

ESTUDIO GEOCRONOLÓGICO
DE LOS BASALTOS DE NOGOYA (PROV. DE ENTRE RÍOS)
Y SU RELACION CON LAS ROCAS EFUSIVAS
DEL SUR DE BRASIL Y URUGUAY

Por CESAR R. CORTELEZZI¹ y HORACIO CAZENEUVE²

RESUMEN

After a review of the bibliography on the age of basalts in the Paraná Basin of Argentina, Uruguay and Brazil and a petrographical description of samples from the drilling-cores at Nogoya, Entre Ríos Province, Argentina, the age of the basalts has been determined by the K-A method. Datings suggest two types of vulcanism: one upper Jurassic in age, and other lower Cretaceous. The Jurassic vulcanism corresponds with quartz-dabase sills. These datings are compared with the ones from Brazilian rocks.

INTRODUCCION

El problema de la edad de las coladas basálticas de la llamada cuenca del Paraná, preocupó desde comienzos de siglo no sólo a los geólogos argentinos, sino también a los uruguayos y brasileños, ya que es en el territorio de sus respectivas naciones donde alcanzan mayor desarrollo areal y espesores de tal consideración, que las ubican, sin lugar a dudas, entre las mayores del mundo.

Las opiniones sobre su edad difieren de tal forma que se las ha ubicado desde el Gondwana hasta el Paleoterciario; pero el criterio más generalizado ha sido el de asignarles una antigüedad que se corresponde con el límite entre el Triásico superior y el Jurásico inferior.

Keidel (1925), las señala como mantos de rocas básicas concordantes con las areniscas triásicas de la serie de São Bentos o Butucatu o

¹ Profesor adjunto de Petrografía I y Mineralogía.

² Investigador de CEFAR.

Maracajú. Este concepto es mantenido por casi todos los geólogos argentinos en sus trabajos publicados hasta la fecha: Groeber-Stipaniceic (1953); Stipaniceic (1957); De Alba-Serra (1959); Padula-Minigramm (1963). Solamente Frenguelli (1927), atribuye a los basaltos una edad más reciente, ubicándolos por su posición, como filones capas dentro del Paleoterciario.

Los geólogos brasileños han seguido en general, el mismo criterio de ubicarlos en el Triásico superior, de acuerdo al esquema de White (1908) para la zona de Santa Catalina, Brasil. Este autor denomina Serie de São Bentos, al grupo de rocas que constituyen las capas de Rio Rasto, con restos de reptiles; Areniscas de São Bentos y rocas eruptivas de Serra Geral, incluyendo todo en el Triásico.

Mackenzie Gordon (1947), al estudiar las rocas de Santa Catalina y Rio Grande do Sul, establece discordancias entre la Formación Santa María; areniscas de Botucatu y entre estas últimas y los basaltos de Serra Geral. Atribuyéndole edad jurásica a la mayor parte de las coladas basálticas.

Mack (1947), estudia los sedimentos de Brasil meridional, Estado de Paraná y Santa Catalina; estableciendo el siguiente esquema estratigráfico, similar al de M. Gordon.

Jurásico-Liásico		Areniscas de Caigua
		~~~~discordancia~~~~
Jurásico-Liásico ?		Lavas de Serra Geral
		~~~~discordancia~~~~
Triásico-Rético ?	Serie	Grupo de Botucatu
	de	Areniscas de Botucatu
	Sao	Faces de Paramboia
	Bentos	~~~~discordancia~~~~
Triásico-Keuper inf.		Formación Santa María
Cárnico sup.		(sólo en Rio Grande do Sul)

F. M. de Almeida, al ocuparse del estado actual del Gondwana en Brasil (1952), establece la siguiente sucesión estratigráfica:

Serie de São Bentos. Areniscas rojas, eólicas, asociadas a lavas basálticas; solamente en el estado de Rio Grande do Sul aparecen en la base capas de la Formación Santa María, constituidas por areniscas y arcillas con abundantes restos de fósiles vegetales y reptiles. Estos fueron estudiados por von Huene, quien les atribuyó una edad triásica.

