

Petrografía y geoquímica preliminar de los basaltos cretácicos de la sierra de Las Quijadas y cerrillada de Las Cabras, provincia de San Luis, Argentina

Amancay N. MARTÍNEZ¹, David RIVAROLA¹, Edgardo STRASSER¹, Laura GIAMBIAGI², M. Belén ROQUET¹, M. Laura TOBARES¹ y Matías MERLO¹

Resumen: Se presentan los resultados preliminares de la petrografía y geoquímica de los basaltos cretácicos aflorantes en los anticlinales de la sierra de Las Quijadas y cerrillada de Las Cabras. En las serranías occidentales de San Luis afloran al menos dos secuencias deposicionales que en conjunto superan los 1500 m de potencia y se componen esencialmente de sedimentitas clásticas continentales en típicas secuencias de capas rojas, pertenecientes al Grupo del Gigante y a la Formación Lagarcito. Dentro de éste grupo, se reconocen manifestaciones basálticas de dos tipos, representadas por coladas y diques. Las coladas fueron descriptas en el sector nororiental del anticlinal, en un paisaje de suaves lomadas. Los diques se los ha encontrado en el flanco occidental del anticlinal, sector norte de la mencionada sierra. Los basaltos provenientes de coladas presentan textura porfírica con fenocristales euhedrales de olivino junto a clinopiroxeno, anfíbol y plagioclasa; en tanto que los diques basálticos muestran olivinos euhedrales en textura porfírica inmersos en una pasta de tablitas de plagioclasa sin orientación, anfíboles y agujas de apatita. Los basaltos de la cerrillada de Las Cabras se presentan como una brecha volcánica asociada a bombas basálticas. Presentan fenocristales de olivino y clinopiroxeno en pasta de cristales de plagioclasa orientados. Los basaltos se clasifican como basaltos alcalinos y están relacionados con los basaltos de intraplaca. Cuando se analizan los elementos de tierras raras normalizados de acuerdo al condrito de Nakamura se observan un diseño empinado con una pendiente negativa para los elementos de tierras raras pesados, diseño que resulta similar al presente en los basaltos alcalinos de la sierra chica de Córdoba.

Abstract: *PRELIMINARY PETROGRAPHY AND GEOCHEMISTRY OF THE CRETACIC BASALTS OF THE SIERRA DE LAS QUIJADAS AND CERRILLADA DE LAS CABRAS, SAN LUIS PROVINCE, ARGENTINA.* We present preliminary results of the petrology and geochemistry of Cretaceous basalts exposed in the anticlines of the sierra of Las Quijadas and cerrillada of Las Cabras. In the mountainous western of San Luis crop out at least two depositional sequences which together exceed the 1500 m thick and consists mainly of clastic sedimentary sequences typical continental red beds belonging to the Giant Group and Lagarcito Formation. Within this group, recognizes two types of basalt events, represented by lava flows and dykes. The lava flows were described in the northeastern sector of the anticline, in a landscape of gentle hills. The dykes were found on the western flank of the anticline, northern sector of that mountain. Basalt lava flows have porphyritic texture with phenocrystals show idiomorphic olivine with clinopyroxene, amphibole and plagioclase, while the basaltic dykes show olivine in porphyritic texture embedded in a plagioclase paste without orientation, amphibole and apatite needles. The basalts of the cerrillada de Las Cabras presented as a volcanic breccia associated with basaltic bombs. They have phenocrystals of olivine and clinopyroxene in paste with plagioclase oriented. The basalts are classified as alkali basalts and related to intraplate basalts. When analyzing rare earth elements chondrite normalized according to Nakamura's design are observed with a steep negative slope for the heavy rare earth elements, a design that is similar to that found in alkaline basalts from the Sierra Chica de Córdoba.

Palabras claves: magmatismo cretácico, depósitos basálticos, petroquímica, ruptura Gondwana

Keywords: cretaceous magmatism, basaltic deposits, petrochemistry, Gondwana rupture

¹ Dpto. de Geología. Facultad de Cs. Físico-Matemáticas y Naturales. Universidad Nacional de San Luis. Ejército de los Andes 950. Bloque II. (D5700HHW). San Luis. Argentina. E-mail: amartinez@unsl.edu.ar; rivarola@unsl.edu.ar; maber@unsl.edu.ar; mltobares@gmail.com; matimem@gmail.com.

² IANIGLA-CCT Mendoza-CONICET. Adrián Ruiz Leal s/n, Parque San Martín. (5500). Mendoza. Argentina. E-mail: lgiambia@mendoza-conicet.gov.ar.

Introducción

En la sierra de Las Quijadas, serranías occidentales de la provincia de San Luis, las rocas sedimentarias del Grupo del Gigante del Cretácico se hallan asociadas a rocas de origen volcánico. Ese volcanismo en la sierra de Las Quijadas corresponde a lo que Llambías y Brogioni (1981) denominaron “Complejo volcánico basalto olivínico alcalino”, el mismo está representado en otras localidades de San Luis, tales como la Pampa de la Invernada del departamento Coronel Pringles, la localidad de Potrerillos-Las Chacras en el departamento de San Martín, el cerro Garrapata del departamento de General Pedernera y los afloramientos de la cerrillada de las Cabras, al sur de la Sierra del Gigante y en la sierra de Cantantal. También en la provincia de Córdoba casi límite con la provincia de San Luis, existen otros afloramientos en las localidades de Los Cóndores, Chaján y en el cerro de La Madera. Según Llambías y Brogioni (1981), esta provincia está caracterizada por un primer pulso compuesto por rocas alcalinas subsaturadas a extremadamente saturadas en sílice y un segundo pulso constituido por rocas saturadas en sílice, de composición intermedia, de naturaleza calcoalcalina a alcalina y que muestran un ligero enriquecimiento en álcalis respecto a alúmina.

