

REVISTA

DE LA

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

SUMARIO

E. LINARES, Los métodos geocronológicos y algunas edades de minerales de la Argentina, obtenidas por medio de la relación plomo-uranio.....	181
C. A. MENÉNDEZ, Flora cretácica de la Serie del Castillo al S del cerro Cachetamán, Chubut.....	219
E. F. DE ALVAREZ, Algunas observaciones sobre <i>Parahipparion</i> y descripción de una nueva especie.....	239
E. BOLTOVSKOY, Los foraminíferos de los sedimentos cuaternarios en los alrededores de puerto Quequén (Provincia de Buenos Aires).....	251
Lista de los trabajos publicados en la <i>Revista de la Asociación Geológica Argentina</i> , tomo I (1946) al tomo XIV (1959).....	279
Laboratorio de análisis de rocas y minerales.....	289
Indice del tomo XIV.....	291

BUENOS AIRES

REPUBLICA ARGENTINA

1961

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Tomo XIV

Julio-diciembre de 1959

Nºs 3-4

LOS METODOS GEOCROLOGICOS
Y
ALGUNAS EDADES DE MINERALES DE LA ARGENTINA
OBTENIDAS POR MEDIO DE LA RELACION PLOMO-URANIO

Por ENRIQUE LINARES

Comisión Nacional de Energía Atómica
Buenos Aires

ABSTRACT

The present paper gives first, a brief review about the geocronological methods based on the radioactive decay, in special those that use the Pb/U ratio.

In second place, it gives the results obtained with the chemical and isotopic lead/uranium methods on Argentine minerals.

The ages of uraninites from different pegmatites of the Sierras Pampeanas, range between Upper Precambrian and Middle Cambrian and these results confirm the Precambrian age of the granitic rocks of this structural unit.

The age obtained with the Pb^{201}/U^{235} , Pb^{207}/U^{235} and Pb^{207}/Pb^{206} ratios on samples from San Victorio deposit in La Rioja province, are in very good agreement and assigns to this deposit an average age of 310 ± 15 m.y. This result confirms De Alba's hypothesis about the age of the Sierra de Famatina granites.

The other ages presented in the paper, obtained by the chemical method, are only orientatives and need confirmation by means of the isotopic method.

RESUMEN

En el presente trabajo se reseñan los diversos métodos geocronológicos, en especial aquellos basados en la desintegración radioactiva conocidos bajo la denominación de radiocronológicos.

Al mismo tiempo se dan a conocer los primeros resultados obtenidos al aplicar el método plomo/uranio, en especial basándose en las técnicas de la separación isotópica y utilizando para ello las relaciones: Pb^{201}/U^{235} , Pb^{207}/U^{235} , Pb^{207}/Pb^{206} y Pb^{209}/Th^{232} .

1

This One



YGNP-SJY-NUP5

Las edades obtenidas de ese modo sobre minerales de uranio de algunas pegmatitas de las Sierras Pampeanas, confirman la edad Precámbrica del granito de dicha unidad estructural, mientras que la edad hallada para la mineralización del yacimiento "San Victorio", en la provincia de La Rioja, cuya génesis se relaciona con la intrusión del granito del Famatina, asigna a éste una edad Devónica.

Las edades obtenidas utilizando el método químico necesitan de la verificación por medio del método isotópico, antes de poder ser tenidas en consideración.

I. INTRODUCCION

La edad de los minerales y rocas que constituyen la corteza terrestre —como asimismo la de nuestro planeta— ha sido y es motivo de numerosas investigaciones.

Desde las primeras estimaciones sobre la edad de la Tierra, efectuadas por Darwin, Lord Kelvin y Helmholtz (18), que asignaban una antigüedad oscilante entre los 20 y 40 M.A.¹, hasta las más modernas, obtenidas en base a la desintegración radioactiva, que dan para dicha edad la cifra de 3.000 a 5.000 M.A., se han llevado a cabo gran cantidad de intentos para llegar a tal fin, aplicando los más diversos métodos.

Estos estudios tan adelantados en otras partes del mundo, en especial en los EE. UU. de Norte América, Inglaterra, Francia, Rusia, Canadá, etc., no han sido intentados aún en nuestro país. Por ello el presente trabajo sirve para iniciar los mismos, y en futuras comunicaciones dar a conocer los resultados que se obtengan, como un aporte a los estudios de cronología geológica.

El tema del mismo, en primer lugar, tiene por objeto dar una breve reseña de los distintos métodos utilizados, en especial de aquellos que se basan en la desintegración radiactiva. La misma no pretende ser completa, dado que ello llevaría a una extensión mucho mayor para la consideración en detalle de cada uno de ellos, lo que, por otra parte, puede hallarse en la abundante literatura existente sobre el tema. En segundo lugar, se publican los primeros resultados obtenidos sobre minerales de la Argentina y se compara la edad calculada por medio de la relación plomo/uranio, con la conocida por medio de los métodos geológicos comunes.

Si el presente trabajo logra despertar el interés sobre los problemas de la geocronología en nuestro país, el mismo habrá cumplido los deseos de su autor.

¹ M. A.: Se utilizará en lo sucesivo para indicar millones de años, con lo que se reemplaza la expresión 10⁶ años de las fórmulas.

II. GEOCRONOLOGIA Y METODOS DE ESTUDIO

Primeramente se definirá el término geocronología, bajo el que se incluyen las investigaciones motivo del presente trabajo.

El mismo fue utilizado por primera vez por H. S. Williams, en 1893 (29), para designar los “estudios en los que la escala de tiempo geológica, dada en términos de años, se aplica a la evolución de la Tierra y de todas sus formas de vida”.

Más tarde lo aplicó De Geer en sus estudios sobre varves, y posteriormente Schucher (23) lo interpreta con referencia al estudio de la edad de nuestro planeta, basado en sus sedimentos y formas de vida.

Zeuner (30), en 1952, lo define como la “ciencia de fijar en términos de años aquellos períodos del pasado a los que no se aplica el calendario histórico humano. La misma cubre la prehistoria humana, como así también todo el pasado geológico”.

Smiley (24) recientemente sugiere definirlo como “la ciencia que engloba todos los métodos científicos que puedan aplicarse para fijar, en términos de años, todos los eventos de la historia de la Tierra”.

De acuerdo con estas dos últimas definiciones, dentro del término geocronología quedan involucrados sólo aquellos métodos que fijan para cada fenómeno geológico un tiempo definido en término de años y que son conocidos bajo la denominación de “métodos de edad absoluta”.

En cambio no están incluidos los demás métodos geológicos designados como “métodos de edad relativa”, o sea aquellos que sólo nos dicen que un cierto fenómeno geológico es contemporáneo, anterior o posterior a otro, que se utiliza como patrón. En éstos, el período de tiempo transcurrido entre dos eventos sucesivos es desconocido en términos de cantidad, o sea en número de años. En este grupo se incluyen, por lo tanto, los métodos estratigráficos, palcontológicos, etc., que no se consideran en este trabajo.

En el cuadro I se enumeran los distintos métodos utilizados en las determinaciones de edad geológica. El grupo A incluye los métodos de edad relativa, mientras que en el B se hallan los de edad absoluta o geocronológicos, de los cuales sólo se tratarán aquellos basados en la desintegración radiactiva.

Cuadro I. — MÉTODOS DE CRONOLOGÍA GEOLÓGICA

A) *Métodos de edad relativa:*

1. Estratigráfico.
2. Paleontológico (incluido Palinología).
3. Geomorfológico.
4. Geoquímico.
5. Pedológico.

B) *Métodos de edad absoluta (geocronológicos):*

1. Dendrocronología.
2. Sedimentológicos.
3. Astronómicos.
4. Radiocronológicos.

III. METODOS RADIOCRONOLOGICOS

Los métodos incluidos en este capítulo se basan en la desintegración radiactiva de un elemento (llamado elemento padre), el que luego de un cierto intervalo de tiempo da origen a otro elemento (denominado elemento hijo).

Si se conocen las cantidades de los elementos padre e hijo presentes en el mineral, los valores de la constante de desintegración λ y del período de semidesintegración T del elemento radioactivo, se puede llevar a cabo el cálculo de la edad del mismo. Como se asume que la desintegración radioactiva comienza en el momento de producirse la cristalización del mineral, la edad que se obtiene es el intervalo de tiempo transcurrido desde la solidificación del mismo.

Dada la importancia que tienen en estos métodos las constantes citadas precedentemente, se definen primeramente las mismas:

El *período de semidesintegración* o *período T* (half-life), es el intervalo de tiempo requerido para que se reduzca a la mitad una cantidad dada de un elemento radioactivo. No debe ser confundida con la constante denominada *vida media θ* (average-life), que es la media aritmética de las vidas individuales de los átomos de un elemento radioactivo. Estas dos constantes se relacionan entre sí por la ecuación:

$$T = 0,693 \cdot \theta \quad [1]$$

La *constante de desintegración* λ (*decay constant*), relaciona la velocidad instantánea de desintegración de una especie radiactiva con el número de átomos de dicha especie presentes en un tiempo dado.

El valor de estas constantes varía para cada elemento radiactivo.

Boltwold fue el primero en aplicar esta propiedad de los elementos radiactivos para efectuar determinaciones de edad absoluta, y en la actualidad se conocen diversos métodos, los que se detallan en el cuadro II y que serán tratados a continuación.

Cuadro II. — MÉTODOS RADIOCRONOLÓGICOS

1. Radiocarbono.
2. Radio e ionio o del porcentaje de equilibrio.
3. Xenón.
4. Argón/potasio y calcio/potasio.
5. Estroncio/rubidio.
6. Helio/uranio, alfa-helio y halos pleocroicos.
7. Plomo/alfa (Larsen).
8. Plomo/uranio (incluido plomo/torio).

I. Método del radiocarbono C^{14}

Este método, el más joven del grupo de los radiocronológicos, fue ideado por Libby en 1946 (5). Su gran desarrollo en los últimos años se debe sobre todo a las grandes posibilidades que ofrece su utilización en los problemas del cálculo de edad, en especial en Arqueología y Antropología, como asimismo para la geología del Pleistoceno.

Se basa en la presencia del isótopo del carbono, C^{14} , en la materia orgánica. Este isótopo se produce como consecuencia de la acción de neutrones formados por radiación cósmica sobre el nitrógeno ordinario, según la ecuación:



El C^{14} es radiactivo, siendo su período de semidesintegración T de 5.568 ± 30 años y su constante de desintegración $\lambda = 0,69315/5568$. Como se comporta químicamente igual que el carbono ordinario C^{12} (no radiogénico), interviene en los procesos de fotosíntesis de los vegetales. Luego se lo hallará en los restos de vegetales y también en los de aquellos organismos animales que se alimentan de ellos. A la muerte del organismo, éste deja de incorporar C^{14} , lo que realizó durante toda su vida. Conociendo la cantidad de este isótopo presente en dichos restos, que es proporcional a la actividad que los mismos

presentan, podemos calcular la edad, más exactamente la fecha en que se produjo la muerte, utilizando la fórmula:

$$t = \frac{5568}{0,30103} (\log N_0 - \log N_t) \text{ años} \quad [3]$$

donde N_0 es el número de desintegraciones por minuto y por gramo de carbón en el tiempo t_0 (muerte del individuo), que se sabe que es constante e igual a $16,1 \pm 0,8$ (5) y N_t el número de cuentas en el momento de la medición.

Dada la baja cantidad inicial de C^{14} y su corto período, se alcanza pronto el límite de detección de dicho isótopo, por lo que la aplicación del método se reduce a una cifra aproximada a los 30.000 a 40.000 años (0,03 - 0,04 M.A.), aunque algunos autores (21) suponen que esa cifra se podrá elevar quizás hasta los 100.000 años, a medida que se mejoren y perfeccionen las técnicas en uso para la determinación del C^{14} en las muestras.

Además, para una mayor aplicación del mismo será necesario resolver algunos problemas, como ser:

- a) posible contaminación con el C^{14} de la atmósfera.
- b) distribución no uniforme del C^{14} en la materia orgánica.
- c) determinación de los valores exactos de la constante de desintegración y del período.

De todos modos, los resultados obtenidos hasta el presente han sido muy satisfactorios, y de allí el rápido incremento que este método ha tenido en los últimos años.

2. Método del radio o ionio o del porcentaje de equilibrio.

En 1908, Joly (21) hizo notar que los sedimentos marinos profundos, en especial arcillas rojas, contienen en sus capas superficiales una cantidad grande de Ra^{226} , siendo en cambio deficiente la cantidad de este mismo elemento en el agua de mar. Más tarde, Hergger y Karlik, en 1935, determinaron que el agua de mar poseía cinco veces más uranio que el necesario para estar en equilibrio con el contenido de Ra^{226} de los sedimentos citados.

Esta anomalía se explicaría, según Piggot y Urry (1941), por medio de una precipitación selectiva del radio en los sedimentos, lo que se debería a la total precipitación del torio y del ionio (Th^{230})¹, debido

¹ El ionio Th^{230} , es isótopo del Th y padre inmediato del Ra^{226} .

a adsorción por los hidróxidos de hierro y manganeso; en cambio el uranio permanecería en solución en forma de carbonato. De este modo resultaría el agua de mar rica en uranio y pobre en Ra^{226} , y lo inverso ocurriría en las sedimentos marinos profundos.

Si la velocidad de sedimentación es constante, el contenido de Ra^{226} resultará mayor en las capas superiores que en las inferiores, ya que al depositarse este elemento radiactivo comienza a desintegrarse, de acuerdo a su período, que es de 1660 años. Se establece así una variación en el contenido de radio entre las capas más profundas y las más superficiales, que Lane, en 1937, llamó "porcentaje de equilibrio", y que Urry, en 1941, sugirió como utilizable para la determinación de edades absolutas de dichos sedimentos.

Esta es la base de este método que requiere técnicas muy especializadas, desde la toma de testigos de los fondos marinos hasta la determinación del contenido de torio Th^{232} , ionio Th^{230} , uranio U^{238} y radio Ra^{226} , y que aún se halla en vías de perfeccionamiento.

Como su rango de utilidad es de 0,3 - 0,4 M.A., puede ser utilizado dentro del intervalo de tiempo en que no es utilizable el método plomo/uranio, pues en este último caso es necesario que transcurra un tiempo de 0,5 M.A. para que los productos de desintegración de este elemento se hallen en equilibrio.

De esto surge su aplicación a la determinación de edad absoluta de los sedimentos marinos, y últimamente Urry (1946) lo aplicó a los varves de Hartford (Connecticut, EE. UU. de N. América), con resultados muy similares a los obtenidos con el recuento varval. Del mismo modo puede utilizarse para la determinación de la edad de minerales secundarios de uranio, cuya edad sea menor de 0,5 M.A.

3. Método del Xenón.

El xenón se acumula en uraninitas y pechblendas, como un producto de la fisión espontánea del uranio. Luego, la edad de estos minerales, como sugirieron Khlopin y Gerlin en 1947 (30) puede determinarse conociendo las cantidades de xenón Xe , uranio U , las constantes de desintegración del U^{238} y del Xe : λ_{Xe} y λ_U y una constante $K = 0,19$, por medio de la ecuación:

$$t = \frac{1}{\lambda_U} 2,3 \cdot \log \left[\frac{Xe}{K \cdot U (\lambda_{Xe}/\lambda_U)} + 1 \right] \quad [4]$$

De este modo se han efectuado determinaciones de edad de uraninitas que concuerdan con las halladas por medio de la relación plomo/uranio. Los inconvenientes que se presentan al utilizar este método pueden resumirse en la forma siguiente:

- a) pérdida de xenón por difusión, y
- b) contaminación de la muestra por xenón de la atmósfera.

Estos dos problemas, como se verá al tratar otros métodos, son comunes en todos los casos en que se utiliza un elemento gaseoso como parte de la determinación.

4. Métodos del argón/potasio y del calcio/potasio.

El potasio tiene tres isótopos naturales: K^{39} , K^{40} y K^{41} , de los cuales el K^{40} es radiactivo. Su desintegración produce por captura de

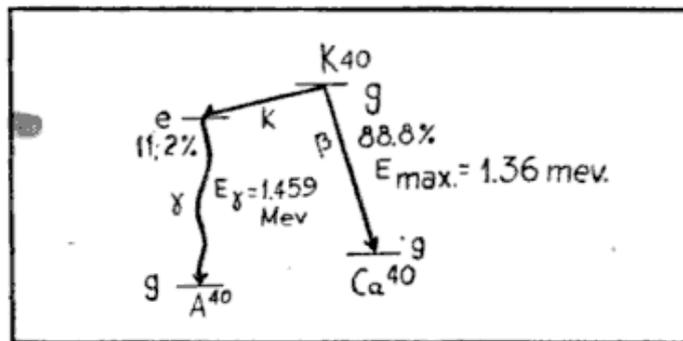


Fig. 1 — Esquema de la desintegración del K^{40} (según Rankama (21))

un electrón y emisión de radiación gamma, argón A^{40} , o sino por emisión de una partícula beta, calcio Ca^{40} , como se esquematiza en la figura 1.

El descubrimiento de este isótopo de tan larga vida abre muchas posibilidades en el campo de la cronología geológica, debido sobre todo a la abundancia de minerales de potasio y a su importancia en la formación de las rocas. Su aplicación potencial es, por lo tanto, mucho mayor que la del método plomo/uranio, aunque por el momento es necesario superar algunos inconvenientes, para un mayor uso del mismo.

Como por su desintegración puede dar origen tanto a A^{40} o Ca^{40} , pueden utilizarse las relaciones A^{40}/K^{40} o Ca^{40}/K^{40} , para efectuar el cálculo de la edad del mineral.

A. — Argón/potasio.

Evans en 1940 y Thompson y Rowlands en 1943 (21) fueron los primeros en proponer la utilización de la relación A^{40}/K^{40} para la determinación de edad de minerales ricos en potasio, la que puede llevarse a cabo por medio de la ecuación:

$$t = \frac{1}{\lambda_K} \frac{A^{40}}{K^{40}} \quad [5]$$

donde λ_K es la constante de desintegración del potasio y A^{40} y K^{40} , las cantidades de argón y potasio presentes en la muestra.