Areniscas de Botucatu. Areniscas rojas, correspondientes a dunas de desiertos. Se homologan a las rocas del norte de Argentina, tienen carácter trasgresivo sobre la Formación Santa María. Los únicos restos orgánicos encontrados, son tubos de vermes y la caparazón de un reptil mal identificado (sic.).

Lavas eruptivas, rocas basálticas asociadas a las areniscas de Botucatu.

La edad de la serie de São Bentos, según este autor, no se conoce todavía con exactitud y por comparación con la serie porfirítica argentina y las lavas, mal fechadas, de Drakensberg (Africa del Sur) se la supone Rético o Liásico.

Guimarães (1964), atribuye al Rético los derrames basálticos, pero deja aclarado que en Brasil, los mismos se continúan hasta el Cretácico.

Walther (1919), incluye en Uruguay, a los basaltos de Sierra Geral dentro de la Formación de Gondwana, homologándola con la Formación Santa Catalina de White.

Goñi y Caorsi (1958), ubican las areniscas de Tacuarembó en el Triásico superior e intercaladas las lavas de Arapey, que serían las equivalentes de las rocas efusivas de Sierra Geral para Uruguay. Para estos autores la edad de las coladas se sitúa entre el Triásico superior y Jurásico (Rético-Liásico). Hacen notar al mismo tiempo que en profundidad las efusiones están asociadas con verdaderos filones capas, alternando con areniscas de Tacuarembó.

De la revisión bibliográfica precedente se desprende, que los argumentos para ubicar los basaltos de la cuenca del Paraná dentro del Triásico superior, no están avalados por documentos fósiles definitivos. Se parte en general, del esquema de White y de la ubicación de la Formación Santa María con fósiles triásicos; pero la generalización que se ha hecho a otras formaciones nos resulta incorrecta, especialmente si se tiene en cuenta que la citada formación Santa María está limitada a Rio Grande do Sul. Además la ya señalada discordancia entre esta última y las areniscas de Botucatu, remarcada por todos los autores, como así también la falta de fósiles triásicos en éstas indican la inseguridad de su posición estratigráfica.

La falta de seguridad respecto a la edad de las coladas basálticas nos indujo a estudiar en detalle su petrología, Cortelezzi-Gómez (1965), aprovechando los testigos de la perforación que Yacimientos Petrolíferos Fiscales realizó en Nogoyá, provincia de Entre Ríos,

R. Argentina y al mismo tiempo establecer su cronología mediante métodos de edad absoluta.

Los basaltos en la perforación estudiada comienzan a 748 m de profundidad y se extienden hasta los 2.054 m, intercalándose con capas de diferentes espesores de areniscas de color rojizo. Por encima de los 746 m se encuentran sedimentos terciarios.

Las determinaciones de edad absoluta se hicieron eligiendo tres muestras de distintas profundidades, según la siguiente distribución:

Muestra N° 1: Profundidad 748-749 m. Corresponde al techo de la colada.

Muestra N° 2: Profundidad 1.331,80-1.333 m. Corresponde al fondo de la colada.

Muestra N° 3: Profundidad 2.052,70-2.054,10. Corresponde al fondo de la colada.

DESCRIPCION PETROGRAFICA DE LAS MUESTRAS

Las rocas de la perforación estudiada se ubican dentro de los basaltos tholeiticos, no presentan diferencias notables a lo largo de ella en cuanto a su composición mineralógica, estructuras y texturas se refiere. El estudio de los diagramas de variación en base a los análisis químicos recopilados por Cortelezzi-Gómez (1965) indica que las rocas pueden ser ubicadas dentro de la serie de los basaltos mencionados.

En forma suscita la descripción de las rocas puede establecerse de la siguiente manera:

Muestra N° 1.

La roca es compacta, de grano medio a fino; de color rojizo con pequeñas amígdalas o cavidades parcialmente rellenas por calcita y ceolitas. La textura es intergranular con ligera tendencia a porfirica por el desarrollo de algunos cristales de plagioclasas.