El área de trabajo se encuentra circunscripta al ámbito del “cordón de serranías occidentales”, que tiene 300 km de longitud por un ancho que no supera los 25 km y se ubica al oeste de la provincia de San Luis próximo al límite con Mendoza y San Juan. A la sierra de Las Quijadas se accede por la ruta nacional N° 147 en dirección noroeste hasta la localidad de Hualtarán y a la cerrillada de Las Cabras se llega por la ruta nacional N° 7 en dirección oeste hasta la localidad de Jarilla, casi límite con la provincia de Mendoza. El objetivo del presente trabajo es caracterizar en cuanto a su petrografía y geoquímica los basaltos cretácicos alojados en la sierra de Las Quijadas y más al sur en la cerrillada de Las Cabras (*Figuras 1A y 1B*). Se pretende además realizar una comparación geoquímica y genética con respecto a los basaltos presentes en la Sierra Chica de Córdoba.

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL. En distintos sectores de la cuenca de San Luis, las sedimentitas cretácicas aparecen, tanto en su base como en el techo, en relación discordante con unidades estratigráficas de variada edad y origen. Suprayacen al basamento ígneo y metamórfico de las Sierras Pampeanas en las sierras de Varela, Charlone, Las Barrancas y al norte del Gigante y Guayaguas (*Figura 1*). En la sierra de Varela lo hacen sobre rocas volcánicas permo-triásicas asignadas al Grupo Choiyoi, mientras que al norte de Guayaguas se apoyan también en discordancia sobre rocas sedimentarias neotriásicas. Generalmente están cubiertas, discordancia mediante, por sedimentitas continentales atribuidas al Terciario y conocidas como Formación San Roque (Flores, 1969), en tanto que en otros sectores quedan sepultadas por la cubierta de loess cuaternario. En las sierras de Las Quijadas, de Guayaguas y en la cerrillada de Las Cabras y en Cantantal, la sucesión cretácica incluye intercalaciones de basaltos alcalinos. Flores (1969) estableció la primera columna estratigráfica formal para las sedimentitas cretácicas, constituida por las Formaciones Los Riscos, El Jume, La Cantera, El Toscal y La Cruz, ésta última asociada a efusiones basálticas. Por encima, y en relación de discordancia, aflora la Formación Lagarcito. Flores y Criado (1972) realizaron una síntesis sobre el modelo sedimentario de la cuenca de San Luis y agrupan a las unidades mesozoicas previamente estudiadas por Flores (1969) bajo la denominación de Grupo del Gigante. Respecto de las manifestaciones volcánicas, en los trabajos de Díaz (1947) y Flores (1969) se avanzó en el establecimiento de la relación estratigráfica de los cuerpos con la Formación La Cruz. Los trabajos de González (1971), Gordillo (1972), González y Toselli (1973), Yrigoyen

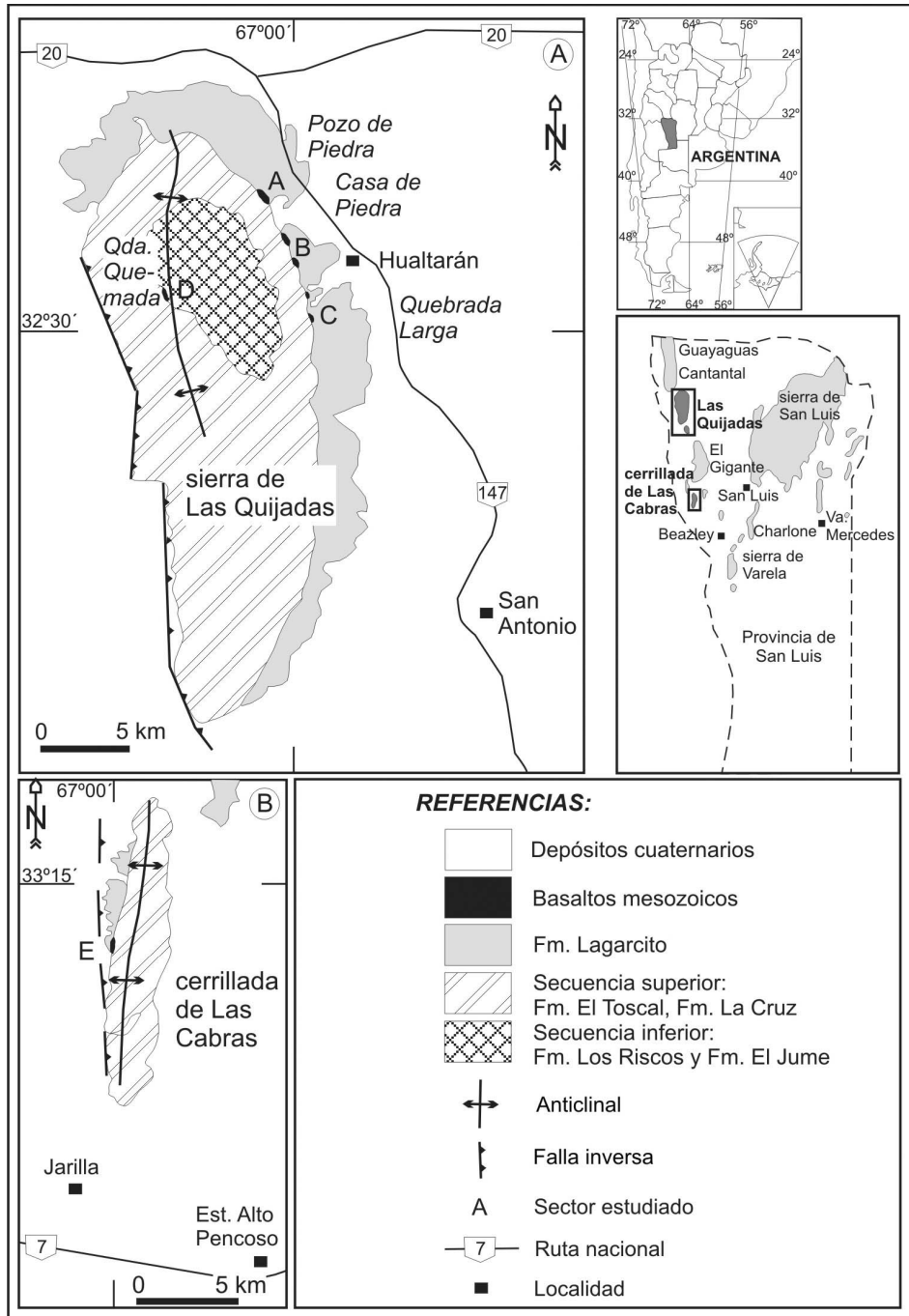


Figura 1. Mapas geológicos A) de la sierra de Las Quijadas, B) de la cerrillada de Las Cabras, serranías occidentales de la sierra de San Luis.