La utilidad de esta relación es grande, dado que la misma permite determinar la edad de intrusiones ígneas con poca diferencia de tiempo entre sí (por ejemplo, las de Paleozoico), pero presenta algunos inconvenientes que es necesario tener en cuenta. Entre ellos se citan:

- a) pérdida de argón por difusión, la que puede deberse al tamaño del grano del mineral, siendo la pérdida mayor en los de grano más fino, o a la estructura cristalina del mineral. Este último caso es el de la silvita que al recristalizar muy fácilmente pierde parcial o totalmente el argón que contenía.
- b) contaminación por argón atmosférico, por lo que es necesario determinar la presencia de los isótopos A^{36} , A^{38} y A^{40} por medio del análisis isotópico.
- c) pérdida de argón por efectos tectónicos y/o metamórficos.

B. — Calcio/potasio.

Holmes en 1932 (31) sugirió el uso de la relación Ca^{40}/K^{40} , para el cálculo de la edad de feldespatos potásicos en especial u otros feldespatos portadores de potasio, como asimismo de rocas que llevan estos minerales. Ahrens en 1947, consideró que sería muy útil en aquellos minerales libres de calcio, como ser lepidolita y muscovita, pues en ellos se evitaría la posible contaminación por la presencia de calcio común. Además, Goodman y Evans suponen que ciertos minerales de potasio, como silvita y microclino se hallan exentos de calcio común.

La utilidad de este método se halla restringida debido a los siguientes factores:

- a) contaminación por calcio común: para evitarlo es necesario efectuar el análisis isotópico para poder determinar la au-

sencia de calcio común o sino la extensión de la contaminación, para su posterior corrección;

- b) La escasa cantidad de Ca^{40} que se forma a partir de K^{40} (aún en minerales muy viejos) dificulta el cálculo.

Resumiendo puede decirse que tanto las relaciones $\text{A}^{40}/\text{K}^{40}$ como $\text{Ca}^{40}/\text{K}^{40}$, son de suma utilidad para el cálculo de la edad geológica absoluta, pero será necesario obviar las dificultades citadas en ambos casos, para poder extender el uso de las mismas.

5. Método del estroncio/rubidio

El rubidio asociado al sodio y potasio en minerales, se halla muy extendido pero en pequeñas cantidades y posee dos isótopos Rb^{85} y Rb^{87} . Este último es radiactivo y por medio de la emisión de una partícula beta, da origen al isótopo del estroncio Sr^{87} , de acuerdo con la ecuación:



El período del Rb^{87} es de 60.000 M.A. y su constante de desintegración $\lambda = 1,15 \cdot 10^{-11}$ años⁻¹.

Goldschmidt en 1938 (30) propuso utilizar la relación $\text{Sr}^{87}/\text{Rb}^{87}$ para efectuar el cálculo de edad de minerales portadores de rubidio. El mismo presenta la ventaja de que dado el largo período de ~~semi~~desintegración del Rb^{87} , el error por pérdida del elemento radiactivo padre es nulo, por lo que es especialmente útil para la determinación de la edad de minerales cuya cristalización se produjo en las primeras eras geológicas (precámbrico s.s.).

Frente a ello presenta la desventaja de que debido a la escasa cantidad de Rb^{87} existente, la de Sr^{87} que se origina a partir de aquél es muy pequeña, por lo que es muy difícil la determinación de la abundancia de estos isótopos. Por ello es necesario aplicar técnicas muy especiales las que en general son muy engorrosas e insumen mucho tiempo.

Si bien como se ha mencionado más arriba, el contenido de rubidio y estroncio en las rocas es comparativamente muy pequeño (0,035 % y 0,022 % respectivamente, en las rocas ígneas), la presencia de estroncio radiogénico en cantidades mesurables en lepidolita, ha hecho posible la utilización de la relación $\text{Sr}^{87}/\text{Rb}^{87}$ para el cálculo de la edad por medio de la fórmula:

$$t = \frac{c_2}{c_1} \cdot 8,7 \cdot 10^4 \text{ M. A.} \quad [7]$$

donde c_1 y c_2 representan respectivamente, el contenido de Rb^{87} y Sr^{87} de la muestra en estudio.

Asimismo al ser la lepidolita un mineral resistente a la meteorización y no alterarse debido al efecto de las radiaciones emitidos por el Rb^{87} o el K^{40} , ello hace que los errores debidos a pérdidas de los productos padre e hijo de la serie de desintegración, no sean de consideración por lo que los resultados no son afectados por dicha causa. Mayor importancia como factor de error tiene el valor de la constante de desintegración, que aún no ha sido fijada con toda exactitud.

El valor de este método se halla restringido a las rocas pegmatíticas por ser ellas las únicas portadoras de lepidolita. Sería de gran utilidad si pudiera aplicarse con un mineral constituyente común de las rocas, como podrían ser biotita y muscovita, en los que también se encuentran estos isótopos. En este caso la dificultad estriba en las reducidísimas cantidades de estos isótopos en dichos minerales, lo que provoca grandes problemas en las determinaciones de los mencionados isótopos.

6. Método del helio

Ramsay en 1895 (5) determinó la presencia del isótopo He^4 en minerales radioactivos y al comprobarse más tarde que éste se originaba en los procesos de desintegración del uranio y torio, primero Rutherford en 1897 y más tarde Strutt en 1908 (21), sugirieron la posibilidad de su utilización para las determinaciones de edad absoluta.

Conociendo la cantidad de uranio, torio y helio presentes en un mineral, se efectúa el cálculo en base a la ecuación deducida por Keevil en 1939 (11):

$$t = \frac{\text{He}}{\text{U} + 0,243 \text{ Th}} \text{ S,4 M. A.} \quad [8]$$

Si bien los principios de este método y el del plomo/uranio son similares, las dificultades que presenta éste son mayores, debido en especial a la naturaleza gaseosa del helio, lo que hace que su pérdida sea relativamente fácil. Esta pérdida, según Zeuner (30), puede ser pequeña en una roca densa y poco alterada, pero llega a ser grande cuando:

- a) la estructura de la roca es de grano fino, lo que permite la difusión del gas;
- b) si la cantidad de uranio es grande, también lo será la de helio formada, y en ciertos casos ella puede superar el límite

de saturación de helio que puede contener la roca, por lo que el exceso es eliminado. Para evitar esto se recomienda aplicar el método a rocas que contienen escasa cantidad de minerales radiactivos;

- c) si la roca ha estado sujeta a fenómenos de metamorfismo, ello puede ayudar a la pérdida de helio, por lo que debe desecharse este tipo de rocas para el cálculo;
- d) si la roca sufrió procesos de alteración, se produce una fácil liberación y por ende pérdida de helio; ello se evita eligiendo muestras frescas;
- e) además, existe una cierta pérdida durante la medición y asimismo debe eliminarse toda posibilidad de contaminación por helio de origen atmosférico.

De todo lo expuesto surge que siempre es posible la pérdida de helio, por lo que la edad obtenida por este método es en general menor que la real; por ello se la denomina como "edad mínima".

A pesar del gran rango de utilidad que presenta la aplicación de este método, será necesario mejorar primero las técnicas de análisis y de cálculo, antes de que el mismo pueda aplicarse con mayor extensión.

7. Método plomo/alfa (Larsen)

Larsen en 1952 (15) propuso un método para determinar la edad de las rocas ígneas en base a los minerales accesorios contenidos en ellas, en especial zircón y en menor proporción monacita, xenotima, allanita y torita.

Estos minerales pueden llevar en su estructura uranio y/o torio, produciéndose por ello el proceso de desintegración radiactiva, dando como producto final plomo.

La edad obtenida aplicando este método, será la de la roca portadora de dichos minerales si se cumple que:

- a) los minerales accesorios son contemporáneos con los demás minerales constituyentes de la roca;
- b) todo el plomo del mineral en estudio es de origen radiogénico y proviene de la desintegración de elementos radioactivos presentes en el momento de la cristalización del mineral;
- c) si no se ha producido pérdida o ganancia desde el tiempo de cristalización de estos minerales, de elementos radiactivos o de sus productos de desintegración.

La edad se calcula en base al contenido de uranio y/o torio, y al de plomo del mineral en cuestión. El contenido de uranio y/o torio se supone proporcional a la actividad alfa del mineral, que previamente ha sido separado de la roca portadora en cantidad suficiente (aproximadamente 100 mg). El contenido de plomo se determina por espectroscopía en partes por millón (ppm).

Siendo Pb el contenido de plomo en ppm y a el número de cuentas por miligramo de muestra por hora, la determinación de la edad se efectúa aplicando la ecuación (9,10) :

$$t = c \frac{Pb}{a} M. A. \quad [9]$$

donde c es una constante basada en la relación Th/U del mineral y que es igual a 2632 si sólo hay uranio, o 2013 si el torio es el único elemento radiactivo presente en el mineral. Con mayor exactitud puede calcularse la edad por medio de la ecuación dada por Keevil (11) :

$$T = t - \frac{1}{2} kt^2 M.A. \quad [10]$$

donde T es la edad en millones de años, corregida de la desintegración del uranio y torio, t la edad obtenida por la ecuación [9] y k una constante que es igual a $1,9 \cdot 10^{-3}$ si sólo hay uranio y $0,49 \cdot 10^{-4}$ si sólo hay torio. Cuando la edad calculada por medio de la ecuación [9] es menor de 200 M.A., no es necesario efectuar la corrección por medio de la ecuación [10], pues el error debido a la constante de desintegración es insignificante.

Si la cantidad de muestra no permite efectuar el análisis por uranio y/o torio, la relación Th : U del mineral se asume como 1,00, 25,0 y 0,5 para el zircón, monacita y xenotima, respectivamente.

Según Larsen este método no se halla afectado por la presencia de plomo común en el mineral, pues debido a la diferencia de los radios iónicos entre el circonio y el plomo, este último elemento no puede incorporarse dentro de la estructura cristalina del zircón en el momento de su cristalización. Más tarde Tilton (27) demostró por medio del análisis isotópico de muestras de zircón que ello es posible, pero que las cantidades de plomo común que pueden introducirse son tan reducidas que el error que se produce es despreciable.

La principal causa de error se encuentra en el análisis de plomo, en especial en aquellos minerales que contienen menos de 10 ppm de dicho elemento. Para los que poseen mayor cantidad que la señalada, la desviación con respecto al contenido real obtenida por medio

del análisis espectroscópico cuantitativo, está dentro del orden de 4-10 %. Por otra parte la exactitud de la medición de la actividad alfa es muy alta y su precisión se puede aceptar dentro de un rango de más o menos 5 %.

Las edades obtenidas con este método concuerdan muy bien con las halladas aplicando otros como A/K, Sr/Rb, He/U, etc. No tan buena es la concordancia entre este método y los resultados hallados en base a la relación Pb/U para rocas de edades muy viejas como ser Pre-cámbricas (s.s.). Algunos autores suponen que ello se debe a la pérdida total o parcial de Pb, desde el momento de la cristalización del mineral hasta el presente.

8. Método del plomo/uranio

Si bien bajo esta denominación se incluye asimismo la relación Pb/Th, se utiliza la del epígrafe por ser la más conocida ya que este método es uno de los más utilizados en las determinaciones de edad geológica absoluta. Tan es así, que el 90 % de las determinaciones de edad realizadas al presente, se basan en la utilización de este método, correspondiendo el resto a determinaciones efectuadas aplicando las relaciones vistas precedentemente.

El método plomo/uranio se basa en las series de desintegración radiactiva de los elementos uranio y torio; hasta el presente se conocen tres series de desintegración de estos elementos que se denominan: serie del uranio I (o U^{238}), serie del actinio-urranio (o U^{235}) y serie del torio (o Th^{232}), las que se representan esquematizadas en la figura 2.

Con esto se significa que un átomo de U^{238} (U I) al cabo de un intervalo de tiempo igual a $4,51 \pm 0,01 \cdot 10^9$ años, origina una sustancia radiactiva hija, la que a su vez se desintegra; esto se repite un cierto número de veces, hasta que se llega a los productos finales de la serie que son un átomo de Pb^{206} y ocho de He^4 . Lo mismo puede decirse para la serie del U^{235} (AcU) cuyos productos finales son un átomo de Pb^{207} y 7 de He^4 y para la serie del Th^{232} que finaliza en un átomo de Pb^{208} y 6 de H^4 .

Tanto el Pb^{206} , Pb^{207} y Pb^{208} , son isótopos estables y al ser producidos por la desintegración radiactiva, reciben en conjunto el nombre de "plomo radiogénico", para ser diferenciados de los isótopos que constituyen el "plomo común".

Por lo tanto antes de entrar en la consideración de este método es preciso definir los términos “plomo común”, “plomo radiogénico” y “plomo radiogénico original”, que serán utilizados con cierta asiduidad.

Plomo común, es el elemento plomo presente en minerales portadores de dicho elemento, como ser galena, cerusita, anglesita, etc.

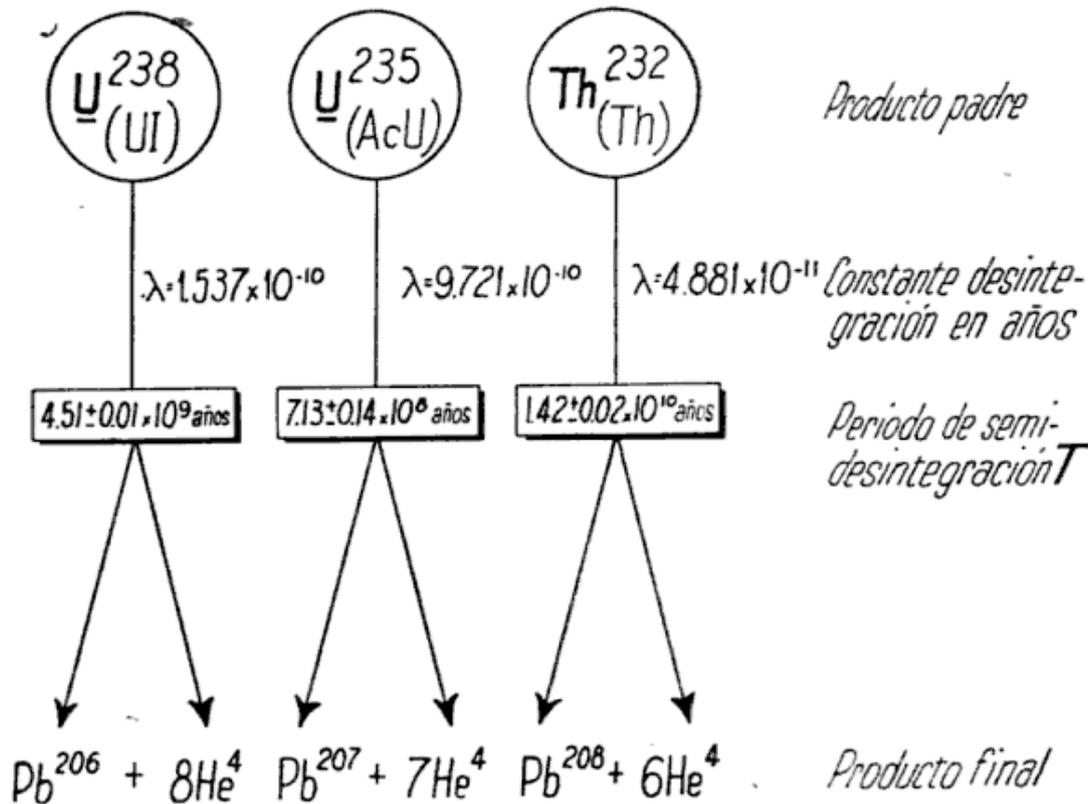


Fig. 2. — Esquemas de las series de desintegración del uranio y torio

El mismo está constituido por los isótopos Pb^{204} , Pb^{206} , Pb^{207} y Pb^{208} , los que no siempre se hallan presentes en un mineral en la misma proporción.

Plomo radiogénico, es aquel originado en los procesos de desintegración radiactiva de los elementos uranio y torio. Además de los isótopos Pb^{206} , Pb^{207} y Pb^{208} , productos finales de las tres series de desintegración citadas, se conocen otros isótopos del plomo que aparecen como miembros de las tres series de desintegración. Entre ellos se tienen: Pb^{214} (RaB), Pb^{210} (RaD) de la serie del UI; Pb^{211} (AcB) de la serie del AcU y Pb^{212} (ThB) de la serie del Th. De ellos el de mayor período es el Pb^{210} con 25 años, siendo de estos últimos el único que reviste interés en el cálculo de edad.

Plomo radiogénico original (25), es el plomo radiogénico formado antes de la depositación del mineral en estudio y que fue precipitado con éste. O sea, que es el plomo radiogénico originado en la desintegración de un mineral y que por procesos geológicos fue lixiviado, transportado y depositado con posterioridad, junto a otros minerales radiactivos cuya cristalización es más joven que la de aquellos que le dieron origen.

Del elemento uranio se conocen tres isótopos, U^{238} cabeza de la serie de desintegración del U I; U^{235} principio de la otra serie de desintegración y U^{234} , que es un radioelemento perteneciente a la serie del U I. El uranio natural, tal como se presenta en los minerales, está constituido por los tres isótopos, los que se encuentran en la siguiente proporción constante:

$$\begin{aligned} U^{238} &: 99,274 \% \\ U^{235} &: 0,720 \% \\ U^{234} &: 0,006 \% \end{aligned}$$

Al ser esta proporción siempre constante, conocida la cantidad de uranio contenido en una muestra, puede determinarse la cantidad de uno u otro isótopo presente. Senftle et al. (22) han fijado el valor de la relación de abundancia de los isótopos U^{238} y U^{235} en:

$$N_{U^{238}} : N_{U^{235}} = 137,7 \pm 0,32 \quad [11]$$

Por su parte el torio presente en los minerales está enteramente constituido por un sólo isótopo, el Th^{232} .

En el método plomo/uranio, existen dos formas de efectuar el cálculo de la edad geológica absoluta del mineral: A) basado en el análisis químico y llamado *Método Químico*; B) basado en el análisis isotópico del plomo del mineral y denominado como *Método Isotópico*.

A) *Método Químico*.

El método químico se basa en el análisis químico del mineral, con el fin de conocer las cantidades de uranio, torio y plomo presentes en el mismo. El cálculo de la edad se efectúa utilizando las fórmulas desarrolladas por Kovarik (18) y otros autores.