Compuesta por: Plagioclasas, los microlitos presentan tamaños variados, el término medio posee un tamaño de $945 \mu \times 210 \mu$, excepcionalmente alcanzan a $1.680 \mu \times 840 \mu$. En general se encuentran frescos; con numerosas grietas rellenas por óxidos de hierro. La composición media es labradorita, 56 % An. Los cristales se hallan macelados, predominando las leyes de albita y albita-carsbald. El piroxeno se encuentra en forma de gránulos pequeños, en algunos casos formando cristales sub-hedrales; el tamaño medio es de $210 \mu \times 105 \mu$.

El ángulo $2V_z$ es de 46° , corresponde a augita. Todos los granos se encuentran frescos, pero en algunos casos están fuertemente teñidos por óxidos de hierro, de color rojizo. El óxido de hierro es abundante en la roca, se presenta como gránulos irregulares de color rojo y finamente distribuido entre los otros minerales. Amígdalas rellenas por penninita, calcita y ceolitas.

Muestra N^o 2.

Roca compacta, densa, de grano fino a medio, sin alvéolos y sin alteración visible de los minerales; textura intergranular similar a la muestra anterior.

Compuesta por: Plagioclasas, los microlitos poseen distintos tamaños, el término medio es de $840 \mu \times 168 \mu$. Excepcionalmente se encuentran cristales mayores de $1.420 \mu \times 504 \mu$. Las superficies son límpidas, poco agrietadas. Las maclas más comunes son de albita y albita-carsbald. La determinación, según el método de la platina universal, corresponde a labradorita, 58 % An.

El piroxeno se halla en proporción casi igual a la de plagioclasa. Pueden considerarse dos generaciones: una de granos pequeños, anhedrales, de $210 \mu \times 105 \mu$, y otra de cristales subhedrales de $630 \mu \times 420 \mu$, dispuestos entre las tablillas de las plagioclasas. El color es verde-amarillo, sin presentar alteraciones. El ángulo $Z:c$ y los índices de refracción permitieron determinar pigeonita 35 % Fe.

Los óxidos de hierro en gránulos y cristales esqueléticos son abundantes. Como minerales secundarios se observan cloritas (penninita) y calcita, relleno de pequeña amígdalas.

Muestra N^o 3.

Roca con estructura fanerítica de grano medio a grueso, compacta. El color es pardo oscuro no observándose alteración de los minerales. La textura es ofítica, compuesta por:

Plagioclasa: las tablillas de plagioclasa se encuentran frescas, con superficies agrietadas, rellenas por cloritas. El tamaño de los cristales, es de $1.151 \mu \times 210 \mu$ como término medio. Las maclas se encuentran bien desarrolladas, especialmente carsbald y albita-ala. La composición media corresponde a Labradorita, 53 % An.

Piroxeno: cristales bien desarrollados de color verde pálido, tamaño medio $735 \mu \times 305 \mu$. Presenta frecuentes maclas pudiendo determinarse su composición que corresponde a pigeonita 35 % Fe. En

general se presentan poco alterados en cloritas y óxidos de hierro.

Oxidos de hierro: son escasos en la muestra y se presentan como cristales sub-hedrales.

La roca presenta en algunos sectores y rellenando cavidades, cloritas y cuarzo secundario. Al mismo tiempo se encuentra cuarzo en la pasta de la roca y finalmente una asociación mirmequítica de cuarzo y feldespato potásico. El contenido de cuarzo en el total de la roca no alcanza a un 5 %.

A pesar de lo expuesto anteriormente, respecto a la poca variación petrográfica en las rocas estudiadas, vemos que la última muestra se aleja de los basaltos tholeiíticos y por su composición mineralógica corresponde a las rocas filonianas asociadas a ellos, o sea a las diabasas cuarcíferas.

DETERMINACION DE EDAD ABSOLUTA

El inconveniente principal de los métodos de datación geocronológica, es la pérdida de isótopos descendientes por difusión espontánea o por migración en períodos de recrystalización (metamorfismo), posteriores a la formación de la roca.

Como esta pérdida no es igual en todos los minerales las edades medidas en minerales distintos de una misma roca dan en general, resultados diferentes.