(1975) y Llambías y Brogioni (1981) fueron los primeros en caracterizar preliminarmente los basaltos en cuanto a su petrografía y geoquímica.

Geología local

COLADAS EN LA SIERRA DE LAS QUIJADAS. En la sierra de Las Quijadas existen distintos tipos de manifestaciones volcánicas, representadas por coladas y diques. Las coladas fueron descritas exclusivamente en el sector nororiental del anticlinal (Costa *et al.*, 2001), en donde predomina este tipo de manifestación y se caracterizan por constituir un paisaje de suaves lomadas. Los diques fueron menos estudiados por su difícil acceso (*Figura 1A*).

Las coladas basálticas constituyen el tipo de manifestación predominante en el área y de norte a sur los afloramientos se encuentran en el Pozo de Piedra, Casas de Piedra y en las quebradas Hualtarán y Larga. En la quebrada Hualtarán afloran las coladas basálticas que se ubican a la vera del camino de acceso al Potrero de la Aguada a unos 3800 m desde la localidad de Hualtarán. Este afloramiento tiene unos 5 m de potencia y está compuesto por un basalto color grisáceo oscuro, de textura afanítica con abundantes vesículas elongadas rellenas con calcita e importante meteorización (*Figura 2A*). Estratigráficamente se ubica en el techo de la Formación La Cruz y es cubierto por el único banco psefítico asignable a la Formación Lagarcito.

En Casa de Piedra los asomos son más extensos y llegan a tener más de 8 metros de espesor. Las características de base y techo son difícilmente observables debido a la presencia de derrubio. En este sector también se detectaron pequeños diques de basalto de hasta 50 cm de espesor.

En el perfil Quebrada Larga - Puesto Agüero (Flores, 1969), ubicado al sur de la Quebrada de Hualtarán, aflora una colada basáltica de aproximadamente 2 metros de potencia, que difiere en la posición estratigráfica ya que aquí se aloja en relación concordante dentro de bancos de conglomerados de la Formación La Cruz (*Figura 2B*). La presencia de numerosos clastos de basalto en el paquete psefítico suprayacente a la colada, permiten descartar la hipótesis que dicho cuerpo volcánico pudiera tratarse de un filón capa.

El afloramiento de Pozo de Piedra constituye el mejor asomo de volcanitas en el área estudiada. Allí los basaltos son el constituyente principal de una serie de lomadas de baja expresión topográfica y que cubren un área de aproximadamente 3 km². La potencia del cuerpo volcánico se estima superior a los 10 m, con una posición estratigráfica similar a la de Hualtarán. En la base del cuerpo volcánico aflora una brecha basáltica, tal como fuera citada por Flores (1969). Esta brecha tiene 1 m de potencia y está constituida mayormente por clastos de basaltos de composición monomítica muy angulosos, con abundante relleno de carbonato de calcio (*Figuras 2C y D*) y que sobre ella se asientan varias coladas más. Según González y Toselli (1973), la manifestación térmica de la roca efusiva se apreciaría sólo como una gradación provocando un aumento en la induración y tonalidad más oscura de los sedimentos infrayacentes, particularmente en aquellos lugares donde el conglomerado ofrece intercalaciones de areniscas.

DIQUES EN LA SIERRA DE LAS QUIJADAS. Se reconocieron dos afloramientos basálticos que corresponden a manifestaciones volcánicas en forma de diques. Uno de éstos se ubica en la Quebrada Quemada localizada en el flanco occidental de la sierra de Las Quijadas. Se trata de un dique de composición basáltica que corta en forma perpendicular los planos de estratificación de las sedimentitas de la Formación El Jume. El dique se dispone de manera