Si el mineral no contiene torio, se aplica la ecuación:

$$t = \frac{Pb}{U} 7.600 \text{ M.A.} \quad [12]$$

Si en cambio el mineral es de torio y no contiene uranio:

$$t = \frac{\text{Pb}}{\text{Th}} \frac{7.600}{0,36} \text{ M.A.} \quad [13]$$

Pero como en general estarán presentes los dos elementos, la fórmula a utilizar es:

$$t = \frac{\text{Pb}}{\text{U} + 0,36 \text{ Th}} 7.600 \text{ M.A.} \quad [14]$$

O sino la más exacta, denominada logarítmica:

$$t = \frac{\log(\text{U} + 0,36 \text{ Th} + 1,155 \text{ Pb}) - \log(\text{U} + 0,36 \text{ Th})}{6,6.10^{-5}} \text{ M.A.} \quad [15]$$

Si bien la aplicación de este método es muy sencilla, al profundizarse los estudios se estableció que su uso podía llevar a errores, los que principalmente son debidos a los siguientes factores:

- a) presencia de plomo común en el mineral;
- b) pérdida de uranio y/o torio;
- c) pérdida de plomo;
- d) pérdida de uranio, torio y plomo;
- e) precipitación de uranio.

a) *Presencia de plomo común en el mineral*

Al determinarse el plomo por medio del análisis químico, no puede distinguirse entre plomo radiogénico y plomo común que pudiera haberse depositado en forma de galena y otro mineral de plomo, junto al mineral en estudio.

Si el mineral radiactivo no se encuentra contaminado por plomo común, el resultado que se obtiene al aplicar las ecuaciones dadas más arriba, será similar, como será visto más adelante, al que puede obtenerse por medio del método isotópico.

En cambio, si se produjo depositación de plomo común, resulta que la cantidad de plomo del análisis es mayor que el plomo que se generó en el proceso de desintegración radiactiva y por ende, la edad obtenida será errónea y el error en este caso será por exceso.

Este es uno de los mayores inconvenientes que presenta la aplicación de este método, por lo que antes de utilizarlo es necesario cerciorarse de la no existencia de minerales de plomo, lo que a veces resulta difícil. Por otra parte en algunos tipos de depósitos uranífe-

ros es muy común la presencia de minerales de plomo (aún en muy pequeña cantidad) asociados a los radiactivos, por lo que en ese caso la aplicación del método no es posible.

El mismo puede aplicarse casi sin reservas, a minerales radiactivos provenientes de depósitos pegmatíticos, dado que por lo general dichas rocas no contienen minerales de plomo. Como ejemplo de esto puede citarse el caso de las muestras de nuestro país provenientes de las pegmatitas de Córdoba y San Luis, en las que se constató por medio del método isotópico la ausencia de plomo común. En este caso los resultados obtenidos han sido concordantes con los de las determinaciones efectuadas por medios isotópicos (ver capítulo IV).

b) *Pérdida de uranio y/o torio*

Debido a la alteración que sufre el mineral, puede producirse una pérdida de uranio y/o torio del mismo. En este caso el análisis químico nos dará una cantidad menor de estos elementos que la real y en la relación $Pb/U + 0,36 Th$, se producirá un error por exceso; por lo que la edad obtenida será mayor que la real.

Para evitar esta causa de error, se aconseja trabajar con muestras frescas y puras y lo más masivas posibles.

c) *Pérdida de plomo*

Aunque la pérdida de plomo por lixiviación y alteración, no es tan común como la de uranio y/o torio, ella es posible. Phair y Levine demostraron que los procesos de meteorización afectan más al uranio y torio (en especial al primero), que al plomo. Sin embargo Fynn en 1938 efectuó algunas experiencias para demostrar que es factible la pérdida de este elemento.

Así, colocó en una bomba de acero muestras de uraninita en agua destilada y las calentó a $190^{\circ} C$ durante 20 horas. Al cabo de dicho período observó que no se había producido alteración. En cambio al someter las muestras a una temperatura de $290^{\circ} C$ durante 10 horas, se originó una película rojiza que analizada demostró corresponder a un óxido de plomo.

Ello indica que si bien el plomo es más estable que el uranio, si la temperatura de una región sufrió un aumento considerable (mayor de los $300^{\circ} C$) durante un cierto período geológico, pudo producirse la pérdida de plomo.

Esta pérdida provoca en la relación un error por defecto, siendo por lo tanto la edad obtenida, menor que la real.

d) *Pérdida de uranio, torio y plomo*

El problema que se presenta frente a la pérdida de uranio, torio o plomo, se complica si se considera una pérdida de los tres elementos en conjunto. En este caso el error puede tanto ser en uno como en otro sentido, dependiendo ello de la proporción en que se han lixiviado estos elementos.

e) *Precipitación de uranio*

Finalmente debe considerarse el caso en que se produce la precipitación de uranio proveniente de otros minerales, junto a la muestra en estudio. En este caso al disminuir el valor de la relación $Pb/U + 0,36Th$, se producirá un error por defecto.

Resumiendo, puede decirse que este método no es aconsejable cuando puede aplicarse el isotópico, dado que no se puede determinar si en el mineral en estudio se presenta o no plomo común. En el caso de que se pruebe la no existencia de este tipo de plomo, el método puede aplicarse, pero debe tenerse en cuenta que entonces deben utilizarse muestras frescas y puras, para evitar los errores que se producen debido a la alteración y lixiviación del uranio, torio y plomo.

En el caso de minerales de pegmatitas, el mismo puede usarse casi sin restricciones, dado que en dicho tipo de rocas, es rara la presencia de minerales de plomo asociados a los radiactivos.

B) *Método isotópico*

Este método, propuesto por primera vez por Nier en 1930 (19), se basa en la determinación de la cantidad en que se hallan presentes en la muestra en estudio, los distintos isótopos del plomo. No interesa la proporción en que se hallan los isótopos del uranio, pues ellos siempre están en proporción constante.

La determinación de la proporción en que se hallan los cuatro isótopos del plomo: Pb^{204} , Pb^{206} , Pb^{207} y Pb^{208} , se efectúa por medio del análisis de espectrometría de masa. De este modo podemos determinar si en el mineral en estudio existe o no plomo común, pues la presencia del mismo es denotada por la existencia del isótopo Pb^{204} , que no es de origen radiogénico.

Para la aplicación de este método, además de la determinación de la proporción en que se hallan los isótopos del plomo, es necesario conocer por medio del análisis químico la cantidad en que se presentan los elementos uranio, torio y plomo en el mineral. El plomo extraído

del mineral y preparado convenientemente, es analizado posteriormente por medio del espectrómetro de masa, para determinar las cantidades en que se hallan presentes los isótopos del plomo.

El análisis isotópico del plomo del mineral estudiado revela si en el mismo se halla plomo común. En el caso de no existir este tipo de plomo no es necesario efectuar ninguna corrección y la edad que se obtenga será similar a la que se halle por medio del método químico.

En el otro caso, frente a la presencia de plomo común es necesario efectuar una corrección, pues si no la edad sería mayor que la real. Para efectuar la misma se asume que el Pb^{204} presente representa la cantidad de plomo común contaminante de la muestra en estudio. Luego, si se conoce la relación en que se hallan los isótopos del plomo de una galena del área de donde proviene la muestra en estudio, por comparación se elimina el plomo común presente. En el caso de que la muestra no contenga torio, la corrección se efectúa en base al contenido de Pb^{208} , dado que en este caso la misma puede realizarse más fácilmente, pues la abundancia de este isótopo es unas cuarenta veces mayor que la del Pb^{204} .

En base a los datos obtenidos del análisis químico, de la determinación isotópica y luego de efectuada la corrección por la presencia de plomo común, la edad se calcula aplicando diversas ecuaciones, las que se basan en las relaciones: $\text{Pb}^{206}/\text{U}^{238}$, $\text{Pb}^{207}/\text{U}^{235}$, $\text{Pb}^{207}/\text{Pb}^{206}$, $\text{Pb}^{206}/\text{Pb}^{210}$, y $\text{Pb}^{208}/\text{Th}^{232}$. De estas relaciones, las más utilizadas al presente son las tres primeras; la relación Pb/Th se usa en especial para minerales de torio y la restante ha sido poco utilizada (12), aunque con muy buenos resultados.

Las ecuaciones que se utilizan en cada caso son las siguientes:

$$a) \text{Pb}^{206}/\text{U}^{238} \quad t = 1,515 \cdot 10^4 \cdot \log \left(1 + 1,156 \frac{\text{Pb}^{206}}{\text{U}} \right) \text{ M.A.} \quad [16]$$

$$b) \text{Pb}^{207}/\text{U}^{235} \quad t = 2,37 \cdot 10^3 \cdot \log \left(1 + 1,114 \frac{\text{Pb}^{207}}{\text{U}^{235}} \right) \text{ M.A.} \quad [17]$$

$$o \quad t = 2,37 \cdot 10^3 \cdot \log \left(1 + 158,93 \frac{\text{Pb}^{207}}{\text{U}} \right) \text{ M.A.} \quad [18]$$

$$c) \text{Pb}^{207}/\text{Pb}^{206} \quad \frac{\text{Pb}^{207}}{\text{Pb}^{206}} = \frac{1}{139} \frac{e^{\lambda^{235} t} - 1}{e^{\lambda^{238} t} - 1} \quad [19]$$

$$d) \text{Pb}^{208}/\text{Th}^{232} \quad t = 46,185 \cdot 10^3 \cdot \log \left(1 + 1,1154 \frac{\text{Pb}^{208}}{\text{Th}} \right) \text{ M.A.} \quad [20]$$

$$e) \text{Pb}^{206}/\text{Pb}^{210} \quad N^{P_o} \lambda^{P_o} = \lambda^U N^{Pb} \left[\frac{e^{-\lambda^U t}}{1 - e^{-\lambda^U t}} \right] \left[1 - \frac{\lambda^{Bi}}{\lambda^{Bi} - \lambda^{P_o}} e^{-\lambda^{P_o} t} \right] \quad [21]$$

La posible utilización de varias relaciones permite comparar los resultados obtenidos por distintos caminos y observar si ellos son o no concordantes. En el caso de concordancia de resultados, ello indica que la edad obtenida no presenta ninguno de los problemas que pueden afectar el cálculo y ella se toma como real. En el otro caso, será necesario determinar el factor que más afecta el cálculo, para elegir la relación que se acerque más a la realidad y desechar las restantes.

El estudio de la edad de los minerales recurriendo al uso de las ecuaciones citadas precedentemente, ha mostrado que los resultados obtenidos para una misma muestra no siempre son concordantes y que en ciertas oportunidades las discrepancias entre las mismas son bastante acentuadas. En general se ha observado que la edad hallada por el método Pb^{207}/Pb^{206} es mayor que la dada por Pb^{207}/U^{235} , y que ésta, a su vez, es mayor que la encontrada con Pb^{206}/U^{238} (25).

Los diversos investigadores que han estudiado este problema, en dichos casos han preferido el uso de una de las citadas relaciones a las demás y han sugerido que dichas discrepancias se deben a:

- a) pérdida de Radon Rn^{222} u otros productos hijos;
- b) pérdida de uranio, torio o plomo, o de todos ellos por alteración;
- c) depositación de plomo común o plomo radiogénico original, con el mineral en estudio;
- d) errores analíticos;
- e) constantes físicas.

a) Pérdida de radón

El radón Rn^{222} de la serie del U I y el actinón Rn^{210} de la serie del AcU (ambos productos gaseosos), tienen un período de 3,8 días y 3,9 segundos, respectivamente.

La pérdida por difusión de estos elementos provoca la disminución del contenido final de Pb^{206} ó Pb^{207} . Según Wickmann (28), la pérdida de Rn^{222} y por ende de Pb^{206} , será mucho mayor que la de Rn^{210} , o sea de Pb^{207} , dado el mayor período del primero. Por lo tanto, dicho autor considera que la edad calculada por las relaciones donde interviene el Pb^{206} será errónea. Dicho error será por defecto en la edad, obtenida por medio de la relación Pb^{206}/U^{238} y por exceso en la que usa Pb^{207}/Pb^{206} , por lo que en este caso propone utilizar la relación Pb^{207}/U^{235} .

Kulp y otros (13, 14) utilizan la relación Pb^{206}/Pb^{210} para evitar

este error, dado que según dichos autores la misma no se halla afectada por la pérdida de R^{222} , si la misma ha sido constante durante la vida del mineral. De acuerdo con ello, han desarrollado el método de determinación de edad conocido como Pb^{206}/Pb^{210} , con el que han obtenido resultados satisfactorios (12).

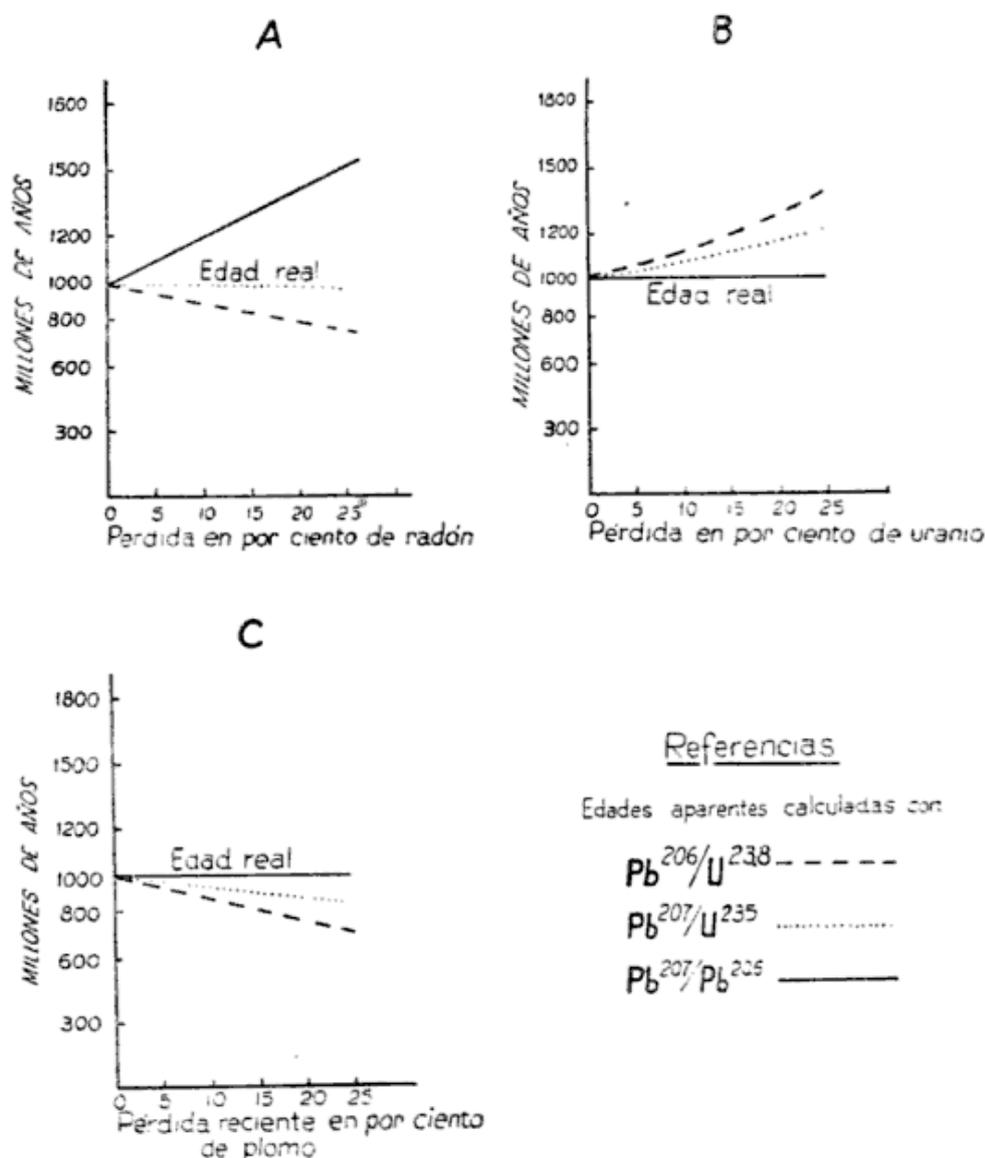


Fig. 3. — Gráficos mostrando la influencia de los distintos factores sobre las relaciones utilizadas en el cálculo de edad. (Según Stieff y Stern (12))

La pérdida de radón puede medirse y se ha verificado que ella varía desde 0,1 % a 20 %, dependiendo del mineral estudiado, temperatura y tamaño de la muestra, etc. Así, mientras la misma es insignificante en muestras masivas, es muy grande en aquellas muy fracturadas y de pequeñas dimensiones.

En la figura 3A se observa el efecto producido por la pérdida de Rn^{222} . En el caso de la relación Pb^{206}/U^{238} , el error es menor que el que se produce al usar la relación Pb^{207}/Pb^{206} . Ello se debe a que en este caso cualquier pequeño cambio en el contenido de Pb^{206} o Pb^{207} de la muestra origina una gran variación en el valor de la relación Pb^{207}/Pb^{206} y por ende en el resultado.

b) Pérdida de uranio, torio o plomo

Ya al tratar el método químico se ha destacado el efecto que produce en el cálculo de edad, la alteración y lixiviación de uno o más de estos elementos.

En el cálculo basado en las mediciones isotópicas esta causa afecta a la edad calculada por medio de las distintas relaciones en diferente manera. Así, las edades más afectadas son las obtenidas por medio de las relaciones Pb^{206}/U^{238} , Pb^{207}/U^{235} y Pb^{208}/Th^{232} , mientras que la calculada por medio de las ecuaciones que utilizan Pb^{207}/Pb^{206} y Pb^{206}/Pb^{210} no lo son mayormente, siendo de estas dos últimas la primera de ellas preferida por Collin et al. (25).

La pérdida de uranio y/o torio da origen a un error por exceso, mientras que la pérdida de plomo a uno por defecto. En las figuras 3B y 3C se observan los efectos que producen dichas pérdidas en el cálculo.

c) Depositación de plomo común y plomo radiogénico original.

Mientras que la presencia de plomo común no es de importancia en la aplicación de este método (dado que es posible efectuar la corrección por su presencia), pueden producirse errores en el cálculo si en el mineral estudiado se halla plomo radiogénico original.

La determinación de la presencia de este tipo de plomo es bastante dificultosa al presente, lo mismo que la corrección a efectuar, por lo que, en casos como éste, no se ha determinado aún la forma de evitar el error.

d) Errores analíticos.

Son los introducidos por el uso de las diferentes técnicas de mediciones utilizadas, ya sea durante el análisis químico o la determinación isotópica. Mientras que el porcentaje de error para los primeros se calcula dentro del orden de 0,5 - 2 %, para los segundos se asume un valor de 1 %.