En cambio la roca entera puede considerarse un sistema cerrado, dentro del cual el sistema radioactivo estudiado no se altera. La ventaja geocronológica de la roca total está en que si después de la formación de la roca ha habido migraciones de los isótopos descendientes, A^{40} o Sr^{87} , la roca total permitirá obtener una edad más exacta.

En la determinación de la edad de las muestras de basaltos adoptamos la técnica de la roca total, en un intento de reducir el efecto de la pérdida de argón radiogénico que ocurre en cada uno de los minerales.

Precisión.

Como hemos visto los minerales más abundantes de los basaltos son las plagioclasas y los piróxenos, caracterizándose estos últimos por el bajo contenido de potasio. Por otra parte, las edades medidas en feldespatos son normalmente menores que las obtenidas con mi-

cas de la misma muestra. Esta es una circunstancia desfavorable ya que los feldespatos contienen la mayor parte del potasio de las rocas basálticas y es por eso fundamental en estas mediciones con roca total. Esta circunstancia planteó el problema de establecer si las determinaciones con roca total son satisfactorias. Erikson y Kulp (1961), comparando resultados realizados y analizando biotitas y rocas basálticas de grano fino de una misma muestra, hallaron que los datos obtenidos eran concordantes. El mismo problema fue tratado en el Laboratorio de Geocronología de la Universidad de San Pablo, Brasil, en un largo estudio sobre los basaltos brasileños; cuyos resultados mostraron que el error analítico en las mediciones de los basaltos era del 3 %. Previa una cuidadosa selección de las muestras y un severo examen de los minerales por medio de cortes delgados.

Deberán descartarse las muestras que presenten alteraciones visibles al microscopio, especialmente las de feldespatos en caolín y sericita.

Para estimar el error analítico se repitieron los análisis de cada muestra de Nogoyá. La dispersión resultante, con respecto al valor medio, se comparó con los valores obtenidos anteriormente en el laboratorio de San Pablo, a través de un año de determinaciones con basaltos brasileños. La similitud en el valor de las desviaciones obtenidas y la reproducibilidad de los resultados, justificó tomar el valor medio de las mediciones efectuadas.

Al evaluar las fuentes de error analítico, se consideraron separadamente cada una de ellas, es decir, se tuvo en cuenta el error que aporta cada etapa de la determinación: tratamiento preliminar de las muestras; tratamiento químico; determinaciones de potasio en el fotómetro de llama y de potasio-argón en el espectrómetro de masa.

El error en la determinación del potasio mediante el fotómetro de llama, repitiendo los análisis de cada muestra, dio una dispersión en todos los casos menor del 1 %. Análogamente las determinaciones en el espectrómetro de masa resultaron reproducibles dentro del 2 %. Ambas aproximaciones concuerdan plenamente con el error analítico obtenido en el laboratorio de San Pablo.

Método experimental

Se empleó un horno de radiofrecuencia para fundir la roca colocada en un crisol. Los gases liberados son conducidos de inmediato a un sistema de purificación, allí se mezclan con cantidades conocidas A³⁸,

usado como trazador isotópico, el cual permitirá la determinación previa de Argón atmosférico y radiogénico.

El análisis isotópico del Argón se efectuó con espectrógrafo de masa de enfoque único, con radio de curvatura de 11 cm diseñado por Reynolds (1956), diseño conveniente para muy pequeñas muestras por su alta sensibilidad.

Otro problema inicial en la fusión de la roca es la necesidad de reducir al máximo la cantidad de argón atmosférico. El calentamiento de la muestra previo a la fusión, parece una solución como puede verse en el cuadro adjunto, en el cual figuran los valores de argón atmosférico. La cantidad residual de este gas no contribuye con error apreciable a la edad calculada, pues puede restarse en los cálculos, sin otra consecuencia.

Todas las muestras fundidas fueron totalmente utilizadas en el espectrógrafo de masa, de modo que no fue necesaria ninguna corrección por discriminación en el sistema de entrada de la muestra al instrumento. Antes de estas mediciones se determinó la corrección por discriminación de masa del aparato, la que fue aplicada en los cálculos.

Las determinaciones de potasio en cada muestra se hicieron en fotómetro de llama.