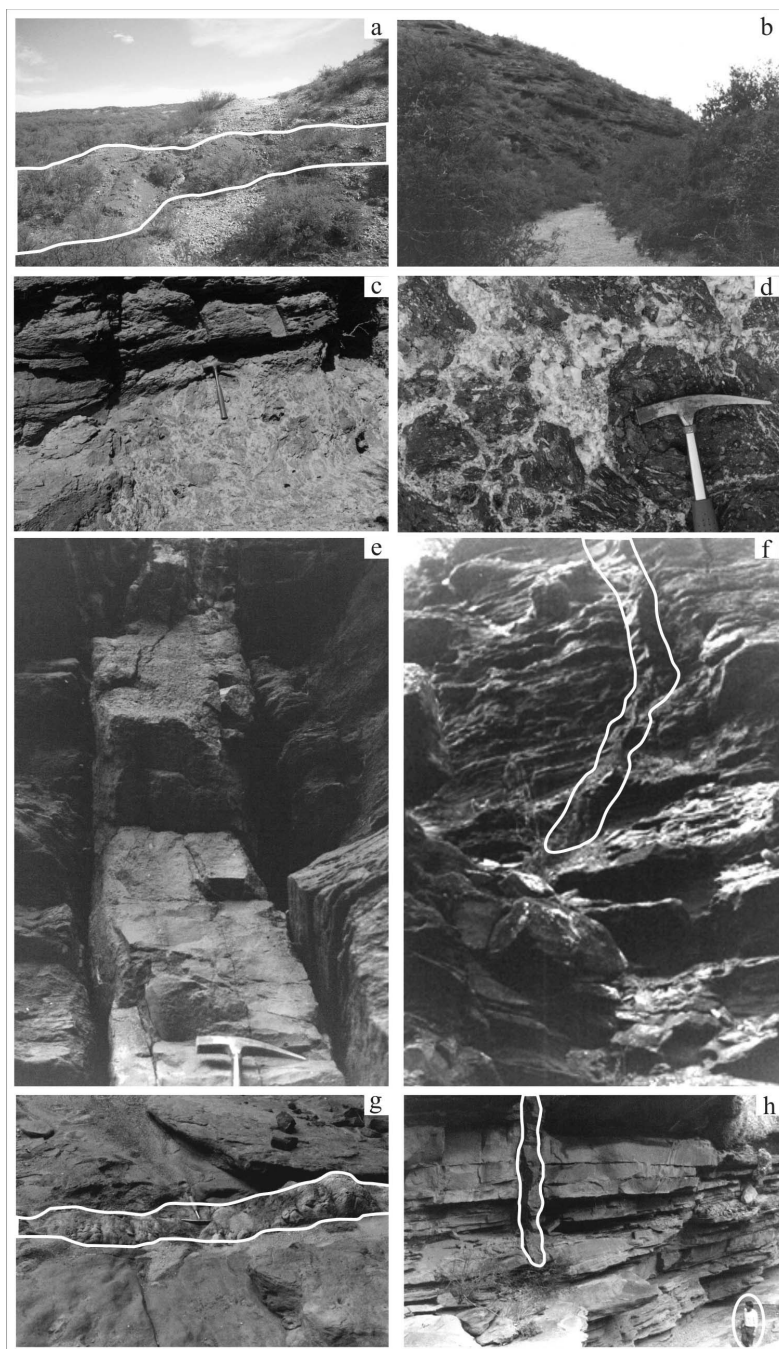


Figura 2. Coladas y diques basálticos de la sierra de Las Quijadas, A) basalto de la quebrada de Hualtarán, B) basalto de la quebrada Larga-puesto Agüero, C) detalle del contacto entre la brecha y la colada basáltica en Pozo de Piedra, D) detalle de la brecha basáltica, E-F-G-H) diferentes aspectos de los diques basálticos de la sierra de Las Quijadas, tanto del tipo concordante como discordante con respecto a la estratificación.

vertical y tiene una longitud superior a los 50 m y un ancho de 50 cm y se alinea en la dirección E-O. Otros diques se encontraron cerca a los afloramientos de Casa de Piedra, en el flanco NE del anticlinal en donde las coladas son abundantes. Se trata de dos diques de composición basáltica, con longitudes de unos pocos metros y con un ancho de 40 cm. El afloramiento es muy reducido y las rocas se presentan con fuerte meteorización y cubiertas en parte por relleno moderno (*Figuras 2E, F, G y H*).

COLADAS EN LA CERRILLADA DE LAS CABRAS. En la cerrillada de Las Cabras a 500 m al SE del puesto El Llanero, aflora un cuerpo volcánico de composición basáltica en el techo de la Formación La Cruz y en contacto con la suprayacente Formación Lagarcito (*Figura 1B*). Se infiere que su potencia alcanza algunas decenas de metros, sobre la base de contactos basales y cuspidales difusos (Costa *et al.*, 2001). Esta litología apoya en aparente concordancia sobre areniscas gruesas, bien seleccionadas, compuestas predominantemente por fragmentos líticos subredondeados de composición basáltica monomítica (*Figura 3A*). El depósito volcánico aparece por lo general bastante alterado y presenta una tonalidad gris clara a gris oscura, abundante pasta vítrea y textura afánítica. Los sectores con mayor alteración muestran un aspecto brechoso, con pasta vítrea muy alterada y abundante cemento carbonático. Se han reconocido también por sectores algunos constituyentes de esta brecha con morfologías que recuerdan a bombas volcánicas (*Figura 3B*) asociadas probablemente a erupciones de centros volcánicos del tipo monogenéticos.

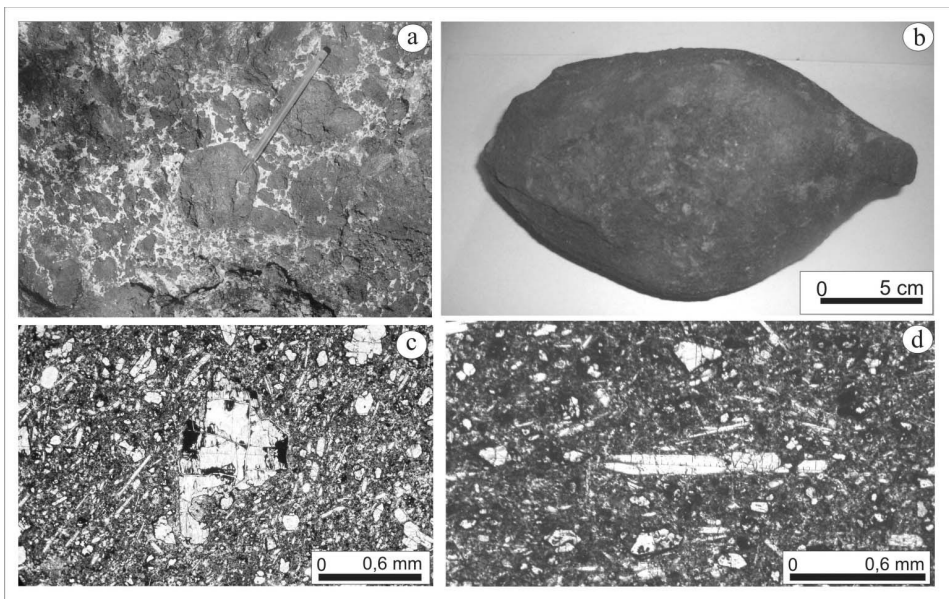


Figura 3. Depósito basáltico de la cerrillada de Las Cabras, A) aspecto general del afloramiento, B) constituyentes de la brecha basáltica con morfologías que recuerdan a bombas volcánicas, C) fenocristal de olivino euhedral fracturado y alterado, sin analizador D) cristal euhedral prismático de piroxeno en pasta de microlitos de plagioclasa, sin analizador.