Estos errores afectan en especial manera el método basado en la relación Pb^{207}/Pb^{206} , dado que una pequeña variación de esta relación origina una gran diferencia en la edad.

e) *Constantes físicas.*

El valor de las constantes físicas, como ser el período de semidesintegración, la relación de abundancia $N_{U^{238}}/N_{U^{235}}$, las constantes de desintegración, etc., son otros factores que afectan en mayor o menor grado el cálculo, siendo su efecto mayor en la edad obtenida al utilizar la relación Pb^{207}/Pb^{206} .

De todo lo expuesto surge que la aplicación de este método necesita que se cumplan ciertas condiciones para que de ese modo los resultados obtenidos sean lo más exactos posibles. En general se propone que debe trabajarse con muestras frescas, puras y con la menor alteración. Además el mineral a estudiar, luego de ser separado de sus acompañantes, debe ser estudiado desde el punto de vista mineralógico, para asegurarse de la pureza de la muestra a estudiar.

En la interpretación de los resultados, como es de suponer, deben tenerse en cuenta en todos los casos las relaciones geológicas de la zona y de la roca portadora del mineral.

Para finalizar debe destacarse que si bien algunos autores prefieren una relación sobre otras, en general se acepta que la que da mejores resultados es la Pb^{206}/U^{238} , en especial por ser la menos afectada por las distintas causas responsables de los errores.

En el caso de la relación Pb^{207}/Pb^{206} , si bien ella no es afectada por las pérdidas de Pb, U y Th, sí lo está por los errores analíticos, constantes físicas y pérdida de radón. Además —como ya se ha mencionado— una pequeña variación en el valor de dicha relación provoca una acentuada diferencia en la edad y ello ocasiona que en la mayoría de los casos la edad obtenida por esta relación sea la más divergente de las halladas.

La relación Pb^{207}/U^{235} en general produce errores por las mismas causas que afectan la relación Pb^{206}/U^{238} y sólo ofrece ventajas en el caso de la pérdida de radón. Frente a ello, la reducida cantidad de U^{235} y de Pb^{207} en la muestra dificulta el cálculo y por lo tanto es más factible de hallarse afectada por error, en especial debido a errores analíticos.

Lo dicho en el último párrafo puede aplicarse a la relación Pb^{208}/Th^{232} en el caso de utilizarse con minerales de uranio. En cambio su utilización es necesaria para minerales de torio.

La relación Pb^{206}/Pb^{210} (12) ha sido recientemente utilizada por Kulp y otros, los que sugieren que su uso es indicado ante la pérdida de radón y en casos de lixiviación de uranio y torio de la muestra en estudio.

IV. CALCULO DE EDAD DE MINERALES ARGENTINOS

A continuación se considerarán los primeros resultados obtenidos en minerales de nuestro país. Si bien en el presente trabajo el número de edades determinadas es pequeño, se espera aumentarlo en un futuro cercano, con el fin de contribuir con ello a los estudios de cronología geológica.

En la tabla I se consignan los resultados obtenidos aplicando el método químico en base a diversos análisis químicos efectuados hasta el presente sobre minerales portadores de U^{+4} (2, 3, 6, 7). A pesar de que al hablar sobre este método se afirmó que el uso del mismo no era conveniente, el autor cree oportuno dar a conocer los resultados obtenidos con el mismo. De ellos algunos pueden aceptarse como valederos, dado que la edad hallada concuerda con la calculada por medio del método isotópico; con respecto a las restantes, a medida que se continúen los estudios ellas serán confirmadas o rectificadas.

En la tabla III se dan las edades calculadas por el método isotópico. Todas las determinaciones efectuadas sobre la abundancia de los distintos isótopos del plomo, como asimismo la composición química de dichas muestras, fueron efectuadas en el Laboratorio de Geocronología del Servicio Geológico de los EE. UU. de Norte América.

Las muestras estudiadas, provienen de distintos tipos de depósitos uraníferos. De yacimientos pegmatíticos son las procedentes de "Cerro Blanco" (Qda. del Tigre), "Cerro Blanco" (Los Guardias), "Las Tapias", "La Elsa", todas estas en la provincia de Córdoba y "Santa Ana" en la provincia de San Luis. A depósitos vetiformes corresponden los minerales de "La Estela", San Luis; "San Victorio" y "San Santiago", La Rioja y "La Niquelina" en Salta. A yacimientos uraníferos en rocas sedimentarias pertenecen las muestras de "Sonia" y "La Marthita", en la Rioja y de "Cerro Huemul" en Mendoza.

El cuadro III indica las divisiones estratigráficas y la edad estimada de los límites, de acuerdo con los últimos datos consignados por el Comité de Tiempo Geológico (Geological Names Committee, Washington, USA). Estas divisiones se han tenido en cuenta para ubicar las muestras estudiadas en el presente trabajo, en las distintas épocas geológicas.

CUADRO III

Divisiones estratigraficas y de tiempo. (Geological Names Committee, 1958)

Éra	Sistema o periodo	Serie o época	Edad estimada de los límites en M.A.	
Cenozoico	Cuartario	Reciente		
		Pleistoceno	1	
	Terciario	Plioceno	10	
		Mioceno	25	
		Oligoceno	40	
		Eoceno	60	
		Paleoceno		
Mesozoico	Cretácico	Superior Inferior	125	
	Jurásico	Superior Medio Inferior	150	
	Triásico	Superior Medio Inferior	180	
Paleozoico	Pérmico		205	
	Carbonífero	Pensilvaniano	Superior Medio Inferior	255
		Mississippiano	Superior Medio Inferior	315
	Devónico	Superior Medio Inferior	350	
	Silúrico	Superior Medio Inferior	430	
	Ordovícico	Superior Medio Inferior	510	
	Cámbrico	Superior Medio Inferior	> 3.000	
Pre-cámbrico	Sin divisiones			

TABLA I
Edad de minerales argentinos en base al método químico

N° muestra	Procedencia	Análisis químico			Pb U+0.36 Th	Edad en M.A.	Edad geológica	Analista
		U %	Th %	Pb %				
10.	La Estela, V. Larca, San Luis	71,89	0,01	0,09	0,001252	10 ± 1	Plioceno	1
11.	La Estela, V. Larca, San Luis	65,19	tr.	0,17	0,002607	20 ± 1	Mioceno	1
18.	Cerro Huemul, Malargüe, Mendoza	20,9	0,01	0,08	0,003827	29 ± 2	Oligoceno superior	1
12.	San Santiago, Jagüe, La Rioja	63,59	tr.	0,60	0,009434	72 ± 5	Terciario inferior	1
20.	Sonia, Guandacol, La Rioja	68,24	tr.	1,07	0,0157	120 ± 10	Cretácico inferior	2
21.	La Marthita, Guandacol, La Rioja	72,42	tr.	1,49	0,0205	156 ± 10	Triásico superior	2
13.	La Niquelina, Santa Victoria, Salta	57,93	tr.	1,29	0,02226	169 ± 10	Triásico medio	1
14.	San Victorio, Sañogasta, La Rioja	58,08	0,03	2,04	0,03511	268 ± 12	Devónico medio	1
15.	San Victorio, Sañogasta, La Rioja	56,15	tr.	2,01	0,03579	272 ± 15	» »	1
16.	San Victorio, Sañogasta, La Rioja	57,43	0,02	2,25	0,03917	298 ± 15	» »	1
1.	Santa Ana, Pringles, San Luis	72,21	0,10	4,33	0,059934	455 ± 25	Cámbrico medio	1
3.	La Elsa, San Javier, Córdoba	73,56	0,15	4,51	0,06126	466 ± 25	» »	1
5.	Cerro Blanco, Quebrada Tigre, Córdoba	72,81	1,67	4,56	0,06211	472 ± 25	» inferior	3
6.	Cerro Blanco, Los Guardias, Córdoba	75,51	0,51	4,75	0,06375	477 ± 25	» »	1
7.	Cerro Blanco, Los Guardias, Córdoba	75,68	0,25	4,83	0,06374	484 ± 25	» »	3
8.	Las Tapias, San Javier, Córdoba	66,68	7,50	4,66	0,06707	510 ± 25	Pre-cámbrico	1

1. Gordillo, Linares y Poljak (6)
2. Gordillo, Linares y Poljak (7)
3. Angelelli y Alfeld (3)

TABLA II
Análisis químicos e isotópicos

N°	Procedencia	Análisis químico				Análisis isotópico del Pb				Análisis isotópico corregido			Observaciones	
		U %	Th %	Pb %		204 %	206 %	207 %	208 %	206 %	207 %	208 %		
17...	San Victorio, La Rioja	46,3	0,02	2,30		0,1689	86,1871	6,9986	6,6526	83,2427	4,3424	0,2901		Corrección c/galena Franklin
17...	San Victorio, La Rioja	46,3	0,02	2,30		0,1689	86,1871	6,9986	6,6526	83,554	4,416	—		Corrección c/galena G. Bear Lake
2...	Santa Ana, San Luis	61,7	0,17	4,10		0,0073	94,635	5,3420	0,284	94,2305	5,2281	0,049		Corrección c/galena anal. Nier
4...	La Elsa, Córdoba	70,7	0,15	4,91		0,0004	94,023	5,3660	0,611	94,023	5,366	0,611		Sin corrección
9...	Las Tapias, Córdoba	63,35	7,3	4,85		0,011	91,63	5,2743	0,89	91,427	5,1023	2,669		

TABLA III
Edades por el método isotópico

Nº	Procedencia	Edades en M.A.			Edad media	Edad geológica	Observaciones
		Pb^{207}/U^{235}	Pb^{207}/U^{238}	Pb^{207}/Pb^{208}			
17...	San Victorio, La Rioja	$306 \pm 0,7$	$305 \pm 6,8$	302 ± 60	305 ± 10	Devónico inferior	Corrección e/galena Franklin
17...	San Victorio, La Rioja	307 ± 1	310 ± 7	331 ± 60	310 ± 15	»	Corrección e/galena G. Bear Lake
2...	Santa Ana, San Luis	459 ± 1	$462 \pm 10,4$	488 ± 64	465 ± 15	Cámbrico medio	Sin corrección
2...	Santa Ana, San Luis	460 ± 1	$460 \pm 10,6$	457 ± 63	460 ± 15	»	Con corrección
4...	La Elsa, Córdoba	477 ± 1	$480 \pm 10,8$	506 ± 64	490 ± 15	» inferior	Sin corrección
9...	Las Tapias, Córdoba	514 ± 1	516 ± 11	526 ± 64	520 ± 15	Pre-cámbrico	»
9...	Las Tapias, Córdoba	513 ± 1	$502 \pm 11,3$	456 ± 64	500 ± 15	»	Con corrección

V. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

A continuación se comparan los resultados obtenidos por medio de la relación plomo/uranio (tabla I y III), con las edades geológicas supuestas para cada una de las muestras en estudio.

A) EDADES DE LOS MINERALES PROCEDENTES DE PEGMATITAS DE LAS SIERRAS PAMPEANAS.

1. Resultados obtenidos.

Muestras 1 y 2. "Santa Ana", Pringles, San Luis.

Estas muestras provienen de un depósito pegmatítico explotado por berilo, ubicado en la Sierra de San Luis dentro del sistema de las Sierras Pampeanas.

La edad de la muestra 1 en base al método químico, fue de 455 ± 23 M.A., mientras que de la muestra 2 estudiada por el método isotópico, se obtuvieron dos series de resultados. La primera de dichas series resultó de efectuar el cálculo sin la corrección por la presencia de plomo común (dado la baja cantidad existente de Pb^{204} , 0,0073 %) y con ella se llegó a las edades de 459 ± 1 M. A., $462 \pm 10,4$ M. A., y $488 \pm 63,7$ M. A., para las relaciones Pb^{204}/U^{238} , Pb^{207}/U^{235} y Pb^{207}/Pb^{206} respectivamente. La segunda serie, luego de efectuada la corrección de plomo común, arrojó las edades de 460 ± 1 M. A., $460 \pm 10,3$ M. A., y $457 \pm 63,2$ M. A., para las relaciones citadas anteriormente.

De la observación de estos resultados, se desprende la total concordancia que presentan las edades obtenidas por medio de las distintas relaciones en base al método isotópico, tanto en uno como en otro caso, como así también con el resultado brindado por el método químico.

Ello prueba lo dicho en páginas anteriores con respecto a la edad de muestras provenientes de pegmatitas, cuya edad calculada por el método químico es concordante a la que se obtiene con el isotópico.

Los resultados indican además, de acuerdo con Stieff y Stern (comunicación verbal), que la muestra no ha sido afectada por fenómenos geológicos y que la edad media de este depósito puede considerarse como de 460 ± 10 .

Muestras 3 y 4. "La Elsa", dpto. San Javier, Córdoba.

Proceden estas muestras de una pegmatita localizada en la falda occidental de la Sierra de los Comechingones.

En este caso el método químico arrojó una edad de 466 ± 23 M. A., para la muestra 3 y de $477 \pm 1,1$ M. A., $480 \pm 10,8$ M. A., y 506 ± 64 M. A., utilizando las relaciones Pb^{206}/U^{238} , Pb^{207}/U^{235} y Pb^{207}/Pb^{206} , respectivamente, con el método isotópico sobre la muestra 4.

Aquí se tiene que mientras las edades calculadas en base a las relaciones Pb^{206}/U^{238} y Pb^{207}/U^{235} son concordantes entre sí y con la hallada para la muestra 3, no sucede lo mismo con la obtenida con la relación Pb^{207}/Pb^{206} . Es posible que ello se deba a una pérdida de plomo y uranio, en especial del primero dado el tipo de muestra estudiada, que hace posible la pérdida de Rn^{222} y por ende de Pb^{206} . En este caso la edad más apropiada para la muestra 4 será la basada en la relación Pb^{207}/Pb^{206} o sea de 506 ± 64 M. A., lo que ubicaría la edad de este depósito muy cercana al límite de separación pre-cámbrico-Cámbrico.

Dada la gran concordancia obtenida en base a las otras relaciones y que la divergencia con la edad obtenida con la restante no es muy grande, se propone como edad media para este depósito la de 490 ± 25 M. A.

Muestra 5. "Cerro Blanco", Qda. del Tigre. Córdoba.

Esta muestra procedente de un depósito similar a los anteriores, ubicado en la Sierra de Comechingones, arrojó por medio del método químico una edad de 472 ± 23 M. A.

Muestras 6 y 7. "Cerro Blanco", Los Guardias, Córdoba.

También proceden estas muestras de una pegmatita ubicada en la Sierra de los Comechingones. En base a los datos de análisis químicos efectuados por distintos analistas (3,6), el método químico asigna una edad de 477 ± 25 M. A. y 484 ± 25 M. A. a estas muestras. Ello evidencia una buena concordancia y permite asignar a este depósito una edad media de 480 ± 25 M. A.

Muestras 8 y 9. "Las Tapias", San Javier, Córdoba.

Estas muestras provienen del depósito pegmatítico explotado por berilo, ubicado en la Sierra Grande.

La muestra 8 estudiada por el método químico dio una edad de 510 ± 25 M. A. La 9, investigada por el método isotópico, arrojó sin la corrección por plomo común las edades de $514 \pm 1,1$ M. A., 516 ± 11 M. A. y 526 ± 64 M. A., para las relaciones Pb^{206}/U^{238} , Pb^{207}/U^{235} y Pb^{207}/Pb^{206} , resultados estos que se encuentran en buena concordancia entre sí y con la edad obtenida para la muestra 8.

Efectuada la corrección por plomo común, las edades obtenidas fueron de $513 \pm 1,1$ M. A., 502 ± 11 M. A. y $456 \pm 63,2$ M. A. para las citadas relaciones. En este caso mientras las edades obtenidas por las relaciones Pb^{206}/U^{238} y Pb^{207}/U^{235} se hallan en concordancia con las calculadas del modo descrito anteriormente, no sucede lo mismo con la hallada por medio de la relación Pb^{207}/Pb^{206} .

Esto puede deberse según Stieff y Stern (com. verb.) a las siguientes causas:

- a) pérdida de uranio y plomo, lo que de confirmarse aconsejaría como mejor edad la de $456 \pm 63,2$ M. A. o sea la hallada por Pb^{207}/P^{206} .
- b) inseguridad en la corrección del plomo común dada su baja cantidad, por lo que en este caso la mejor edad sería la obtenida en base a las otras relaciones.

La muestra estudiada es una de las uraninitas más frescas que se han utilizado para el presente estudio y además de poseer el mayor peso específico, es la que presenta una menor oxidación; en base a ello se supone que el segundo caso es el más exacto y por ello el resultado así obtenido estaría más de acuerdo con los hallados para ambas muestras. Esto lleva a asignar a este depósito una edad de 520 ± 25 M. A.

2. Nota sobre la edad de las muestras 1 a 9.

Las muestras numeradas del 1 al 9, provienen de distintos depósitos pegmatíticos ubicados dentro del sistema de las Sierras Pampeanas. Las rocas graníticas componentes de esta unidad estructural, han sido supuestas como pertenecientes al Precámbrico por algunos autores, mientras que otros las ubican en el Paleozoico, más exactamente en el Devónico.

Las edades obtenidas sobre estas muestras, ya sea en base al método químico o al isotópico, oscilan entre 455 y 520 M. A. Si bien la mayoría de ellas se encuentra entre los 455 y 484 M. A., lo que las ubica en el cámbrico inferior a medio, las muestras procedentes de Las Tapias, con su edad superior a los 510 M. A. las localiza en el Precámbrico superior.

Todo esto parece confirmar la primera hipótesis expuesta más arriba, o sea la edad pre-cámbrica de las rocas graníticas, lo que además se encuentra reforzado por los siguientes factores:

- a) el límite pre-cámbrico cámbrico de 510 M. A. no se halla aún bien fijado. Por lo tanto de ser el mismo menor y cercano a los 450 M. A. —como algunos autores sostienen— todas las muestras estudiadas tendrían una edad precámbrica;
- b) en caso contrario y de ser exacto dicho límite, puede suponerse que las edades calculadas se hallan afectadas por algunos errores, debido al estado de alteración de las muestras estudiadas. Por ello las edades obtenidas serían menores que las reales. Esto parece confirmarse por el hecho de que la muestra más fresca del conjunto (perteneciente a Las Tapias) es la que arroja una edad mayor;
- c) no se conoce en nuestro país, ningún ciclo magmático dentro del cámbrico, el que por otra parte se halla bien estudiado. Este es otro factor que argumenta en favor de una edad mayor para las pegmatitas;
- d) finalmente en el caso posible de que las pegmatitas sean de edad variable entre precámbrico y cámbrico —lo que tampoco puede descartarse— ello indicaría igual, que las rocas graníticas de las Sierras Pampeanas no pueden poseer una edad mayor que Pre-cámbrico.