Los resultados obtenidos figuran en el cuadro siguiente:

Muestra n°	K % en la muestra	A 40 radiog. (moles)	Peso muestra (gr.)	Edad m. a.	A 40 atmosf. en muestra
---------------	----------------------	-------------------------	-----------------------	---------------	-------------------------------

1.....	1,217	46,96.10 ⁻¹¹	1,786	117,4	11,5
2.....	1,36	48,13.10 ⁻¹¹	1,555	123,7	10,4
3.....	0,63	31,21.10 ⁻¹¹	1,969	141,7	19,3

En la segunda columna se aprecia el contenido de potasio relativamente alto, que nos ha permitido mejorar la precisión en la determinación de roca total.

Análogamente, en la última columna se aprecia el bajo porcentaje de argón atmosférico. El alto contenido de argón radiogénico llega en dos de las muestras al 90 % y nos permite aplicarlo como corrección del argón contaminado.

Discusión de los resultados

Los datos obtenidos muestran claramente la existencia diferenciada de dos derrames basálticos de distinta edad, uno de ellos a 120 millones de años y el otro a 141 m.a.; entre ambos hay una diferencia de 21 m.a., cifra que se encuentra suficientemente alejada de la precisión analítica del método y que permite considerar como seguras las cifras expuestas.

Por otra parte las determinaciones realizadas en rocas basálticas de Brasil concuerdan con los datos obtenidos por nosotros. A continuación se consignan los datos de determinaciones realizadas en algunas rocas basálticas del sur y oeste de Brasil, gentilmente cedidos por A. Melfi y U. Cordani de la Universidad de San Pablo, Brasil.

Muestra nº	Localidad y prof.	K % en muestra	A 40 radiogenico 10-6 cc	Edad m. a.
SPK-0310B	TO-1-RS-141m	1,394	32,20	125
SPK-0312D	PU-1-SC-1.991m	0,7875	17,60	121
SPK-0313D	RI-1-RS-1.491m	0,7194	16,40	124
SPK-0315B	CM-1-PR-572m	1,2546	30,20	130
SPK-0328B	LS-1-PR-110m	0,8693	19,43	122
SPK-0367B	TV-1-SC-270m	1,2852	31,69	134
SPK-0369B	DO-1-MT-133m	1,541	36,35	128
SPK-0382D	AL-1-RS-1.907m	0,696	17,39	135
SPK-0013B	IT-1-RS-347m	1,830	47,70	130
SPK-0080B	MR-1-RS-116m	0,529	10,83	112

Significado de las abreviaturas : B, basalto, D, diabasa,

TO : Torres-Rio Grande do Sul

PU : Porto União-Santa Catalina

RI : R. Ijuri-Rio Grande do Sul

CM : Campo do Mourão-Paraná

LS : Laranjal do Sul Paraná

TV : Taquara Verde-Santa Catalina

DO : Dourados-Mato Grosso

AL : Alegrete-Rio Grande do Sul

IT : Itacorubi-Rio Grande do Sul

MR : Marcelino Ramos-Rio Grande do Sul

La diferencia esencial con las determinaciones realizadas sobre rocas brasileñas, reside en que en ningún caso se han consignado variaciones de edad en una misma perforación, como para suponer ciclos efusivos distintos en un mismo lugar. Podrá constatarse en nuestro caso una marcada diferencia de edad entre las rocas de la parte superior y media de la perforación y las de la base.

Posición estratigráfica de las coladas basálticas.

De acuerdo a las evidencias geológicas, los profesionales de Y.P.F. habían supuesto que las rocas de la base de la perforación corresponderían a un filón capa dentro de las areniscas rojas. Resulta claro que ellas no sólo poseen una mayor edad respecto al resto de las rocas, sino también que poseen caracteres petrográficos distintos, los cuales permitirían incluirlas dentro de las diabasas cuarcíferas. La edad de este filón capa corresponde al Jurásico superior (Caloviano).

Es común constatar la presencia de estos cuerpos de edad triásica o jurásica, asociados a basaltos tholeiíticos; el caso del filón capa de Palisade EE. UU. es uno de los ejemplos típicos. Según las determinaciones de edad absoluta realizadas por Erickson y Kulp (1961) sobre las rocas que lo forman, de 193 ma., correspondería al Triásico superior (Rético) en la escala de Tozer (1964).