Análisis petrográfico

COLADAS DE LA SIERRA DE LAS QUIJADAS. La roca al microscopio presenta textura porfírica con fenocristales de olivino y plagioclasa orientados indicando fluidalidad, con una relación pasta/fenocristales de 80/20 (*Tabla 1*). Los cristales de olivino son euhedrales, presentan un reborde de minerales opacos y otros cristales se encuentran totalmente reemplazados a minerales secundarios como ser óxidos de hierro, cloritas y serpentinas que penetran por las fracturas (*Figura 4A*). El anfíbol euhedral presenta pleocroismo de incoloro a pardo anaranjado, con bajos ángulos de extinción (*Figura 4B*). El clinopiroxeno varía de incoloro a verdoso, constituye prismas cortos y aparece asociado con la plagioclasa de la pasta (*Figuras 4C*). La plagioclasa presenta zonación, maclas polisintéticas y hábito euhedral. La apatita es también euhedral, con hábitos desde prismático a acicular y se presenta asociada a los minerales opacos idiomorfos. Se reconocen amígdalas subredondeadas rellena con carbonatos, serpentina y minerales opacos euhedrales (*Figura 4D*). La pasta está constituida por plagioclasas, apatitas, anfíbol, clinopiroxeno y minerales opacos. El conjunto de lavas se clasifican como basaltos en el diagrama QAPF de Streckeisen (1973).

| Componentes | M. principales | | | | M. accesorios | | M. secundarios | | | | P/F | |
|--------------------------------|----------------|---------|---------------|---------|---------------|------------------|------------------|------------|----------|------------|-------|---------------|
| | plagioclasa | olivino | clinopiroxeno | anfíbol | apatita | minerales opacos | óxidos de hierro | serpentina | cloritas | carbonatos | pasta | fenocristales |
| Unidades | | | | | | | | | | | | |
| Coladas Sierra de Las Quijadas | 30 | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 | * | * | * | * | 80 | 20 |
| Diques Sierra de Las Quijadas | 20 | 25 | 20 | | 10 | 25 | * | * | * | * | 90 | 10 |
| Cerrillada de Las Cabras | 30 | 30 | 30 | | | 10 | * | * | * | * | 80 | 20 |

Tabla 1. Valores modales para las rocas basálticas de la sierra de Las Quijadas y cerrillada de Las Cabras, donde las diferentes proporciones de minerales fueron efectuadas utilizando comparadores visuales.

DIQUES DE LA SIERRA DE LAS QUIJADAS. La roca presenta textura porfírica con fenocristales de olivino, con una relación pasta/fenocristales de 80/20 (*Tabla 1*). Los cristales de olivino se reconocen por su hábito, ya que se encuentran reemplazados pseudomórficamente a carbonatos y cloritas con un reborde de minerales opacos (*Figura 4E*). La plagioclasa es euhedral, con macla polisintética y se presentan orientadas al azar. El anfíbol es euhedral, presenta marcado pleocroismo de incoloro a pardo anaranjado y su hábito corresponde a prismas delgados (*Figura 4F*). Se reconocen agujas de apatita. Los minerales opacos son pequeños y delgados como agujas. Se observan amígdalas subredondeadas rellena con carbonatos y serpentina. La pasta está constituida por plagioclasa, anfíbol, apatita y minerales opacos. El conjunto de diques se clasifican como basaltos en el diagrama QAPF de Streckeisen (1973).

LAVAS DE LA CERRILLADA DE LAS CABRAS. La roca presenta textura porfírica con fenocristales de olivino en pasta con piroxenos y plagioclasa orientados en textura pilotáxica fluidal, con una relación pasta/fenocristales de 90/10 (*Tabla 1*). El olivino es euhedral y presenta un reborde de minerales opacos (*Figura 3C*). Se presenta muy fracturado y con un

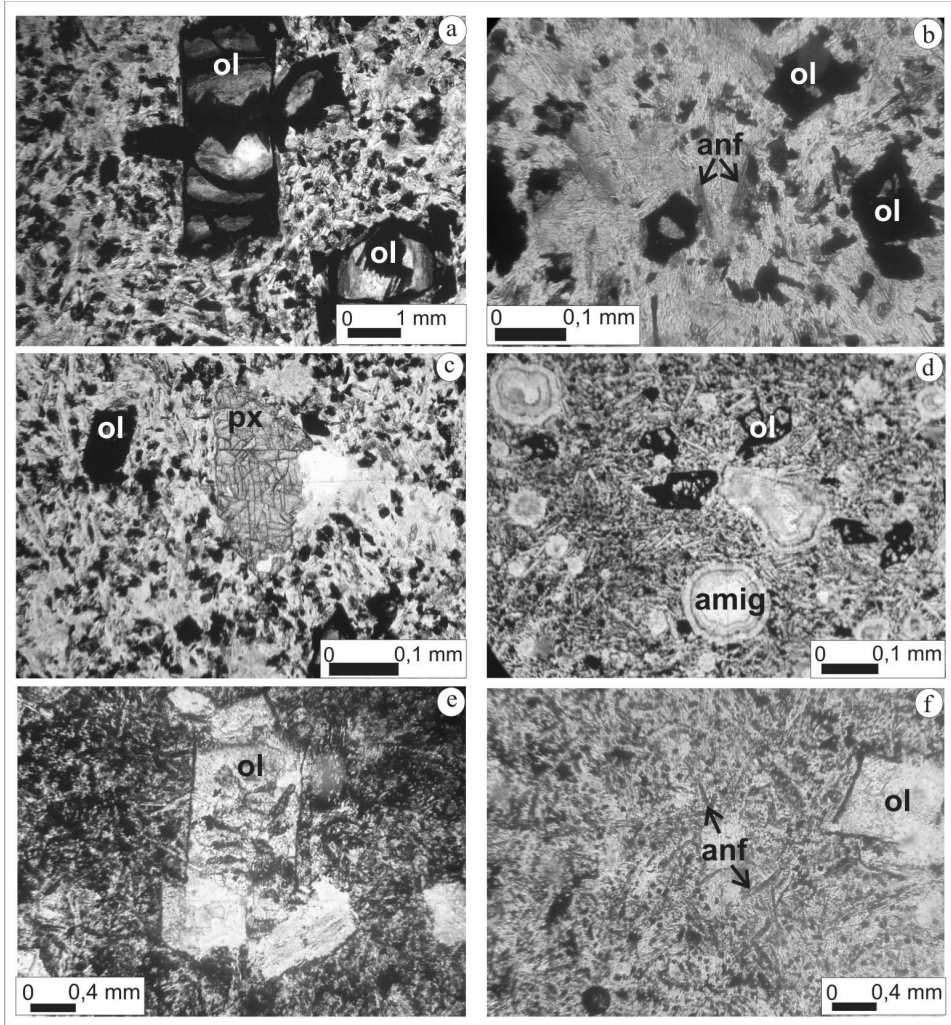


Figura 4. Microfotografías de las coladas basálticas de la sierra de Las Quijadas, todas sin analizador A) fenocristales de olivino euhedral casi totalmente reemplazado por minerales opacos en pasta de microlitos de plagioclasa y minerales opacos, B) delgados prismas de anfíbol coloreado junto a cristales de olivino alterado, C) sección basal de piroxeno en pasta de plagioclasa y minerales opacos, D) amígdalas subredondeadas rellenas con clorita y serpentina secundarias. Microfotografías de los diques basálticos de la sierra de Las Quijadas todas sin analizador, E) fenocristales euhedral de olivino reemplazados pseudomórficamente por minerales opacos junto a cristales de plagioclasa en la pasta y abundantes minerales opacos euhedrales, F) delgados prismas de anfíbol coloreado sin orientación asociado a cristales de olivino pseudomórficamente reemplazados.