De lo expuesto, surge que las rocas graníticas de las Sierras Pampeanas son de edad Pre-cámbrica y no Devónica. La presente aseveración tratará de confirmarse en un futuro cercano, aplicando el método de Larsen (plomo/alfa) sobre muestras provenientes del sistema citado.

B) MUESTRAS PROVENIENTES DE YACIMIENTOS EN VETA.

1. *Muestras 10 y 11. "La Estela", V. Larca, San Luis.*

La edad de la mineralización de este depósito fue supuesta como terciaria (2) y los resultados obtenidos por medio del método químico confirman esta suposición.

La muestra 10 con una edad de 10 ± 1 M. A. la ubica en el Plioceno, mientras que la 11 con una edad de 20 ± 2 M. A. la localiza en el Mioceno. El autor se inclina por esta última cifra, por cuanto la primera muestra se hallaba mucho más alterada que la segunda lo que podría haber provocado una pérdida de Pb y por lo tanto una edad menor.

Sin embargo se cree necesario confirmar este resultado por medio

del método isotópico, antes de poder abrir juicio definitivo sobre la edad de la mineralización de este yacimiento.

2. *Muestra 12.* “San Santiago”, Jagüe, La Rioja.

La edad obtenida para esta muestra por el método químico de 72 ± 5 M. A., la ubica en el terciario inferior. Será necesario como en el caso anterior, confirmar este resultado por medio del método isotópico, pues es posible —dado el tipo de depósito— la presencia de plomo común. En este último caso la edad real podrá ser menor que la conocida hasta el presente.

3. *Muestra 13.* “La Niquelina”, Santa Victoria, Salta.

También por medio del método químico se ha obtenido una edad de 169 ± 10 M. A., lo que la ubica en el triásico medio.

Si bien no existen estudios que permitan confirmar o rectificar este resultado, se supone que la edad calculada es mayor que la real dado la posible contaminación por plomo común, de probable existencia en este yacimiento.

Por lo tanto y hasta que no se pueda efectuar el estudio isotópico de esta muestra, es aventurado fijar una edad definitiva para la mineralización uranífera de este depósito.

4. *Muestras 14 a 17.* “San Victorio”, Sañogasta, La Rioja.

Las edades obtenidas por medio del método químico sobre las muestras 14, 15 y 16 fueron de 267 ± 12 M. A., 272 ± 13 M. A. y 298 ± 15 M. A. respectivamente.

Del método isotópico efectuado sobre la muestra 17, se tienen dos series de resultados en base a distintas formas de corrección del plomo común. En un primer caso se obtuvieron las edades de 306 ± 1 M. A., $305 \pm 6,8$ M. A. y 302 ± 60 M. A. y en el segundo de 307 ± 1 M. A., 310 ± 7 M. A., y 331 ± 60 M. A., para las relaciones Pb^{206}/U^{238} , Pb^{207}/U^{235} y Pb^{207}/Pb^{206} en ambos casos respectivamente.

Observando ambas series de resultados se nota que los mismos guardan entre sí —en especial en la primera serie— una notable concordancia y que además las dos series asignan a esta muestra una edad muy similar, tanto que en el primer caso la edad media es de 305 ± 10 M. A. y en el segundo de 310 ± 15 M. A.

Esta concordancia tan buena entre las edades obtenidas por este método, siguiendo dos caminos diferentes, indican que la muestra en estudio no se halla afectada por fenómenos geológicos y además, que la edad obtenida puede tomarse como verdadera.

De acuerdo con esto, la edad de la mineralización uranífera se considera de 310 ± 15 M. A., lo que la ubica en el Devónico inferior.

Este resultado corroboraría lo expuesto por De Alba (4) acerca de la edad del granito del Famatina, dado que el origen de la mineralización de este yacimiento se vincula con la intrusión de dichas rocas. Según el citado autor, el granito del Famatina es post-tremadociano y pre-carbónico y esto se halla de acuerdo con la edad obtenida para la muestra del yacimiento San Victorio.

C) MUESTRAS PROVENIENTES DE DEPÓSITOS URANÍFEROS EN SEDIMENTOS.

1. *Muestra 18.* "Cerro Huemul", Malargüe, Mendoza.

En este caso se ha obtenido por medio del método químico una edad de 29 ± 2 M. A. lo que ubica la mineralización uranífera de este depósito en el Oligoceno.

Dado que en esta zona uranífera se conoce la presencia de galena, es posible que la edad que se obtenga por el método isotópico sea algo menor, pero con toda posibilidad no mucho menor, debido a la escasa cantidad de dicho mineral presente.

En base al resultado obtenido, lo más importante es el hecho de que el mismo prueba el origen epigenético de la mineralización uranífera de este depósito, dado que la roca portadora de la misma, corresponde a sedimentos areniscosos-congloméricos del Diamantiano (Cretácico medio).

2. *Muestras 20 y 21.* "La Marthita" y "Sonia", Guandacol, La Rioja.

Las edades obtenidas por el método químico de 120 ± 10 M. A. (Cretácico inferior) y de 156 ± 10 M. A. (Triásico superior), son muy discrepantes entre sí, ya que ambas muestras provienen de yacimientos muy similares y ubicados muy cercanos entre sí.

En base a lo antedicho, se cree necesario efectuar sobre estas muestras el estudio isotópico, antes de poder certificar la edad de la mineralización uranífera de este distrito.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer término a los doctores L. R. Stieff y T. W. Stern del United States Geological Survey, por todos los datos y asistencia que prestaron al suscripto, como asimismo por haberlo iniciado en estas investigaciones.

Asimismo al Ing. Angelelli y al Dr. Pedro N. Stipanovic de la C.N.E.A. por la ayuda y estímulo que permitieron llevar a cabo el presente trabajo. A los doctores Roberto O. Toubes, Jorge A. Valvano, Jorge F. Villar Fabre y Juan Flegenheimer, de la citada repartición, por la colaboración prestada en la lectura y corrección del manuscrito.

Hallándose en prensa este trabajo, el 5-XI-1960 se produjo el fallecimiento del doctor Jorge A. Valvano, a cuya memoria, en mi nombre y en el de los integrantes de la División Lab. de Investigaciones de la CNEA, dedico el presente.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

1. ANGELELLI, V. 1950. *Recursos minerales de la República Argentina. I. Yacimientos metalíferos.* — Rev. Inst. Nac. Inv. Cs. Nat. Cs. Geol. II.
2. — 1958. *Los minerales de uranio. Sus yacimientos y prospección.* — C.N.E.A.
3. ANGELELLI, V. Y ALFHELD, F. 1948. *Las especies minerales de la República Argentina.* — Univ. Nac. Tucumán. Inst. Geol. y Minas. Pub. 458. Jujuy.
4. DE ALBA, E. 1956. *Acerca de la edad del granito del Famatina.* — Rev. Asoc. Geol. Arg., XI, 1, 76-79.
5. FAUL, H. 1954. *Nuclear Geology.* J. Wiley & Sons. N. York.
6. GORDILLO, C. E., LINARES, E. Y POLJAK, R. J. 1957. *Contribución al conocimiento de algunas uraninitas y pechblendas de la República Argentina.* — C. N.E.A. Ser. Geol. I, 1.
7. GORDILLO, C. E., LINARES, E. Y POLJAK, R. J. 1959. *Pechblendas con alto contenido de circonio de Guandacol, La Rioja.* — C.N.E.A. Inf. 21.
8. GOTTFRIED, D., SENFTLE, F. E. Y WARYNG, C. L. 1956. *Age determination of zircón crystals from Ceylon.* — Amer. Miner. 41, 157-161.
9. GOTTFRIED, D., JAFFE, H. Y SENFTLE, F. E. 1959. *Evaluation of the Lead-alpha (Larsen) method of determining ages on igneous rocks.* — U.S.G.S. Bull. 1097-A.
10. JAFFE, H., GOTTFRIED, D., WARYNG, C. L. Y WORTHING, H. 1959. *Lead-alpha age determinations of accessory minerals of igneous rocks.* — U.S.G.S. Bull. 1097-B.
11. KEEVIL, N. B. 1939. *The calculation of geological age.* — Amer. Jour. Scien. 237.
12. KULP, J. L., BROECKER, W. S. Y ECKELMANN, W. R. 1953. *The Pb²¹⁰ method of age determination.* — Nucleonics. 11, 8.
13. KULP, J. L., BROECKER, W. S. 1953. *Present status of the Lead Method of age determination.* — U.S.A.E.C. NYO 6200.
14. KULP, J. L. Y ECKELMANN, W. R. 1957. *Discordant U-Pb ages and mineral type.* — Amer. Miner. 42, 154-164.

15. LARSEN, E. S. JR., KEEVIL, N. B. y HARRISON, H. C. 1952. *Method of determining the age of Igneous Rocks using the accessory minerals.*—*Geol. Soc. Amer. Bull.* 63, 1045-1052.
16. LINARES, E. 1956. *El yacimiento "Cerro Huemul", Malargüe, Hendoza.* — *Tesis Univ. Bs. As.* (inédito).
17. LYONS, J. B., JAFFE, H., GOTTFRIED, D. y WARYNG, C. L. 1957. *Lead-alpha ages of some New Hampshire Granites.* — *Amer. Jour. of Scienc.* 225, 527-546.
18. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1931. *The Age of the Earth.* Washington D. C.
19. NIER, A. O. 1939. *The isotopic constitution of radiogenic leads and the measurements of geological time.* — *II Phys. Rev.* 55, 153.
20. PALACHE, CH., BERGMANN, H. y FRONDEL, C. 1946. *The System of Mineralogy of E. S. Dana.* J. Wiley & Sons. N. York.
21. RANKAMA, K. 1954. *Isotope Geology.* McGraw Hill Books.
22. SENFTLE, F. E., STIEFF, L. R., CUTTITA, F., KURODA, P. K. 1957. *Comparison of the isotopic abundance of U^{235} and U^{238} and the radium activity ratios in Colorado Plateau uranium ores.* — *Geoch. et Cosm. Acta*, II, 189-193.
23. SCHUCHER, C. 1931. *Geocronology or the age of the Earth on the basis of sediments and life.* — *Bull. Nat. Res. Council.* Washington D. C.
24. SMILEY, T. L. 1955. *Geocronology.* Univ. of Arizona. Tucson.
25. STIEFF, L. R. y STERN, T. W. 1956. *Interpretation of the discordant age sequence of uranium ores.* — *U.S.G.S. Prof. Paper* 300.
26. STIEFF, L. R., STERN, T. W., OSHERO, S. y SENFTLE, F. E. 1959. *Tables for the calculation of lead isotopes ages.* — *U.S.G.S. Prof. Paper* 334-A.
27. TILTON, G. R., PATTERSON, C., BROWN, H., INGRAM, M., HAYDEN, R., HESS, D. y LARSEN, E. S. JR. 1955. *Isotopic composition and distribution of lead, uranium and thorium in a Precambrian granite.* — *Bull. Geol. Soc. Amer.* 66, 1131-1148.
28. WICKMAN, F. E. 1942. *On the emanating power and the measurement of geological time.* — *Geol. For. Stockholm.* 6, 4.
29. WILLIAMS, H. S. 1893. *The elements of the geological time-scale.* — *Journ. Geol. Chicago* I, 283-295.
30. ZOUNER, F. E. 1952. *Dating the Past.* Methuen y Co. Londres.

Manuscrito recibido julio 1960.

FLORA CRETACICA DE LA SERIE DEL CASTILLO

AL S DEL CERRO CACHETAMAN, CHUBUT ¹

POR CARLOS ALBERTO MENENDEZ ²

RESUMEN

En base a la identificación de las plantas fósiles descritas en este trabajo, se discute la relación de las mismas con las floras cretácicas conocidas y se le asigna una edad senoniana, posiblemente maestrichtiana por su vinculación a la flora del Cerro Guido, de posición estratigráfica bien definida.

SUMMARY

This paper refers to the fossil flora found in the sediments of the Serie del Castillo, out-cropping in the S. of Cerro Cachetamán, W. of Lake Muster, Chubut. An upper Cretaceous age (Maestrichtian) is assigned to this flora on the basis of the study of their elements and the relationships with others Cretaceous floras.

Al S del cerro Cachetamán, 30 km al W del lago Muster, en Chubut, el doctor di Persia halló en sedimentos de la Serie del Castillo, restos de una flora fósil que me entregó el doctor Suero para su determinación.

Los ejemplares de esta flora aparecen como improntas grabadas sobre una tufita amarillenta, en la cual hay pequeños y numerosos huecos que ocuparon restos leñosos muy fragmentados. Del material coleccionado son relativamente pocas las improntas completas y determinables, no obstante ello los elementos identificados evidencian su relación con las floras conocidas del Cretácico superior.

Desde el hallazgo de Hauthal (16) de la rica flora del cerro Guido, que determinó Kurtz (13), publicando solamente la lista del ma-

¹ Trabajo presentado en las Iras Jornadas Geológicas Argentinas, San Juan.

² Museo Argentino de Ciencias Naturales, B. Rivadavia. Sección Paleobotánica, Buenos Aires.

terial, el conocimiento de los elementos de las floras cretácicas de Argentina sólo fue incrementado por pequeñas floras descritas por Spegazzini, Berry y Frenguelli.

Las plantas descritas por Spegazzini (22), coleccionadas por Carlos Ameghino, proceden de un cerro situado a unos 250 km de la desembocadura del río Deseado (47° de latitud S y 69°30' de longitud). Kurtz (18, pág. 57) citó anteriormente este hallazgo de plantas y las ubica en el Eoceno., lo mismo hace Spegazzini a pesar de observar que: "el grado de evolución de los vegetales de este depósito fosilífero, recuerda de un modo notable los *Dakota beds*, de Norte América, pero, a mi parecer, los tipos me inclinan a considerarlo algo más moderno y localizarlo en el Eoceno medio".

El material que Berry estudia en 1928, de la zona de río Chalia (5) como mioceno, puede considerarse como otro aporte al conocimiento de la flora cretácica, pues Frenguelli (14, pág. 239) coleccionó del mismo lugar, plantas intercaladas entre estratos con *Eriphyla sehuena* Ih., *Exogyra guaranítica* Ih. *Potamides patagonensis* Ih. y otros moluscos característicos del Sehueniense de Ameghino, es decir, un horizonte atribuido por la mayoría de los autores, al Senoniano. Además es la misma región de donde posteriormente Berry (6), describe la flora del cerro Baguales en el valle del río Shehuen del Cretácico superior. Entre el material coleccionado por Frenguelli hay elementos comunes al descrito por Berry en ambos trabajos citados.

En 1930 Frenguelli (23), en su trabajo sobre restos vegetales del Chubutiano de la Sierra de San Bernardo, Chubut, transcribe la determinación de Hicken de plantas coleccionadas por el ingeniero Piatnitzky en el cañadón Nahuel, del cerro San Bernardo, y deja constancia de la similitud de la flora de dicho cerro con la del cerro Guido y con la de Spegazzini del S del río Deseado, considerándolas probablemente de una edad intermedia entre el Eoceno medio y Cenomaniano, pero dentro del Supracretácico.

En el trabajo citado (6) sobre el *Cretácico superior del Cerro Baguales*, Berry identifica alguno de los ejemplares con los de cerro Guido y rectifica alguna de las determinaciones de Kurtz, basándose en la bibliografía usada por este autor para hacer sus comparaciones.

Es así, como entre la flora del cerro Baguales y cerro Guido, da como comunes a: *Gleichenites piatnitzky* Berry con *Gleichenites* cf. *gracilis* de Kurtz; *Dennstaedtia* o *Dryopterites*, con *Asplenium dicksonianum* Heer; *Menispermities piatnitzky*, con *Cinnamomum heeri*, Lesq.; *Paranynphaea proteaefolia* Berry, con *Protophyllum* cf. *rugosum* Lesq.;

Sterculia sehuensis Berry, con *Sassafras acutilobum* Lesq. o *Liquidambar integrifolium* Lesq.; *Laurophyllum proteaefolium*, con *Salix proteaefolia* Lesq. y *Laurophyllum Kurtzi* Berry, con *Perseophyllum hauthalianum* Kurtz, vale decir, que todas las especies descritas para el cerro Baguales, salvo una, *Myrcia santacruensis* Berry, están presentes en cerro Guido. Berry encuentra en la flora de cerro Baguales, mayor semejanza con las del Cretácico superior de Norteamérica, que con otras de Europa y supone a la misma, de origen septentrional. En base al análisis de sus elementos la considera del Aturiano.

La flórula de cerro Cachetamán, cuyo grado de relación con las citadas se verá más adelante, posee los elementos siguientes:

Gleichenites sp.

Lám. I, fig. 1.

Dos partes terminales de una pinna son los restos que se determinan por el aspecto de sus pinnulas, como posibles *Gleichenites*.

El ejemplar n^o 7647 PB BA ¹, fragmento de pinna de 15 mm de largo y 6 mm de ancho máximo, consta de pinnulas alternas aproximadamente elípticas, coalescentes en su base de 3,5 mm de largo y 3 mm de ancho. De su nervadura sólo se distingue un nervio medio con algunos laterales poco nítidos.

El ejemplar n^o 7648 posee pinnulas de igual forma que el anterior, pero de superficie bien convexa y sin marca de nervaduras.

Gleichenites piatnitzky Berry (6, pág. 21) de cerro Baguales, es de pinnulas más pequeñas y más coalescentes entre sí; esta especie, según su autor, correspondería al ejemplar que Kurtz determina para cerro Guido, como *Gleichenites* cf. *gracilis* Heer.

El ejemplar citado por Hicken como *Pecopteris* sp. (13, fig. 3), es muy posiblemente una especie de *Gleichenites*, algo parecida a la del cerro Cachetamán.

Dryopterites problematicus Berry

Lám. I, fig. 2.

