pueden definir tres tipos mineralógicos: andesitas s.s., andesitas con biotitas y andesitas con olivinas. En las andesitas s.s. y andesitas con olivinas, los fenocristales y microlitos de plagioclasa son de composición labradorita a bitownita, con enriquecimiento de Na en los bordes de las zonaciones. Los fenocristales de piroxeno de las andesitas s.s. son de composición augita y son del tipo pigeonita, con bordes augíticos, en los microlitos de piroxeno de las andesitas con olivinas. Estos últimos son de composición Fo_{51-45} a Fa_{49-55} . Geoquímicamente, las rocas descritas se clasifican como andesitas basálticas a andesitas, subalcalinas y con afinidad calcoalcalina.

En el sector oriental del macizo del Deseado se describen relaciones de campo donde las lavas de Bajo Pobre subyacen y suprayacen a rocas volcánicas del Grupo Bahía Laura. Las dos edades radiométricas obtenidas (177 ± 4

y $151,3 \pm 3,4$ Ma) concuerdan con las relaciones estratigráficas observadas y por lo tanto confirman la posible intercalación de los procesos efusivos ácidos e intermedios a básicos del Ju-rásico medio a superior. Esta relación entre las volcanitas de la Formación Bajo Pobre y del Grupo Bahía Laura se extiende al resto de la provincia geológica, tal como ha sido observado por Echeveste *et al.* (2001) en el sector central y por López *et al.* (2006) en el sector noroccidental del Macizo del Deseado.

Estas observaciones son las primeras evidencias de campo, avaladas con datos geocronológicos, que apoyan la coetaneidad, bimodalidad y cogénesis tal como ha sido propuesta para el magmatismo jurásico del Macizo del Deseado.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (BID 802/OC.AR., PID 32/98) por el financiamiento de este trabajo. Se agradece también a K. Wemmer, del Laboratorio de Geocronología de Göttingen (Alemania) y a los Dres. Colombo Tassinari y Paulo Vasconcelos y al técnico Artur Takashi Onoe del Centro de Pesquisas Geocronológicas, Instituto de Geociências de la Universidade de São Paulo (Brasil).

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Alric, V., Haller M.J., Féraud, G., Bertrand, H. y Zubia, M. 1996. Cronología $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ del vulcanismo jurásico de la Patagonia extraandina. Actas del 13º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 5: 143-150.
- Archangelsky, S. 1967. Estudio de la Formación Baqueró, Cretácico inferior de Santa Cruz, Argentina. Revista del Museo de La Plata (nueva serie), Paleontología 5: 63-171.
- Bertels, A. 1970. Sobre el "Piso Patagoniano" y la representación de la época del Oligoceno en Patagonia austral (República Argentina). Revista de la Asociación Geológica Argentina, 25 (4): 495-501.
- Bertrand, H., Féraud, G., Haller, M., Luais, B., Martínez, M., Alric, V. y Fornari, M., 1999. The mesozoic silicic large igneous province of Patagonia: Geochronology and origin evidenced by Ar/Ar dating and Sr-Nd isotopes.