importante reemplazo a óxidos de hierro y serpentina por dichas fracturas. El clinopiroxeno es euhedral, incoloro, con maclas de dos individuos y se presenta en prismas delgados (Figura 3D). Se reconocen amígdalas subredondeadas rellenas con carbonatos. La pasta está integrada por microlitos de plagioclasa, clinopiroxeno y minerales opacos muy pequeños. El conjunto de diques se clasifican como basaltos en el diagrama QAPF de Streckeisen (1973).

Consideraciones geoquímicas

Se realizaron de manera preliminar dos análisis geoquímicos de las coladas basálticas de la sierra de Las Quijadas y de la cerrillada de Las Cabras, que fueron analizadas en *ACTLABS* (*Activation Laboratories LTD*), Canadá por fluorescencia de Rayos X y por ICP/MS (*inductively coupled plasma-mass spectrometry*) (Tabla 2). Se utilizaron con fines comparativos los datos aportados por Kay y Ramos (1996) y Lagorio (2008) para los basaltos de la sierra Chica de Córdoba (Los Cóndores, Los Molinos, Almafuerte, Pungo), por Lucassen *et al.* (2007) para los basaltos de la localidad de Potrerillos, del cerro La Leoncita, localidad de Chaján y Los

| Mayor (%) | Quijadas | Cabras | | Quijadas | Cabras |
|--------------------------------|----------|--------|-------------------|----------|--------|
| SiO ₂ | 52,45 | 44,02 | Pb | 75 | 181 |
| Al ₂ O ₃ | 15,13 | 9,59 | Bi | 0,2 | 0,2 |
| TiO ₂ | 2,44 | 2,42 | Ga | 22 | 19 |
| Fe ₂ O ₃ | 9,53 | 11,65 | Ge | 2 | 2 |
| MnO | 0,11 | 0,21 | As | 5 | 5 |
| MgO | 5,15 | 11,69 | Mo | 1,6 | 2,5 |
| CaO | 4,44 | 9,5 | Ag | 0,5 | 0,5 |
| Na ₂ O | 4,3 | 3,2 | In | 0,2 | 0,2 |
| K ₂ O | 3,34 | 0,44 | Sn | 19 | 70 |
| P ₂ O ₅ | 0,3 | 0,63 | Sb | 0,3 | 0,5 |
| LOI | 3,73 | 7,37 | Be | 2 | 3 |
| Total | 100,92 | 100,72 | REE (ppm) | | |
| Trazas (ppm) | | | La | 37 | 64 |
| Ba | 1211 | 931 | Ce | 73 | 121 |
| Cs | 0,5 | 5,8 | Pr | 8,57 | 13,2 |
| Sr | 1122 | 857 | Nd | 35 | 51 |
| Rb | 46 | 41 | Sm | 6,6 | 9,6 |
| Cr | 128 | 702 | Eu | 2,38 | 2,99 |
| Sc | 12 | 20 | Gd | 5,6 | 8 |
| Ni | 109 | 452 | Tb | 0,7 | 1 |
| Co | 28 | 60 | Dy | 3,3 | 4,6 |
| V | 102 | 211 | Ho | 0,6 | 0,7 |
| Cu | 28 | 93 | Er | 1,4 | 2 |
| Zn | 119 | 226 | Tm | 0,17 | 0,22 |
| Ta | 2,18 | 4,43 | Yb | 1 | 1,3 |
| U | 0,7 | 1 | Lu | 0,15 | 0,2 |
| Th | 2,3 | 7,4 | Relaciones | | |
| Hf | 7 | 6,8 | Ba/La | 32,7 | 14,5 |
| Y | 16 | 21 | La/Sm | 5,6 | 6,66 |
| Zr | 277 | 261 | La/Yb | 37 | 49,23 |
| Nb | 40 | 77 | Sm/Yb | 6,6 | 7,38 |
| W | 0,5 | 0,7 | Ba/Ta | 555,5 | 210,15 |
| Tl | 0,1 | 0,1 | La/Ta | 16,9 | 14,44 |

Tabla 2. Análisis químicos correspondientes a los basaltos de la sierra de Las Quijadas y cerrillada de Las Cabras.

Cóndores, provincia de Córdoba y por Galliski *et al.* (2004) para el cerro de La Madera en la provincia de Córdoba.

Algunos de los diagramas y cálculos aquí presentados fueron realizados mediante la utilización de los programas petrológicos GCDkit de Janoušek *et al.* (2006) y Petrograph de Petrelli *et al.* (2005).

En el diagrama álcalis totales *vs.* sílice de Le Bas *et al.* (1986) (Figura 5A) los basaltos se alojan dentro del campo alcalino. La muestra de Las Cabras se ubica en el campo de las traquiandesitas basálticas y la de Las Quijadas lo hace dentro del campo de los basaltos. Las demás rocas usadas como base comparativa se alojan predominantemente en los campos de basalto, traquiandesita basáltica y traquiandesita.