Los pequeños fragmentos de esta especie son perfectamente asimilables a los ejemplares descritos por Berry para el Cretácico superior (Aturiano), de cerro Baguales (6, pág. 23, lám. I, fig. 6-7), pero no

¹ Número y sigla de la Colección Paleobotánica del Museo Argentino de Ciencias Naturales B. Rivadavia, Buenos Aires.

aportan mayores detalles como para conocer su segura posición geográfica.

El ejemplar n^o 6649 es una porción de pinna de 2 cm de largo, de fuerte raquis, con pinnulas alternas, densamente dispuestas en ángulo bien abierto con respecto al raquis, casi recto en las más inferiores.

Las pinnulas tienen un máximo de 6 mm de largo y 3 mm de ancho, son lobuladas, con 4 ó 5 lóbulos de cada lado; del nervio medio bien marcado de las mismas, salen nervios laterales que se bifurcan una vez antes de alcanzar el margen en cada lóbulo.

Berry supone que esta especie sería la que Kurtz cita como *Asplenium dicksonianum* Heer para cerro Guido (18, pág. 49), esto es posible, aunque esa especie posee pinnulas mayores, con mayor número de lóbulos y de forma más alargada.

Dryopteris problematicus Berry sólo tiene valor de correlación con el yacimiento de cerro Baguales, pues su relación con los especies del mismo género de Norte América, posiblemente, es sólo morfológica.

***Nilssonia* sp.**

Lám. I, fig. 3.

El resto más completo atribuido a *Nilssonia* es un fragmento de fronde de 3,5 cm de largo y 4 cm de ancho, de esta última medida 2,9 cm corresponden a la hemilámina izquierda y el resto al fragmento de la derecha; ambas aparecen marcadamente combadas desde el raquis hacia el borde. La primera está constituida por dos segmentos desiguales de 10 mm y 17 mm, respectivamente, de ancho y la segunda por un segmento de 16 mm (n^o 7651).

Los nervios se extienden paralelamente desde el raquis hacia el borde de la lámina, siguiendo un curso algo falcado y con escasas bifurcaciones separadas entre sí de 0,4 a 0,7 mm.

El raquis de casi 2 mm de ancho ha dejado un profundo surco que indica su posición inferior a la superficie de la lámina.

Los otros restos hallados carecen de importancia, pues son sólo fragmentos de la lámina.

El estado fragmentario de los restos impide hacer una determinación específica.

Laurophyllum Kurtzi Berry

Lám. I, figs. 6-7.

Berry, Stud. Geol. J. Hopkins Univ. 12 : 30, tab. II, fig. 3; Frenguelli, Not. Mus. La Plata 16 (98) : 245, fig. 6.

Los ejemplares n^{os} 7654 y 7655, aunque incompletos, coinciden perfectamente con el fragmento tipo de *Laurophyllum (Persea?) Kurtzi* Berry (6, pág. 30, lám. II, fig. 3) atribuidos al Cretácico superior del cerro Baguales y con el ejemplar descrito por Frenguelli, para la misma zona de Berry, en el Alto Río Chalia (14, pág. 245, fig. 6).

Ambos ejemplares de esta especie son fragmentos de la parte basal de una hoja; el ejemplar 7654 de posible consistencia coriácea, (lám. I, fig. 6), tiene 24 mm de ancho máximo, conserva parte del pecíolo y el nervio medio se grabó en marcado relieve, del mismo salen dos pares de nervios laterales, los más basales, curvándose, siguen, más o menos paralelamente el borde liso de la hoja; de los nervios laterales siguientes sólo se ve su trayectoria inicial, suficiente para apreciar el ángulo de inserción y curvatura similar a los nervios basales.

Tanto en tamaño como en forma y distribución de nervios, hay una similitud perfecta con el ejemplar de Frenguelli (14), equiparación que resiste aun la superposición de la figura de este último con el calco, tomado del fragmento de la Serie del Castillo.

El ejemplar 7655 es de menor ancho, 31 mm, medida más próxima a la del material de Berry (lám. I, fig. 7).

Los sedimentos de donde procede el ejemplar tipo de *Laurophyllum Kurtzi* Berry son del Cretácico superior, según Berry (6, pág. 15). Frenguelli (14) cita a *L. Kurtzi* para los estratos de areniscas y tobas amarillentas próximas al cerro Bagual, en la región de Mata Amarilla, donde halló alguna de las especies descritas por Berry (5) para la misma zona, río Chalia, según el primer autor, erróneamente atribuidas al Mioceno, pues proceden “de sedimentos intercalados entre estratos conteniendo *Eriphyla sheuena* Ih., *Exogyra guaranítica* Ih., *Potamides patagonensis* Ih. y otros moluscos característicos del Sheueniense de Ameghino, esto es, de un horizonte que la mayoría de los autores (Ameghino, von Ihering, Wilckens, Bonarelli, Feruglio) atribuyen al Cretácico superior (Senoniense)”. Hace notar, además, el mismo autor que posteriormente Berry (6, pág. 13), describe material de “cerro Baguales in the Shehuen valley Santa Cruz Territory” asignado al

Cretácico superior, ignorando el origen geográfico y estratigráfico común con la flora por él estudiada anteriormente, de río Chalia.

Laurophyllum Kurtzi Berry sería para Berry la especie que Kurtz cita para cerro Guido como *Perseophyllum hauthalianum*.

***Laurophyllum Hickenii* sp. nov.**

Lám. I, figs. 4-5.

Entre el material de la Serie del Castillo hay restos de hojas que a pesar de ser incompletas coinciden con otro elemento del Chubutiano del cerro San Bernardo, citado por Frenguelli (13, pág. 34, fig. 5); se trata de la hoja de Laurácea, que Hicken determinó como posible *Goeppertia*.

El ejemplar n^o 7657 es una hoja lanceolada, sin el extremo apical, de 2,7 cm de ancho y que completa debió tener alrededor de 9 cm de largo. Su base no es tan acuminada como la reconstrucción del trabajo de Frenguelli, posee un pecíolo de 1,5 mm de ancho, conservado en una extensión de 1 cm.

La curvatura del margen, hacia el ápice de la hoja, permite suponer que éste sería más acuminado que la base. La nervadura, marcada levemente, es pinnatinervada, con nervios secundarios unidos en arco, sin alcanzar directamente el borde de la hoja, sino por medio de nervios de orden inferior que llegan hasta un nervio marginal.

El ejemplar n^o 7658 es un fragmento del medio superior de la hoja, de 2,4 cm de ancho máximo y 1,2 cm de ancho en el extremo apical, trunco por rotura. Su nervadura está menos marcada que en el ejemplar anterior, pero es posible reconocer los detalles coincidentes con los del ejemplar del cerro San Bernardo.

***Laurophyllum proteaefolium* Berry**

Lám. I, figs. 8-10.

El ejemplar n^o 7659 es el resto más completo de aquellos cuya forma y nervadura guardan un estrecho parecido con los ejemplares de *Laurophyllum (Nectandra) proteaefolium* Berry del Cretácico superior del cerro Baguales (6, lám. II, figs. 1-2). Es una hoja sin la parte apical, lanceolada, con un ancho máximo de 2,3 cm, un largo parcial de 5,5 cm y de consistencia coriácea.

Desde la base de la misma nacen dos nervios laterales que recorren paralelamente el margen. Los nervios secundarios forman ángulos agu-

dos con el nervio medio, curvados en su curso hacia el margen al que recorren paralelamente (lám. I, fig. 10).

El ejemplar n^o 7660 (lám. I, fig. 9) es un fragmento de hoja con las nervaduras que permiten caracterizar esta especie, nervio medio bien marcado, del cual salen los nervios secundarios levemente curvados hacia el margen; de éstos nacen otros nervios terciarios que se abren hacia el borde, uniéndose a los marginales.

El ejemplar n^o 7661 es aún más fragmentario; son bien visibles las nervaduras secundarias que nacen en la base de la hoja, bordeando paralelamente el margen, aunque algo más separadas que lo visto en los ejemplares anteriores.

De la parte terminal de la hoja hay un solo ejemplar (lám. I, fig. 8), con su ápice acuminado y nervaduras bien marcadas.

No aportan estos ejemplares mayores elementos morfológicos para discutir la posición genérica de esta especie.

***Cissites parvifolius* (Font.) Berry var. *argentina* nov. var.**

Lám. II, fig. 1.

La única impronta de esta especie consiste en un fragmento de hoja de 4 cm de largo, en la cual se conserva la impresión de dos de los tres lóbulos principales, que debería tener completa; éstos a su vez presentan lobulaciones secundarias (n^o 7663).

Los nervios primarios, bien marcados, se disponen radialmente desde la base de la hoja, sobre el eje de los lóbulos principales; el correspondiente al lóbulo central es más grueso que los demás; de éstos salen lateralmente otros nervios, en ángulos aproximados de 25° a 35°, a lo largo de los lóbulos secundarios; una tercera ramificación de las nervaduras remata en el borde de los lóbulos menores. Aparte de estas nervaduras, visibles a simple vista, con ayuda de una lupa e incidencia rasante de luz, se descubren nervaduras finas con posición casi normal a las principales, bordeando paralelamente el margen de la hoja al llegar al mismo.

La forma de la hoja tiene estrecha similitud con *Cissites parvifolius* (Font.) Berry de la Formación Patapsco (Albiano) de Federal Hill, Maryland, en Estados Unidos de América (1, pág. 482, láms. 91-92), aunque con los senos principales más amplios, menos lobulaciones secundarias y nervadura fina con disposición algo distinta. Estas variaciones me han inducido a considerar este ejemplar como una variedad de la citada especie, a la cual puede incluirse aquel determinado por Hicken como *Cocculites?* sp. (13, pág. 34, fig. 4) del Chu-

butiano de cerro San Bernardo, Chubut. Es ésta la impronta fragmentaria de una hoja trilobada, de menor tamaño que la del cerro Cachetamán, pero de idéntica forma.

La especie original de Fontaine, *Vitiphyllum parvifolium* (12, pág. 309, lám. CLXXII, figs. 11-12) corresponde a ejemplares de hojas más pequeñas y que Berry (1, pág. 482) considera como hojas jóvenes de la especie denominada por Fontaine *Vitiphyllum multifidum* (12, pág. 309, lám. CLXXIII, figs. 1-9). Incluye también el mismo autor en *C. parvifolius* a *C. obtusilobus* Saporta, del Albiano de Portugal.

Cissites formosus Heer, del Cretácico superior de Groenlandia, es parecido en alguna de sus diversas formas citadas a la variedad argentina de *C. parvifolius*, en especial al ejemplar de la formación Karitan (Cenomaniano) de Texas (3, pág. 170, lám. XL, fig. 5), aunque los senos principales de éste son mucho menos profundos. En los ejemplares de Amboy Clays, de Nueva Jersey (Cenomaniano) (20, pág. 107, lám. XLVII), la nervadura fina sale perpendicularmente a las nervaduras principales, tal como en *C. parvifolius* var. *argentina*. Aparte de las localidades citadas, *Cissites formosus* fue hallada en las formaciones Tuscaloosa de Alabama (Cenomaniano-Turoniano), Magothy de Maryland (Turoniano) y areniscas de Dakota, Kansas (Turoniano).

Cissites dentato-lobatus Lesq. (19, lám. XLVI, fig. 4) de las areniscas de Dakota (Turoniano), está también dentro de la forma general de las especies arriba mencionadas y es de hacer notar que las nervaduras más finas bordean el margen, como es posible ver en *C. parvifolius* var. *argentina*, aunque es de hojas mucho más grandes que las de ésta y de senos menos profundos con relación a sus lóbulos.

Cissites patagonica Berry (7, pág. 44, láms. VII y IX, fig. 5) del cerro Funes, no tiene ninguna relación de semejanza con *C. parvifolius* var. *argentina*.

Lo mismo puede decirse de *Cissites affinis* (Lesq.) Lesq., de las areniscas de Dakota, con la cual Kurtz (18, pág. 54) identifica un ejemplar del cerro Guido, lamentablemente sin ilustrar.

***Sterculia patagonica* (Spegazzini) nov. comb.**

Lám. II, fig. 2.

Carolites patagonica Spegazzini, Com. Mus. Nac. Hist. Nat. 2 : 100 (1924).

Sterculia acuminataloba Berry, Stud. Geol. J. Hopkins Univ. 12 : 44, lám. VIII (1937).

El ejemplar n° 7664 es la impronta de una hoja palmatilobada y palmatinervia, la cual conserva un lóbulo fragmentado a la izquierda

del más completo y tres a la derecha. El lóbulo más completo tiene 3 cm de largo, unido a los laterales en una extensión de algo menos de 1 cm y mide 4,5 mm de ancho en la base de su parte libre, acuminándose suavemente hasta el ápice; los laterales, algo más angostos, están fragmentados, salvo el del extremo derecho que tiene 12 mm.

Sólo el nervio medio de cada lóbulo es bien visible; los laterales apenas se insinúan, salen en ángulo abierto, llegando hasta el borde, donde se unen con el nervio marginal.

Presenta este ejemplar evidente identidad con el ejemplar del cerro Funes, *Sterculia acuminataloba* Berry, ilustrado por su autor en la lámina VIII, fig. 4 (7); éste tiene 5 lóbulos y el ejemplar de cerro Cachetamán tiene 3 sobre el lado derecho del lóbulo completo y uno en el izquierdo.

Al asignar esta especie a los ejemplares de Berry he comprobado la estrecha correspondencia de éstos con el ejemplar que Spegazzini denominó *Carolites patagonica* (22, pág. 100, fig. en pág. 101) y de la cual dice: "que se trata casi seguramente de una Sterculiácea"; por lo tanto, respetando la prioridad de este autor y confirmando Berry su pertenencia a las Sterculiáceas, al ubicar independientemente ejemplares idénticos en el género *Sterculia*, corresponde aceptar la especie de Spegazzini transferida al género *Sterculia*.

Esta especie Spegazzini la citó para un depósito fosilífero ubicado aproximadamente a los 47° de latitud austral y 69° 30' de longitud, descubierto por Carlos Ameghino "... en la falda oriental de un cerro que hace parte de una meseta basáltica que se desprende en dirección S-SE, a unos 250 kilómetros de la boca del río Deseado, estando dicho cerro a la distancia de más o menos 25 kilómetros de la orilla austral del río mencionado..." (22, pág. 96), cuyo contenido fosilífero "recuerda de un modo notable los Dakota Beds, de Norteamérica, pero, a mi parecer, los tipos me inclinan a considerarlo algo más moderno y a localizarlo en el Eoceno medio" (22, pág. 107). Además Kurtz, que tuvo en sus manos ejemplares de la misma colección, consideró en principio a los mismos como eocénicos (18, pág. 57). Más adelante se tratará la edad actualizada de esta flora.

Los ejemplares de Berry determinados como *Sterculia acuminataloba* son del cerro Funes, atribuidos por dicho autor al Paleoceno.

***Sterculia platanoides* (Engelhardt) nov. comb.**

Mallotus (?) *platanoides* Engelhardt, Abhandl. Senckenb. Natur. Ges. 16 : 673, lám. 12, fig. 2 (1891).

Sterculia patagonica Berry, Stud. Geol. J. Hopkins Univ. 6 : 218, lám. 9, fig. 5-6 (1925).

Sterculia patagonica Berry, Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. 12 : 101, lám. 33, fig. 2 (1938).

Al hacerse la nueva combinación de *Carolites patagonica* Spegazz. y *Sterculia acuminataloba* Berry, resulta *Sterculia patagonica* (Spegazz.), nov. comb., denominación que ya usó Berry en 1925 para una especie de Chubut (4, pág. 218) y Río Negro (8, pág. 101), *Sterculia patagonica* Berry. Por razones de prioridad corresponde el uso del epíteto específico para la especie de Spegazzini fundada en 1924, aunque haya sido usado para otro género, como *Carolites patagonica* (Art. 70, nota, 3 del Código Internacional de Nomenclatura Botánica, 1956).

Correspondería entonces darle otra denominación a la especie de Berry, pero he aquí que este autor reconoce (8, pág. 102) que su especie es la misma que Engelhardt (10, pág. 673, lám. 12, fig. 2) en 1891 denominó *Mallotus* (?) *platanoides* Engelm. Es entonces lo correcto usar la denominación específica de Engelhardt aceptando como acertada la ubicación genérica de Berry, por lo tanto la nueva combinación sería *Sterculia platanoides* (Engelhardt) nov. comb.

***Araliaephyllum cachetamanense* sp. nov.**

Lám. II, figs. 3-4.

Hoja trilobada con lóbulo medio de forma elíptica y laterales oblongos, más cortos. Nervadura radialmente divergente desde la base de la hoja hasta el ápice de los lóbulos. Nervios secundarios curvados en la parte superior de los lóbulos y paralelos al margen en sus extremos; en la parte inferior más o menos rectos y perpendiculares a los nervios primarios. Nervios terciarios en anastomosis.

El ejemplar n^o 7665 es el lóbulo medio de una hoja posiblemente trilobada, pues el borde de la lámina hace a ambos lados una inflexión que correspondería a los senos laterales. En este lóbulo, de forma elíptica, con una nervadura central de la cual salen las secundarias curvadas, las superiores bordeando paralelamente con sus extremos el margen de la lámina. Las nervaduras secundarias de la parte inferior del lóbulo salen en ángulo casi recto del nervio medio; por último los nervios terciarios forman una malla por anastomosis. El largo del fragmento es de 4 cm por 2 cm en la parte más ancha del lóbulo (lám. II, fig. 3).

El ejemplar n^o 7666 (lám. II, fig. 4) es una hoja trilobada cuyo lóbulo central, de forma elíptica, tiene un ancho de 1.7 cm y 5.5 cm de largo desde la base de la hoja hasta el ápice: los lóbulos laterales algo fragmentados son de menor tamaño, 1.3 cm de ancho y alrededor de 3.5 cm desde la base de la hoja al ápice.

La nervadura está mucho menos marcada que en el ejemplar n^o 7665, pero son visibles los tres nervios que radialmente divergentes de la base de la hoja, ocupan el centro de los lóbulos. Los nervios secundarios, aunque casi imperceptibles, siguen un curso idéntico al observado en el ejemplar n^o 7665.