El filón estudiado por nosotros y asignado al Caloviano correspondería al grupo de rocas semejantes a las de Africa supuestamente jurásicas, ya que no tenemos datos de edad absoluta de ellas.

En Argentina tenemos evidencias de filones de edad semejante al descripto, sin datos de edad absoluta. En el Triásico fosilífero que aparece en la región de Talampaya, vertiente occidental de la sierra de Sañogasta, La Rioja, aparecen filones capas de rocas basálticas intruyendo los términos inferiores de la serie, Dr. Rosendo Pascual (comunic. verbal).

En cuanto al resto de las rocas, correspondientes a coladas de la parte superior y media de la perforación Nogoyá, las mismas son de edad cretácica inferior y deben ubicarse dentro del Auteriviano alto.

Escala geocronológica usada.

Para la ubicación estratigráfica de nuestras rocas hemos usado la escala geocronológica propuesta por M. K. Howarth (1964) para el Jurásico, que implica una modificación de la de Kulp (1961). El

límite superior del mismo no varía, pero sí el límite inferior, ubicándolo en 190-195 m. a. y por lo tanto la extensión completa del período abarca 55 a 60 m. a. La división del mismo se hace de la manera siguiente:

(Cretácico)			(135)	
Superior	Purbechiano	Titoniano Volgiano	132	
	Portlandiano		139	
	Kimeridgiano		sup.	125, 128, 136
			med.	
			inf.	
	Oxfordiano			136
Caloviano		139		
Medio	Bathoniano		163	
	Bayociano		170	
Inferior	Toarciano	}	179-181	
	Pliensbachiano			
	Sinemuriano			
	Hettangiano			
(Triásico)		(190-5)	(194)	

Los límites establecidos para el Cretácico no difieren considerablemente con los ya dados por Kulp, pero sobre la división del mismo es que no concuerdan los distintos especialistas. Casey R. (1964), propone la división en doce pisos reconocidos por criterios paleontológicos y de duración aproximada en igual número de millones de años.

La escala usada para ubicar nuestras rocas es la siguiente:

	Piso	Edad en m. a.
Paleoceno		
Superior	Maestrichtiano	64
	Campaniano	70
	Santoniano	76
	Coniaciano	82
	Turoniano	88
	Cenomaniano	94
		100
Inferior	Albiano	106
	Aptiano	112
	Barreniano	118
	Hauteriviano	124
	Valanginiano	130
	Ryazaniano	136
		136
Volgiano		

CONCLUSIONES

El estudio precedente nos permite obtener las siguientes conclusiones:

1^ª Mediante el fechado por el método de potasio-argón hemos constatado coladas de 120 m. a. y 141,7 m. a., cuya ubicación estratigráfica corresponden al Cretácico inferior y Jurásico superior respectivamente.

2^ª Que a diferencia con los estudios realizados en perforaciones brasileñas, esa diferencia de edad se ha obtenido en la misma perforación y que la diferencia en años, superior

a la admitida como error del método, nos indica dos ciclos volcánicos.

- 3ª Las rocas de la base de la perforación pueden considerarse como diabasas cuarcíferas, asociadas a basaltos tholeiíticos.
- 4ª Tratándose de efusiones lineales, que se han derramado sobre areniscas rojas en marcada discordancia, las rocas sedimentarias por arriba de los 1.333 m, no pueden considerarse de edad triásica.
- 5ª Comparando las edades de las coladas basálticas obtenidas en Brasil y las de la perforación Nogoyá, puede advertirse una gran analogía en la contemporaneidad de los fenómenos volcánicos; en su totalidad dentro del Cretácico.

Agradecimientos.

Este trabajo fue realizado con el auspicio de la Comisión Especial de Física Atómica y Radioisótopos de la U. N. de La Plata y el Centro Latinoamericano de Física (UNESCO). La parte experimental se desarrolló en el laboratorio de Geocronología de la U. de San Pablo, Brasil; agradecemos la valiosa colaboración y asesoramiento de los Dres. John Reynolds, U. Cordani y Koyi Kawshita y al Jefe del Departamento de Geología Prof. Dr. Viktor Leinz, por la generosa hospitalidad brindada en su Instituto de San Pablo.