A partir de la relación Ga/Al *vs.* SiO₂ (Figura 5B) los basaltos de Las Cabras, junto a los de Pungo y Molinos presentan altas relaciones indicando mayor alcalinidad con respecto a los de Los Cóndores, Almafuerte y Las Quijadas. La tendencia alcalina también se refleja en las altas cantidades de TiO₂ además del Ce como se ilustra en la Figura 5C, mostrando

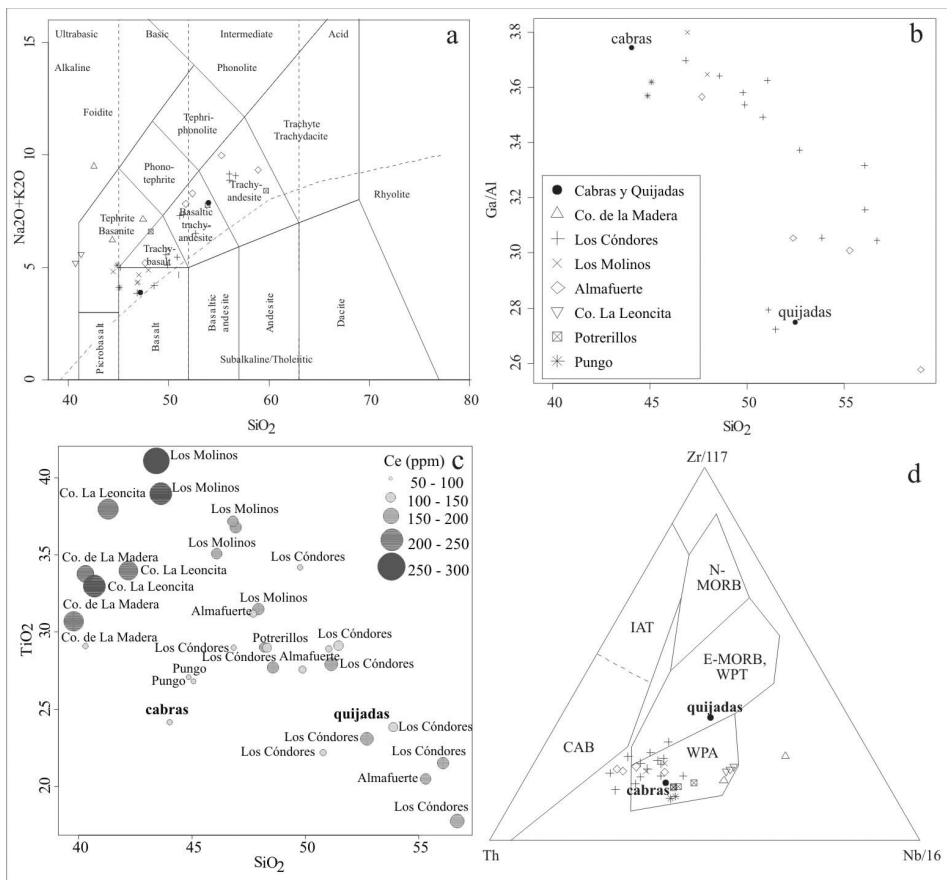


Figura 5. A) diagrama TAS (Na₂O + K₂O) *vs.* SiO₂ de Le Bas *et al.* (1986), B) diagrama Ga/Al *vs.* SiO₂, C) diagrama TiO₂ *vs.* SiO₂, donde también se ilustra la proporción de Ce para cada muestra, D) diagrama Th-Zr/117-Nb/16 (Wood, 1980).

las más altas proporciones el basalto del cerro de La Madera, cerro La Leoncita y Molinos. Analizando los triángulos Th-Zr/117-Nb/16 de Wood (1980) los basaltos estudiados se ubican en el campo de intraplaca, salvo la muestra correspondiente al basalto de Las Quijadas que presenta una cierta afinidad con el E-MORB (Figura 5D).

En la Figura 6 se muestran los diagramas de elementos de Tierras Raras normalizadas de acuerdo al condrito de Nakamura (1974) para los basaltos de la cerrillada de Las Cabras, de la sierra de Las Quijadas, de Potrerillos (provincia de San Luis) y del cerro La Leoncita (Chaján), cerro de La Madera, Pungo, Los Molinos, Los Cóndores y Almafuerite (provincia de Córdoba). Puede verse en todos los casos un diseño empinado para la totalidad de las tierras raras analizadas. Cuando se comparan en detalle los diseños entre sí, puede observarse que en general son similares, presentando una mejor coincidencia los basaltos aquí estudiados con las basanitas aflorantes en Pungo de la sierra chica de Córdoba, pudiendo determinarse