La forma del lóbulo del ejemplar n^o 7665 es muy parecida a *Araliaephyllum acutilobum* Font. (12, lám. 163, fig. 2) de la flora cretácica inferior de Potomac, género de hojas trilobadas con 2 lóbulos menores en los laterales. Estos dos lóbulos menores no se ven en el ejemplar más completo (n^o 7666) de la serie del Castillo, pero Berry (1, pág. 488) incluye en el género *Araliaephyllum* especies sin esos lóbulos y aun aquellas con más de 2 lóbulos secundarios, considerándolos como variaciones, inclusive, dentro de una misma especie. El ejemplar de *A. magnifolium* Font. de la formación Patapsco (Albiano), ilustrado por Berry (1, pág. 491, lám. 96, fig. 2), aunque de mayor tamaño, es en su forma y nervadura muy parecido también a los ejemplares de Chubut.

El género *Araliaephyllum*, según Fontaine, su fundador (12, pág. 316), reúne caracteres de *Liquidambar*, *Aralia* y *Sassafras*, y muchos ejemplares atribuidos a estos géneros, además de *Benzoin* y *Lindera*, presentan evidentes similitudes, así es que *Lindera venusta* Lesq. (19, pág. 95, lám. 16, fig. 1), de la flora de Dakota (Turoniano), posteriormente pasada por Knowlton a *Benzoin venustum* (Lesq.) Know., es muy parecida a *Araliaephyllum magnifolium* Font., e inclusive Berry (3, pág. 171), al referirse a la misma, expresa que "... esta especie muestra considerable parecido a algunas formas del Cretácico superior que han sido referidas al género *Sassafras Mudgii* Lesq." Evidencia de esto son el ejemplar de *Sassafras Mudgii* Lesq. ilustrado por Ward (23, pág. 704, lám. 170, fig. 4) del Dakota Group de Black Hills: el de las areniscas de Cheyenne, Kansas (3, lám. 61, fig. 3) y *Sassafras progenitor* Newb. (20, lám. 27, fig. 3) de la flora de Amboy Clay.

Sassafras Mudgii Lesq. fue citado por Kurtz (18, pág. 53) para cerro Guido y cabe la posibilidad, no confirmable por falta de ilustración y descripción, de suponer que el ejemplar determinado como tal haya sido semejante a *Araliaephyllum cachetamanense*.

En comparación de *Araliaephyllum cachetamanense* con los géneros vivientes, he encontrado su mayor similitud en las especies trilobadas de *Passiflora*, principalmente en *Passiflora Mooreana* Hook., de hojas consistentes y nervaduras parecidas; pero estos caracteres son insuficientes para aceptar una identidad genérica basada en la morfología foliar.

En las Euforbiáceas hay diversos géneros con hojas trilobadas, pero ninguno de ellos resiste una comparación minuciosa. El género *Jatropha*, bien representado en nuestro país, posee hojas cuyas nervaduras secundarias tienen una regularidad ausente en el ejemplar fósil. Tampoco el género *Cnidocolus*, aunque de hojas parecidas, entra en posibilidad de relación.

Sólo si hubiera una perfecta identidad morfológica, basada en caracteres particulares y constantes, sería posible aceptar una relación entre los ejemplares fósiles y los vivientes; por tal razón prefiero ubicar esta especie de Chubut en *Araliaephyllum*, por su carácter de morfógeno comprensivo de formas comunes en el Cretácico.

Bignonites chalianus Berry

Lám. II, fig. 5.

En este ejemplar la impronta de una hoja casi completa pero de nervaduras poco nítidas, su contorno es elíptico y el margen liso; tiene 6 cm de largo (completo debió tener 6,5 ó 7 cm) de ancho máximo. Aparte del nervio medio se distinguen algunos nervios secundarios curvados en su parte distal, casi paralelamente al margen. En algunos sectores aislados de la hoja se distinguen nervios terciarios formando malla (nº 7667).

Pese a la poca nitidez de algunos detalles, hay una estrecha coincidencia de forma, tamaño y distribución de las pocas nervaduras visibles con el ejemplar de *Bignonites chalianus* descrito por Berry para Mata Amarilla (5, pág. 24, lám. 5, fig. 6).

Ruprechtia (?) castilloensis sp. nov.

Lám. II, fig. 6.

El ejemplar nº 7668 es la impronta de una hoja de forma lanceolada, alargada, de 5 cm de largo y 1 cm de ancho máximo, aproximadamente en el medio de la misma, de borde liso. El raquis está poco marcado; del mismo salen los nervios secundarios que curvándose

hacia el ápice de la hoja se unen al nervio siguiente al aproximarse al margen. Los nervios terciarios por anastomosis forman un estrecho retículo.

El ejemplar nº 7669 está fragmentado en la base y posee la misma forma del anterior, pero con su ápice algo recurvado hacia un lado y el nervio medio más marcado. La nervadura es idéntica a la del ejemplar 7668, tiene 4,5 cm de largo y 1 cm de ancho máximo.

Pese a su excelente detalle de nervadura y forma de las hojas de este fósil, su posición sistemática sólo puede hacerse por comparación con las hojas de las especies actuales, entre las cuales este tipo de hoja y nervadura se presenta en diferentes familias, por lo tanto no puede llegarse a una determinación genérica precisa sin otro elemento de mayor valor sistemático, como en algunos casos puede ser la estructura de la epidermis.

Hojas de esta forma se hallan comúnmente en especies de los géneros *Ruprechtia*, *Polygonum*, *Salix*, *Sapindus* y *Escallonia*.

El tipo de nervadura de las hojas de algunas especies de *Escallonia* es el más parecido al ejemplar fósil, pero el borde de las mismas es predominantemente aserrado.

En *Sapindus* la forma de las hojas es muy parecida, pero los nervios secundarios de la nervadura pinnada se destacan entre los demás, no así en los restos fósiles con muy leve diferencia entre sus nervios, inclusive con el raquis, diferencia también válida con el género *Salix*.

Ruprechtia y *Polygonum* tienen especies con hojas muy parecidas al resto fósil, principalmente la primera en su especie *R. salicifolia*. Es así entonces que la asignación genérica de estos ejemplares fósiles debe tomarse sólo como una posición sistemática posible dentro de la seguridad que puede dar una analogía morfológica de las hojas.

EDAD DE LA FLORA

Del solo análisis de los elementos que por sí aportan los constituyentes de esta flora, con numerosos restos pero pocos determinables, puede tenerse una idea aproximada de su edad.

El género *Gleichenites*, aunque ampliamente distribuido en el Mesozoico y Terciario, es común en floras cretácicas tanto en el Cretácico alto como inferior.

Dryopterites, cuya denominación implica muy problemáticamente una relación con el género viviente y del Terciario *Dryopteris*, está representado en esta flora por una especie, *Dryopterites problemati-*

cus Berry, morfológicamente afín a una del Aturiano de Norteamérica (6, pág. 20).

La imposibilidad de determinar específicamente el ejemplar hallado de *Nilssonia* sólo permite considerar el valor genérico. *Nilssonia* ha tenido su más amplia dispersión en el Triásico superior, algo menor en el Jurásico inferior y medio, decreciendo en el Jurásico superior y Cretácico, pero aun relativamente abundante; su presencia en el Terciario es rara.

Las Lauráceas están representadas por tres especies genéricamente ubicadas en *Laurophyllum*, morfogénero que comprende especies generalmente del Cretácico superior y Terciario inferior. Las especies de *Laurophyllum* de esta flora son: *Laurophyllum Kurtzi* Berry, del Aturiano del cerro Baguales y del Senoniano del río Chalia, según Frenguelli; para el primer autor sería esta especie la misma que Kurtz determinó como *Perseophyllum hauthalianum* de cerro Guido. La segunda especie es *Laurophyllum proteaefolium*, fundada por Berry para un ejemplar del cerro Baguales y que podría corresponder a *Salix proteaefolium* o *Quercus primordialis* de cerro Guido. Por último *Laurophyllum Hickenii*, especie nueva descrita como *Goepertia?* sp. en el Chubutiano del cerro San Bernardo.

El género *Cissites* aparece precisamente con la especie a que pertenece la variedad argentina, en el Albiano de Portugal y la Formación Patapsco de Norteamérica, alcanzando su mayor desarrollo en el Cretácico superior de Norteamérica con abundantes especies en las areniscas de Dakota en las formaciones Raritan (Cenomaniano-Turoniano) y Magothy (Turoniano). En Canadá, *Cissites affinis* Lesq. y *C. ampla* Dawson fueron halladas en la serie de Mill Creek, correlacionada con las areniscas de Dakota. En Groenlandia el género *Cissites*, representado por esas mismas especies, aparece en la Serie de Atane (Cenomaniano-Turoniano) junto con *C. formosus* Heer.

En Alaska Hollick (17, pág. 105) describe 3 nuevas especies de este género, para la Formación Melozi, sobre el río Yukon (Cenomaniano-Turoniano). En el Terciario este género está escasamente representado, sin entrar a discutir si estas especies y aun algunas del Cretácico corresponden al mismo género, cabe esta posibilidad, dada la diversidad de formas incluídas en *Cissites*. De todos modos, ateniéndonos sólo a aquellas formas de evidente afinidad, como *Cissites dentato-lobatus*, *C. formosus* Heer, *C. formosus magothiensis* Berry, *C. parvifolius* (Font.) Berry, *C. comparabilis* Hollick, *C. yukonensis*

Hollick etc., la distribución estratigráfica indica su predominancia en el Cenomaniano y Turoniano.

Ruprechtia (?) *castilloensis* sp. nov., no aporta datos, pues aun su posición genérica no es segura.

Sterculia patagonica (Spegazz.) nov. comb., fue citada como *Carolites patagonica* por Spegazzini para el Cretácico superior de Santa Cruz y por Berry como *Sterculia acuminataloba* para el Paleoceno de cerro Funes.

El género *Araliaephyllum*, representado en esta flora por *A. cachetamanense* sp. nov., fue fundado por Fontaine (12, pág. 316) para especies de la Formación Patapsco (Albense) de Virginia y citado para la misma formación de Maryland por Berry, en el Cenomanense de Kansas y Amboy, Cretácico de Groenlandia y Cretácico superior de Bulgaria.

Fritel (15) en su trabajo sobre las Aralias de las floras cretácicas de América del Norte y Groenlandia incluye sólo en el género *Aralia*, aquellas hojas cuyas nervaduras primarias salen todas del extremo de pecíolo, en oposición a *Araliaephyllum*, donde sólo tres nervaduras primarias salen del extremo del pecíolo, pues en aquellas hojas con más de tres lóbulos, los nervios salen lateralmente de los principales. Además incluye en el género *Araliaephyllum*, muchas especies atribuidas a *Sassafras*, *Liquidambar*, *Sterculia* y *Aralia*, confirmando el carácter comprensivo de ese género correspondiente a un tipo de fósil de morfología perfectamente definida, muy extendido en el Cretácico, pero de afinidades dudosas.

Bignonites chalianus Berry, que pertenece a una familia bien representada en la flora actual de Argentina y en el Terciario de este país y Chile, ha sido citada por Berry para Mata Amarilla, sobre el río Chalia, como miocena, pero según Frenguelli es de los mismos niveles donde halló moluscos del Senoniano intercalados con la flora.

Las floras cretácicas con las cuales la del cerro Cachetamán, tiene elementos comunes más representativos, son la del cerro San Bernardo y cerro Baguales, con la del cerro Guido la relación está basada en posibles especies comunes, dado que, como ya se dijo, esta flora no ha sido ilustrada. Hay también algunos elementos comunes con las floras de río Chalia, Mata Amarilla, de la misma zona de cerro Baguales y aun con la flora del Paleoceno del cerro Funes.

La flora del Cañadón Nahuel del cerro San Bernardo, descripta por Hicken (13), con elementos del Cretácico superior y Terciario inferior, según interpretación de ese autor, fue considerada por Fren-

guelli como Cenomanense o de una edad intermedia entre el Eoceno medio y Cenomanense, pero siempre del Cretácico, debido a que este yacimiento fue plegado por los movimientos del primer ciclo diastrófico andino del final del Cretácico. Feruglio (11, pág. 279) a esta flora del Chubutiano de la sierra de San Bernardo la considera no más baja que Senoniano, llegando a lo sumo al Danense. Los ejemplares comunes con los de este yacimiento son: *Cissites parvifolius* var. *argentina* nov. var. descrita por Hicken como *Cocculites* (?) sp. (13, pág. 34 fig. 4) cuya característica forma no admite dudas en la identificación; *Laurophyllum Hickensi* sp. nov. descrita como *Goeppertia* (?) sp. El ejemplar citado como *Pecopteris* sp. por Hicken (13, fig. 3) es muy posiblemente una especie de *Gleichenites*, parecida a la de cerro Cachetamán cuya identificación segura es difícil por ser material muy fragmentario.

Con la flora del cerro Baguales del valle del río Shehuen, las especies comunes son *Laurophyllum proteaefolium* Berry, *L. Kurtzi* Berry y *Dryopterites problematicus* Berry. Esta flora fue identificada por Berry (6) con la del cerro Guido, y en la misma este autor encuentra semejanzas con las del Cretácico superior de Norteamérica y evidencias por el análisis de sus ejemplares, como para considerarlas de una edad equivalente al Aturiano.

Entre los ejemplares de cerro Guido, remitiéndose a las ilustraciones de los trabajos consultados por Kurtz para la determinación del material, hay elementos que muy posiblemente sean comunes a los de cerro Cachetamán. Es así que *Araliaephyllum cachetamanense* sería lo mismo que *Sassafras mudgii* Lesq.; *Laurophyllum kurtzi* = *Perseophyllum hauthalianum* Kurtz; *Laurophyllum proteaefolium* = *Salix proteaefolium* Lesq. y *Dryopterites problematicus* Berry = *Asplenium dicksonianum*.

La flora de cerro Guido fue considerada por Kurtz cenomanense, por su relación con floras del Cretácico superior de Norteamérica y Groenlandia, principalmente con los Estratos de Dakota considerados en ese entonces del Cenomanense, pero considerados actualmente turonenses. Además de las plantas, Hauthal coleccionó en distintos niveles de la zona, faunas fósiles que fueron estudiadas por Wilckens y Paulcke con interesantes resultados para el conocimiento estratigráfico de los sedimentos cretácicos.

La formación cretácica superior de la zona del cerro Guido, asentada en el croquis geológico de Hauthal (24), comienza con una arenisca cuarcifera de color gris y rojiza por meteorización, metamor-

foseada por contacto con las masas eruptivas vecinas. Concordante con estas areniscas sigue una serie de areniscas y arcillas esquistosas oscuras de aproximadamente 700 metros de espesor, en cuya parte superior se hallaron restos de planta indeterminables y *Cardiaster patagonicus* Steinm. *Inoceramus Steinmanni* Wilck. *Inoceramus andinus* Wilck. *Pachydiscus amarus* Paulcke, *Pachydiscus Steinmani* Paulcke, *P. patagonicus* y *P. Hauthali* Paulcke, todos fósiles del Cretácico superior, posiblemente senonianos.

Sobres estos estratos con *Inoceramus Steinmani*, siguen areniscas y conglomerados sin fósiles seguidos por una serie de areniscas gris-verdosas de aproximadamente 1000 m de espesor con algunos bancos conglomeráticos en cuyos 500 m inferiores hay sólo restos indeterminables de plantas y moluscos, en cambio en los niveles superiores, también de areniscas verdosas y en parte amarillentas o rojizas, se hallaron varios niveles fosilíferos que en orden ascendente Hauthal enumeró de "e" a "q".

El más inferior "e", de sierra Contreras contiene Cefalópodos del Senoniano superior, en el "f" del cerro Cazador fue hallada la fauna más rica con la serie de los *Hoplites plasticus*, Senoniano superior. En el nivel "g" del mismo cerro sólo se halló *Pinna Morenoi* Wilck. y una especie de *Schizaster* y *Astropecten Wilckensis* De Lor. En el nivel "h" una especie de *Holcodiscus*, próxima a una forma índica del Senoniano superior y numerosos ejemplares de *Astropecten Wilckensis*, que se halla también en el nivel "i" con muchas especies del nivel "f", entre ellas *Lahillia (Amathusia) Luisa* Wilck. que por su presencia en la mayoría de los yacimientos es usada como fósil guía de las areniscas verdes suprasenonianas, principalmente en los niveles superiores al "f", donde los Cefalópodos son raros.

La pertenencia al Cretácico, aun de los niveles "k" y "q" está dada por los representantes de *Baculites*.

La relación entre estos niveles suprasenonianos y aquellos de plantas del cerro Guido las establece Wilckens en un cuadro (24, pág. 10), en el considera que los niveles 4 a 5 con plantas del perfil de Hauthal que cita Kurtz (18) no pertenecen al Cenomanense sino al Senoniano superior equivalentes a los niveles e, f, g, h, i, k, l, m, n, agregando que el nivel inferior 2 sería Cretácico superior y posiblemente también Senoniano, debido a la fauna de Cefalópodos. Hace notar Wilckens que en el cerro Cazador, Hauthal halló restos de plantas indeterminables, junto con Ammonites, Pelecípodos y Gastrópodos.

Una relación más directa del nivel con plantas del cerro Guido con los niveles con faunas del Senoniano superior y aun una edad más precisa de los mismos fue expuesta por Ceccioni (9) en base al hallazgo de nuevos niveles y la intensificación del estudio geológico de la zona del cerro mencionado.

Cita el hallazgo por parte del geólogo H. Gallo de la Empresa Nacional del Petróleo de Chile, de una abundante flora en la pendiente septentrional del cerro Guido y que sería el mismo nivel descubierto por Hauthal, a 550 m sobre un nivel fosilífero con *Hoplites plasticus-hauthali* Paulck., *H. plasticus-costatus* Paulck., *H. plasticus semicostatus*, *H. plasticus laevis* Paulck. *Gaudrycerus varagurense* Koss var. *patagonicum* Paulck. y *Pseudophyllites peregrinus* Spath, es decir todas especies, salvo la última, descritas por Paulcke para el nivel "f" del cerro Cazador. A 520 m sobre el nivel "f" del cerro Cazador, se halla un nivel de 2 m de arcillas carbonosas con plantas indeterminables que evidentemente corresponderían al nivel de plantas de cerro Guido, situado a 550 m del nivel faunístico equivalente al "f".

Sobre ese nivel de plantas indeterminables del cerro Cazador, a 875 m pasa un banco ubicado por Ceccioni, debajo del cual fueron hallados, a 30 m *Gunnarites flexuosus* Spath y a 120 *Pachydiscus* aff. *gollevillensis* (d'Orb.) del Maestrichtense.

Ese banco guía falta en el cerro Guido pues sólo tiene 200 m de sedimentos sobre el nivel de plantas, es decir faltarían por erosión más de 600 m que corresponderían a los niveles con *Gunnarites flexuosus* y *Pachydiscus* aff. *gollevillensis*.