La Plata, Diciembre 20 de 1965.

BIBLIOGRAFIA

1. CASEY, RAYMOND. 1964. *The Cretaceous Period.* — The Phanerozoic Time-Scale. A Suplem. Quart. Journ. Geol. Soc. London, 203-205.
2. COARSI, J. H., GOÑI, J. C. 1958. *Geología uruguaya.* — Inst. Geol. Urug., Bol. 37, Montevideo.
3. CORTELEZZI, C. R., GÓMEZ, V. 1965. *Los basaltos tholeiíticos de la perforación Nogoyá (Prov. de Entre Ríos).* — An. 2as. Jorn. Geol. Arg., 87-98. Tucumán.
4. DE ALMEIDA, F. F. M. 1952. *Etat actuel des connaissances sur la formation de Gondwana au Brésil.* — Symp. Sér. Gondwana, XIX Cong. Geol. Int., 258, Alger.
5. DE ALBA, E., SERRA, N. 1959. *Aprovechamiento del Río Uruguay en la zona de Salto Grande. Informe sobre las condiciones y características geológicas. Anejo 1 (b).* — Dirección Nac. Geol. Min. Anales, XI, Buenos Aires.
6. ERICKSON, G. P., KULP, J. 1961. *Potassium-Argon measurements on the Palisades Sill, New Jersey.* — Geol. Soc. Amer. Bull., 72, 649-652.

7. FRENGUELLI, J. 1927. *Sobre la posición estratigráfica y la edad de los basaltos del río Uruguay*. — GAEA, II, 403-424. Buenos Aires.
8. GORDON MACKENZIE, JR. 1947. *Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul*. — Dep. Nac. P. Min. Div. Geol. e Min. Notas Prel., 38, R. de Janeiro.
9. GROEBER, P., STIPANICIC, P. 1953. *Triásico*. — Geografía de la Rep. Argentina. II. 1er. Parte. GAEA. Buenos Aires.
10. GUIMARAES, D. 1964. *Geologia do Brasil*. — Dep. Nac. P. Min. Div. Fom. P. Min. Mem. 1, R. de Janeiro.
11. HOWARTH, M. K. 1964. *The Cretaceous Period*. — The Phanerozoic Time Scale... 203-205.
12. KRIDDEL, J. 1925. *Sobre el desarrollo paleogeográfico de las grandes unidades geológicas de la Argentina*. — GAEA, I, 251-312. Buenos Aires.
13. KULP, J. L. 1961. *Geologic Time Scale*. — Science, 133, 1105.
14. LEINZ, V. 1949. *Contribuição á geologia dos derrames basálticos do Sul do Brasil*. — Fac. Fil. Cienc. Letr. Bol. CIII, Geol., n° 5, S. Paulo.
15. MAACK, R. 1947. « *Lycopodiopsis derbyi* » Ranaul, documento de idade paleozoica das camadas Terezina do Brasil Meridional. — Arq. Biol. e Tecu., II, Art. 8, 159.
16. PADULA, E., MINGRAMM, A. 1961. *The fundamental geological pattern of the Chaco-Paraná basin (Argentina) in relation to its oil possibilities*.
17. STIPANICIC, P. 1947. *El sistema triásico en la Argentina*. — XX Cong. Geol. Int., Secc. II, 13-112, México.
18. TERUGGI, M. E. 1955. *Los basaltos tholeiíticos de Misiones*. — Fac. Cs. Nat. Mus. La Plata, Notas Prel., XVIII, 70, 259-278.
19. TOZER, E. 1964. *The Triassic Period*. — The Phanerozoic Time Scale... 207-209.
20. WHITE, I. C. 1908. *Relatorio final da Comm. de Estudos das Minas de Carvão de pedra do Brasil*. I. Geologia.
21. REYNOLDS, J. 1956. *High Sensitivity Mass Spectrometer for Noble Gas.*, Re, Sci. Inst., 27, 928.