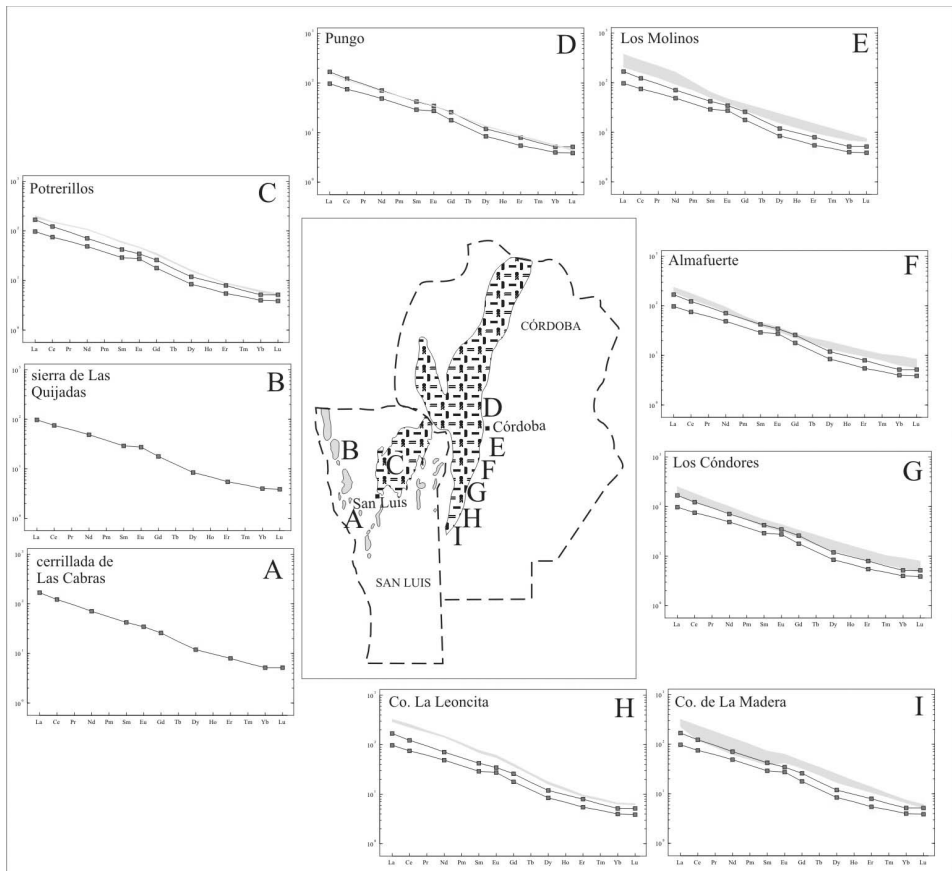


Figura 6. Diagramas normalizados de Tierras Raras de acuerdo al condrito de Nakamura (1974) para los basaltos de la sierra de San Luis: sierra de Las Quijadas, cerrillada de Las Cabras, Potrerillos, y de la sierra Chica de Córdoba: cerro La Leoncita, cerro de La Madera, Los Cóndores, Almafuerite, Los Molinos y Pungo. En gris se ilustra el diseño del área que engloba el total de las muestras comparadas para cada región, en relación con el diseño de los basaltos aquí estudiados.

de manera preliminar un origen en común para los basaltos mesozoicos estudiados con los de la sierra Chica de Córdoba.

Conclusiones

Los basaltos estudiados, tanto los de la sierra de Las Quijadas como los de la cerrillada de Las Cabras corresponden a lavas, diques y brechas volcánicas compuestos por olivino, clinopiroxeno, anfíbol en pasta de plagioclasa, minerales opacos y apatitas, con impronta alcalina en cuanto a su química. Los valores de Ga/Al, TiO₂ y Ce corroboran su carácter alcalino y su generación se vincula a un ambiente extensional de intraplaca. El diseño de anomalías de elementos de tierras raras normalizados es similar con los basaltos aflorantes en Pungo, sierra chica de Córdoba, lo cual sugiere una relación genética afín entre ambos. Cabe destacar que la apertura de la cuenca que aloja a las efusiones basálticas podría haber sido mayor en el sector norte, ya que allí se sitúa el mayor paquete sedimentario y los basaltos presentarían una mayor afinidad con E-MORB. Los basaltos mesozoicos de la provincia de San Luis serían parte de un evento magmático mayor, vinculado a un régimen extensional desarrollado en el Cretácico como consecuencia de la apertura del océano Atlántico.

Agradecimientos

Se agradecen las correcciones realizadas tanto por el Dr. Pablo Caffè como por el editor de la revista, las cuales han mejorado el presente trabajo.

Bibliografía

- Costa, C.H., Gardini, C.E., Chiesa, J.O., Ortiz Suárez, A.E., Ojeda, G.E., Rivarola, D.L., Tognelli, G.C., Strasser, E.N., Carugno Durán, A.O., Morla, P.N., Guerstein, P.G., Sales D.A. y Vinciguerra, H.M. 2001. Hoja Geológica 3366-III, San Luis. Provincias de San Luis y Mendoza. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires, Boletín 293, 67 pp.
- Díaz, H., 1947. [Geología de la región entre Marayes y Sierra de Las Quijadas. Informe interno YPF. Buenos Aires. Inédito].
- Flores, M. 1969. El Bolsón de Las Salinas en la Provincia de San Luis. IV Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 1: 311-327.
- Flores, M. y Criado Roque, P. 1972. Cuenca de San Luis. I Simposio de Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba. 567-580.
- Galliski, M.A., Lira, R. y Dorais, M.J. 2004. Low-pressure differentiation of melaneophelinitic magma and the origin of ijolite pegmatites at La Madera, Córdoba, Argentina. *The Canadian Mineralogist*, 42: 1799-1823.
- Gordillo, C. 1972. Petrografía y composición química de los basaltos de la sierra de Las Quijadas (San Luis) su relación con los basaltos Cretácicos de Córdoba. *Boletín Asociación Geológica Córdoba*, 1: 127-129.
- González, R., 1971. Edades radimétricas de algunos cuerpos eruptivos de Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 26: 411-412
- González, R. y Toselli, A. 1973. Las rocas efusivas básicas de la Sierra de Las Quijadas al oeste de Hualtarán, Provincia de San Luis. *Acta Geológica Lilloana*, 12: 89-104.
- Janoušek, V., Farrow, C.M. y Erban, V. 2006. Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). *Journal of Petrology*, 47: 1255-1259.
- Kay, S. y Ramos, V.A. 1996. El magmatismo cretácico de las sierras de Córdoba y sus implicancias Tectónicas. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 3: 453-646.
- Lagorio, S. 2008. Early Cretaceous alkaline volcanism of the Sierra Chica de Córdoba (Argentina): Mineralogy, geochemistry and petrogenesis. *Journal of South American Earth Sciences*, 26: 152-171.
- Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A., y Zanettin, B. 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology*, 27: 745-750.

- Luccasen, F., Franz, G., Romer, R. L., Schultz, F., Dulski, P. y Wemmeret, K. 2007. Pre-Cenozoic intra-plate magmatism along the Central Andes (17–34°S): Composition of the mantle at an active margin. *Lithos*, 99: 312-338.
- Llambías, E. y Brogioni, N. 1981. Magmatismo Mesozoico y Cenozoico. En: M. Yrigoyen (Ed.), *Geología y Recursos Naturales de la provincia de San Luis. Relatorio VIII Congreso Geológico Argentino*, 101-115.
- Nakamura, N. 1974. Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 38: 757-775.
- Petrelli M., Poli G., Perugini D. y Peccerillo A. 2005. Petrograph: a New Software to Visualize, Model, and Present Geochemical Data in Igneous Petrology. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 6: Q07011, doi: 10.1029/2005GC000932.
- Streckeisen, A.L., 1973. Classification and nomenclature of igneous rocks. Recommendations of the International Union of Geological Science Subcommission on the Systematic of Igneous Rocks. *Geologische Rundschau*, 63: 773-786.
- Wood, D.A. 1980. The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crust contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. *Earth and Planetary Science Letters*, 50: 11-30.
- Yrigoyen, M., 1975. La edad Cretácica del Grupo Gigante (San Luis), su relación con cuencas circunvecinas. 1° Congreso Geológico Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas 2: 9-56.

Recibido: 14 de octubre de 2011
Aceptado: 30 de noviembre de 2011