- Actas South American Symposium on Isotope Geology (II): 167-169.
- de Barrio, R., Panza, J. L., y Nullo, F. 1999. Jurásico y Cretácico del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. En: R. Caminos (Ed.). *Geología Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (17): 511-527.
- De Giusto, J., Di Persia A. y Pezzi E. 1980. El Nesocratón del Deseado, En: Turner, J. (Ed.): *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*, Tomo 2: 1389-1430. Academia Nacional Ciencias, Córdoba.
- Echeveste, H., Fernández, R., Bellieni, G.; Tessone, M., Llambias, E., Schalamuk, I.; Piccirillo, E. y De Min, A. 2001. Relaciones entre las Formaciones Bajo Pobre y Chon Aike (Jurásico medio a superior) en el área de Estancia El Fénix-Cerro Huemul, zona centro-occidental del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 56 (4): 548-558.
- Féraud, G., Alric, B., Fornari, M., Bertrand, H. y Haller M. 1999. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of the Jurassic volcanic province of Patagonia: migrating magmatism related to Gondwana break-up and subduction. *Earth and Planetary Science Letter*, 172: 83-96.
- Feruglio, E. 1949. Descripción geológica de la Patagonia. Dirección Nacional de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Tomo 1, p. 17-19. Buenos Aires, Argentina.
- Guido, D., 2002. *Geología y Metalogénesis del sector oriental del Macizo del Deseado*, provincia de Santa Cruz. Tesis Doctoral N° 779, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 226 p. (inédito).
- Guido, D., Escayola, M. y Schalamuk, I. 2004. The basement of the Deseado Massif at Bahía Laura, Patagonia, Argentina: A proposal for its evolution. *Journal of South American Earth Science*, 16 (7): 567-577.
- Herbst, R. 1965. La flora fósil de la Formación Roca Blanca (provincia de Santa Cruz-Patagonia), con consideraciones geológicas y estratigráficas. *Opera Lilloana*, 12: 3-101. Tucumán.
- Irvine, T. y Baragar, W. 1971. Guide to the chemical classifications of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Science*, 8: 523-548.
- Le Maitre, R. 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell Editorial, 153 p., Oxford.
- Lesta, P. y Ferello, R. 1972. Región Extraandina de Chubut y Norte de Santa Cruz. En: Leanza A. (Ed.): *Geología Regional Argentina*, Tomo 2, p. 602-687. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
- Lopez, R. Tassinari, C. Guido, D. Schalamuk, I. y Babinski, M. 2006. Metals and fluid source usign Pb isotopes in Eureka-La Mariana Jurassic epitermal deposit, Northwestern Deseado Massif, Argentinean Patagonia. 5 Simposio Sudamericano de Geología Isotópica (SSAGI), Punta del Este, Uruguay (en prensa).
- Marín, G. 1982. Descripción geológica de la Hoja 55c Gobernador Gregores, provincia de Santa Cruz. Informe preliminar. Servicio Geológico Nacional, 17 p. (inédito).
- Mertz, D. Bitschene, P. Renne, P. Homovc, J. y Dewey, C. 1998. Age, source, and tectonic setting of Patagonian Bajo Pobre volcanic rocks. *Terranostra* 8, Lateinamerika-Kolloquium, Abstracts. Hamburg.
- Pankhurst, R. y Rapela, C. 1995. Production of Jurassic rhyolite by anatexis of the lower crust of Patagonia. *Earth and Planetary Science Letters*, 134: 23-36.
- Pankhurst, R., Sruoga, P. y Rapela, C. 1993. Estudio Geocronológico Rb-Sr de los complejos Chon-Aike y El Quemado a los $47^{\circ}30'$ L.S. XII Congreso Geológico Argentino y 2 Congreso de Exploración de Hidrocarburos. *Actas* 4: 171-178.
- Pankhurst, R., Leat, P., Sruoga, P., Rapela, C., Márquez, M., Storey, B y Riley, T. 1998. The Chon Aike province of Patagonia and related rocks in West Antarctica: a silicic large igneous province. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 81: 113-136.
- Pankhurst, R., Riley, T., Fanning, C. y Kelley, S. 2000. Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of magmatism associated with the Break-up of Gondwana. *Journal of Petrology*, 41 (5): 605-625.
- Panza, J.L. 1995. Hoja Geológica 4969-II Tres Cerros, provincia de Santa Cruz. Dirección Nacional del Servicio Geológico. 103 p.
- Panza, J.L. y Haller, M. 2002. El volcanismo jurásico. In *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz* (Haller, M.; editor). XV Congreso Geológico Argentino, Relatorio, Capítulo I-7: 89-101. Buenos Aires, Argentina.
- Panza, J.L.; Márquez, M. y Godeas, M. 1995. Hoja Geológica 4966-I y II Bahía Laura, provincia de Santa Cruz. Dirección Nacional del Servicio Geológico. 83 p.
- Pearce, J., 1982. Role of the subcontinental lithosphere in magma genesis attached continental margins. En: Hawkesworth, C. and Norry M. (Eds.): *Continental Basalts and mantle xenoliths*, p. 230-249. Shiba Publishing Limited, United Kingdom.
- Remane, J. 2000. International Stratigraphic Chart. International Commission of Stratigraphy of the International Union of Geological Sciences (IUGS).
- Riley, T., Leat, P., Pankhurst, R. y Harris, C. 2001. Origin of large volume rhyolitic volcanism in Antarctic Peninsula and Patagonia by crustal melting. *Journal of Petrology*, 42 (6): 1043-1065.
- Stipanovic, P. y Bonetti, M. 1970. Posiciones estratigráficas y edades de las principales floras jurásicas argentinas. *Floras Liásicas, Ameghiniana, Asociación Paleontológica Argentina*, 7 (1): 57-78.
- Tessone, M., Del Blanco, M., Macambira, M. y Rolando, A. 1999. New Radiometric Ages of the Chon Aike and Bajo Pobre Formations in the Central Zone of the Deseado Massif, Argentina. 2 South American Symposium on Isotope Geology. Villa Carlos Paz, Argentina. *Actas*: 132-135.
- Viera, R. y Pezzuchi, H. 1976. Presencia de rocas sedimentarias pérmicas en contacto con rocas del "Complejo metamórfico" de la Patagonia Extraandina, Ea Dos Hermanos, provincia de Santa Cruz. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 31 (4): 281-283.
- Winchester, J. y Floyd, P. 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*, 20: 325-343.
- Zubia, M., Genini, A. y Schalamuk, I. B. 1999. Yacimiento Cerro Vanguardia. En: E. O. Zappettini (Ed.). *Recursos Minerales de la República Argentina*, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 35: 1189-1202.

Recibido: 1 de febrero, 2005

Aceptado: 1 de abril, 2006