El nivel de plantas queda entre este último nivel y el nivel "f" de Hauthal considerado también Maestrichtense por su afinidad con la fauna de Quiriquina y Tierra de Graham o Campanense superior si se tiene en cuenta las consideraciones de Spath (21).

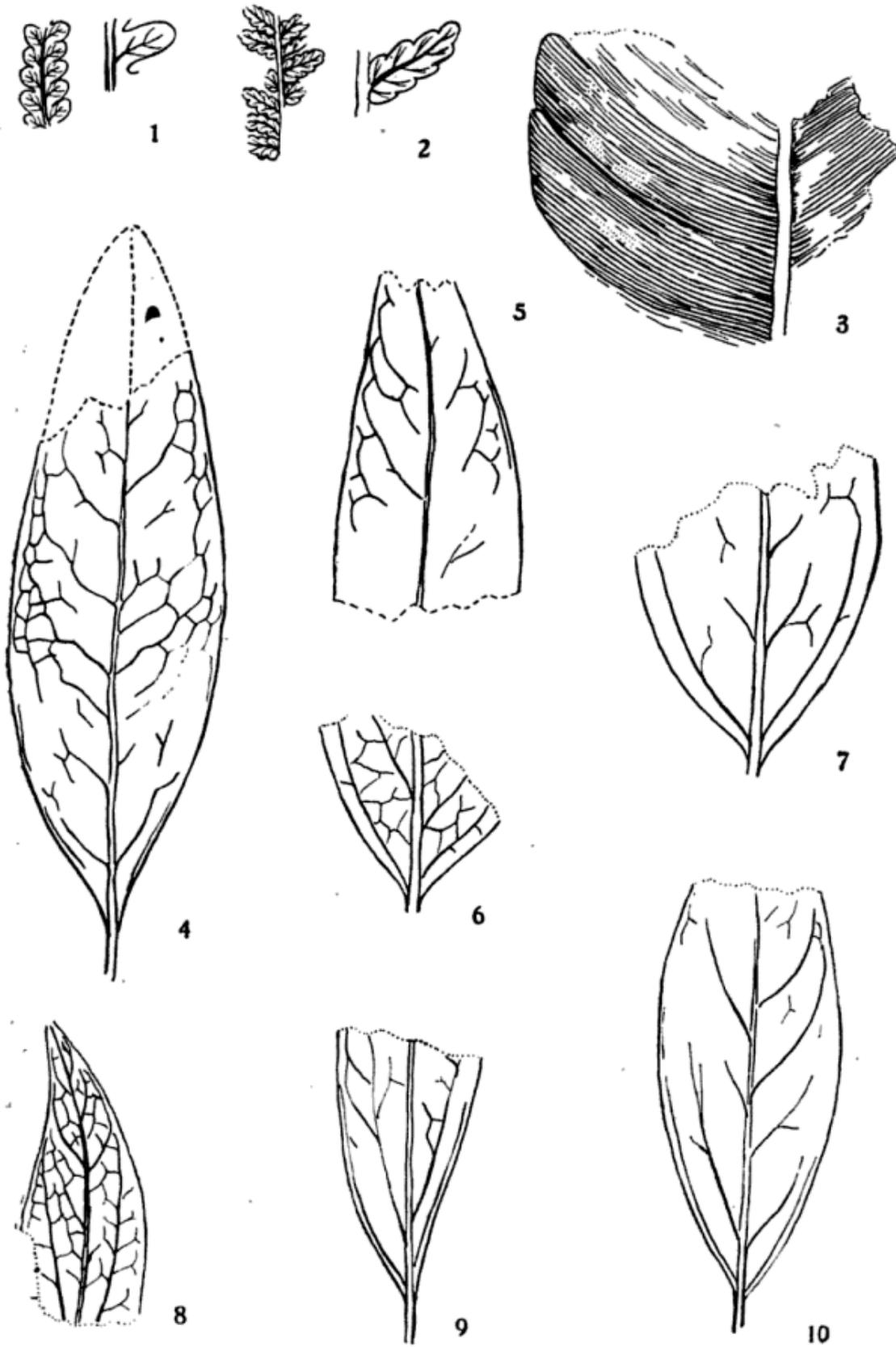
En conclusión, en base al valor intrínseco de la flora de cerro Cachetamán se ha visto una oscilación de edad entre los géneros presentes desde el Albense hasta el Paleoceno, pero la mayoría representados en el Cretácico superior, posición concordante con la edad de las floras con las que se relaciona por elementos comunes, como la de cerro Baguales según Berry de una edad equivalente al Aturiano, la de cerro San Bernardo no más baja del Senoniano y a lo sumo Danense y la de cerro Guido de posición aun más definida entre el Maestrichtense y Campanense.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

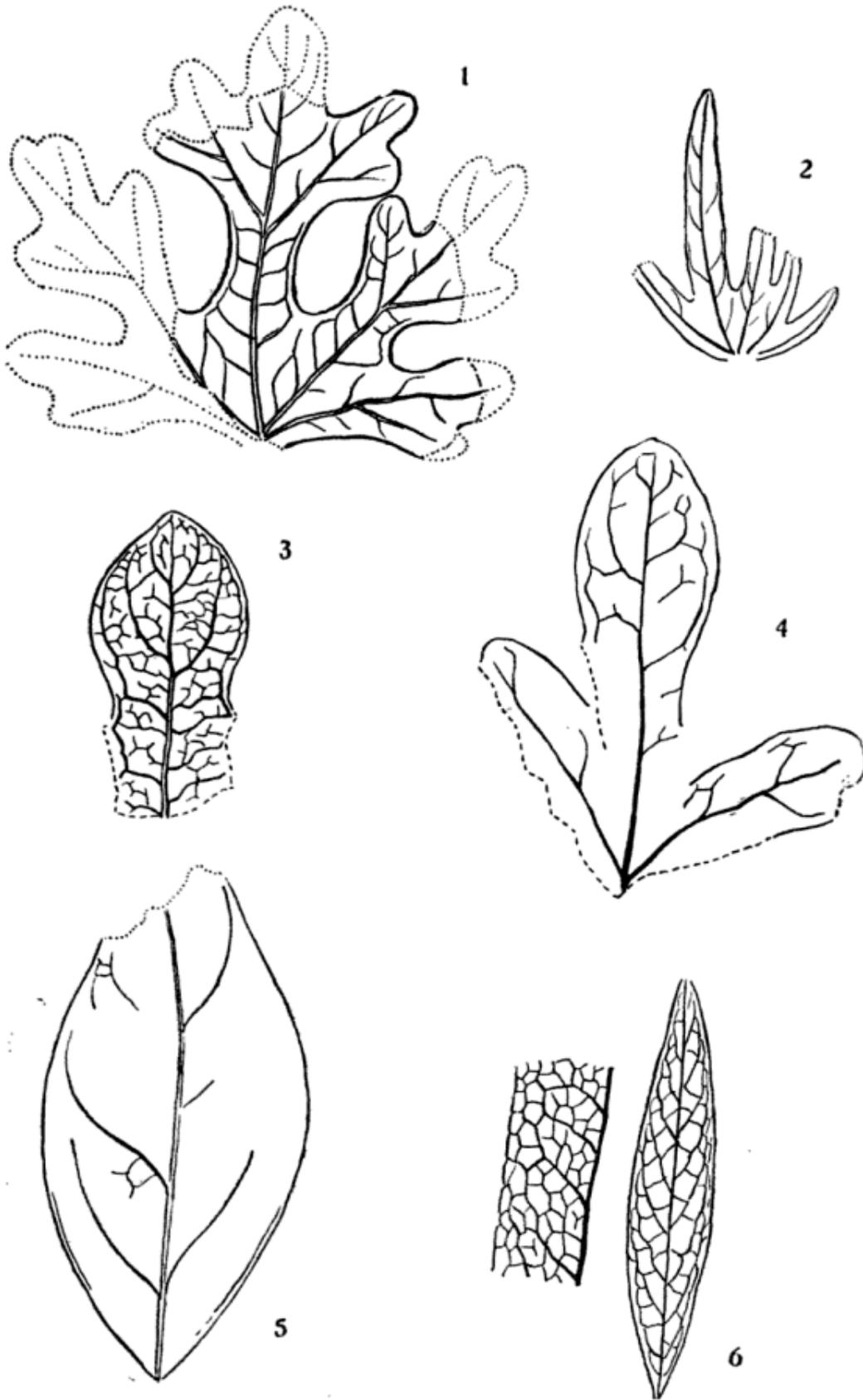
1. BERRY, E. W., Dicotyledonae. — in Systematic Paleontology. Lower Cretaceous. — *Maryland Geol. Surv. Low. Cret.*: 181-508. 1911.
2. — The upper cretaceous floras of the world. — *Maryland Geol. Surv. Upp. Cret.*: 183-313. 1916.
Surv. Prof. pap. 129: 153-180, 5 tab. 1922.
3. — The flora of the Woodbine Sand at Arthurs Bluff, Texas. — *U. S. Geol.*
4. — A miocen flora from Patagonia. — *Johns Hopkins Univ. Stud. Geol.* 6: 183-233, 9 tab. 1925.
5. — Tertiary fossil plants from the Argentine Republic. — *Proc. U. S. Nat. Mus.* 73 (22) : 1-27, 5 tab. 1928.
6. — An upper cretaceous flora from Patagonia. — *Johns Hopkins Univ. Stud. Geol.* 12: 1-31, 4 tab. 1937.
7. — A paleocene flora from Patagonia. — *Johns Hopkins Univ. Stud. Geol.* 12: 33-50, 5 tab. 1937.
8. — Tertiary Flora from the Río Pichileufu, Argentina. — *Geol. Soc. Am. sp. pap.* 12: i-viii, 1-149, 56 tab. 1933.
9. CECIONI, G., Etá della Flora del Cerro Guido e estratigrafia del Departamento Ultima Esperanza, provincia di Magellano, Chile. — *Boll. Soc. Geol. Italiana* 76: 1-16, 1957.
10. ENGELHARDT, H., Über Tertiärpflanzen von Chile. — *Abh. Senckenberg. Nat. Gess.* 16: 629-692, 14 tab. 1891.
11. FERUGLIO, E., Descripción geológica de la Patagonia. — *Yac. Petrol. Fisc. Buenos Aires* 2: 1-349. 1949.
12. FONTAINE, W. M., The Potomac or younger mesozoic flora of Virginia. — *Monogr. U. S. Geol. Surv.* 15: 1-377, 180 tab. 1889.
13. FRENGUELLI, J., Apuntes de Geología Patagónica. Sobre restos de vegetales procedentes del Chubutiano de la Sierra de San Bernardo en el Chubut. — *An. Soc. Cient. Santa Fe* 2: 29-39. 1930.
14. — La flora fósil de la región del alto río Chalia en Santa Cruz (Patagonia). — *Not. Mus. La Plata Paleont.* 16 (98) : 239-257, 1 tab. 1953.
15. FRITEL, P. H., Note sur les Aralias des flores crétaciques de l'Amérique du Nord et du Groenland. — *Soc. Geol. France, ser. 4e.* 14: 1-22. 1914.
16. HAUTHAL, R., Über patagonisches Tertiär, etc. — *Zeit. deut. geol. Gess.* 50: 436-440. 1898.
17. HOLLICK, A., The upper cretaceous Floras of Alaska. — *U.S. Geol. Surv. prof. pap.* 159: 1-116, 86 tab. 1930.
18. KURTZ, F., Contribuciones a la palaeophytologia argentina. III. Sobre la existencia de una Dakota-flora en la Patagonia Austroccidental (Cerro Guido, Gobernación de Santa Cruz). — *Rev. Mus. La Plata* 10: 43-60. 1899.
19. LESQUEREUX, L., The flora of the Dakota Group. — *U.S. Geol. Surv. Monogr.* 17: i-v, 1-256, 66 tab. 1892.

20. NEWBERRY, J. S., The flora of the Amboy Clays. — *U.S. Geol. Surv. Monogr.* 26: 11-137, 58 tab. 1895.
21. SPATH, L. F., The upper cretaceous Cephalopod Fauna of Graham Land. — *Falkland Islands Depend. Surv. Scient. rep.* 3: 1-60, 13 tab. 1953.
22. SPEGAZZINI, C., Sobre algunas impresiones vegetales eocénicas de Patagonia. — *Com. Mus. Nac. Hist. Nat. Buenos Aires* 2 (10): 95-107. 1924.
23. WARD, L. F., The Cretaceous Formation of the Black Hills as indicated by the fossil plants. — *U.S. Geol. Surv. 19th. Ann. rep.* 1897-1898 2: 521-712. 1899.
24. WILCKENS, O., Erläuterungen zu R. Hauthals Geologischer Skizze des Gebietes zwischen dem Lago Argentino und dem Seno de la Ultima Esperanza (Südpatagonien). — *Berich. Naturforsch. Gess. Freiburg* 15: 75-96. 1907.

Manuscrito recibido noviembre 1960.



1, *Gleichenites* sp., $\times 1$ y detalle de pínula; 2, *Dryopterites problematicus* Berry, $\times 1$ y detalle de pínula; 3, *Nilssonia* sp., $\times 1$; 4-5, *Laurophyllum hickenii* sp. nov.; 6-7, *Laurophyllum Kurtzi* Berry, $\times 1$; 8-10 *Laurophyllum proteaefolium* Berry, $\times 1$.



1, *Cissites parvifolius* (Font.) Berry var. *argentina* nov. var., $\times 1$; 2, *Sterculia patagonica* (Spegazz.) nov. comb., $\times 1$; 3-4, *Araliaephyllum cachetamanense* sp. nov., $\times 1$; 5, *Bigonites chalianus* Berry, $\times 1$; 6, *Ruprechtia castilloensis* sp. nov., $\times 1$.

ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE «PARAHIPPARION» Y DESCRIPCION DE UNA NUEVA ESPECIE

POR ELSA F. DE ALVAREZ

Departamento Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

Se restringen las especies conocidas de *Parahipparion*, en cuanto a *P. devillei* (Gerv.) Sefve, que pasa a sinonimia de *Onohippidium devillei* (Gerv.) Boule.

Se establecen consideraciones respecto de las otras especies y se describe *Parahipparion extensus* nov. sp. procedente del arroyo Malacara, provincia de Buenos Aires (República Argentina). El principal carácter diagnóstico reside en el mayor desarrollo del P² en relación con el resto de la serie y la gran extensión del protocono en los premolares restantes, carácter que la distingue de *P. saldiasi*, que sería la especie más afín.

ABSTRACT

Parahipparion extensus nov. sp. from Arroyo Malacara (Province of Buenos Aires) is characterized by the greater development of P² in relation with the rest of the series, and the greater extension of the protocone in the rest of the premolar, the latter being a character that distinguishes it from the most related species *P. saldiasi* (Roth). The known species of *Parahipparion* are limited in relation to *P. devillei* (Gerv.) Sefve, which becomes a synonym of *Onohippidium devillei* (Gerv.) Boule.

Es *Parahipparion* un équido imperfectamente conocido. Este inconveniente es común entre los caballos fósiles, debido a que en algunos casos se han creado especies y géneros, lo cual es motivo de estas líneas, basándose exclusivamente en un solo molar aislado, trayendo lógicamente grandes confusiones posteriores, al asignarse nuevos restos, a tal o cual especie o género, sin la absoluta certeza de su exacta correspondencia. Su ubicación sistemática sería:

Orden PERISSODACTYLA

Familia EQUIDAE

Género **PARAHIPPARION** (C. Am.) F. Am. 1904

con las siguientes especies hasta el presente:

- Parahipparion devillei* (Gerv.) 1855 Sefve 1912.
- Parahipparion bolivianum* (Philippi) 1893 Sefve 1912.
- Parahipparion saldiasi* (Roth) 1899 Sefve 1912.
- P. (Hyperhyppidium) peruanum* (Nordensk.) 1908.
- P. burmeisteri* Sefve 1912.
- P. puelchensis* Rusc. 1949.

Es necesario hacer un poco de historia al respecto. En 1904, *Ameghino, F.* en (1) pág. 273, ilustra y da la diagnosis genérica de *P. meridionalis* C. Amegh. basándose en dos molares superiores aislados; cuarto premolar y tercer molar.

Resalta que son molares largos, con curvatura semejante a *Equus*. Con protocono alargado y deprimido, que llega a cubrir la mitad del lóbulo posterior del molar, y de contorno elíptico.

Años más tarde, Sefve en 1912 (4) en su revisión de los caballos fósiles sudamericanos, identifica a *Parahipparion meridionalis* (C. Amegh.) F. Amegh. 1904 con *Equus devillei* Gerv. 1855, basándose en la identidad molariforme. Así pasa *P. meridionalis* a sinonimia de *E. devillei*. Hasta ese momento, por los restos conocidos, era aceptable tal denominación. Pero en 1920 Boule y Thévenin (2) al estudiar una colección de Tarija, en la que se encontraba un cráneo casi completo de un équido, lo determinó como *Onohippidium*, por su fosa lagrimal, identificando con él, a *Equus devillei* Gerv. 1855.

Siendo *P. meridionalis* sinónimo de *E. devillei* por su morfología dentaria y por otra identificable éste con *Onohippidium*, no queda duda alguna que ambas especies deben pasar a sinonimia de *Onohippidium devillei* (Gerv.) 1855 Boule 1920.

Con respecto a los metacarpianos, se puede observar que la superficie articular de los mismos, en *Parahipparion devillei* en el sentido de Sefve corresponde a la morfología de *Onohippidium devillei*. En los dos casos el segundo metacarpiano carece de articulación con el magnum, como en *Onohippidium compressidens* Amegh. Esto apoyaría la analogía dentaria.

Quedaría entonces:

Onohippidium devillei (Gerv.) 1855, Boule 1920.

Equus devillei Gerv. 1855.

Hippidium nanum Burm. 1889.

Parahipparion meridionalis C. Amegh. (F. Amegh.)
1904).

Parahipparion devillei (Gerv.) 1855 Sefve 1912.

***Parahipparion bolivianum* (Philippi) 1893**

Fue hasta 1912 considerado como *Onohippidium*, pero al no existir ninguna certeza de la presencia de su fosa lagrimal, y como su morfología molariforme, responde a la descripción original de *Parahipparion* creo que debe considerarse especie válida de *Parahipparion*.

***Parahipparion saldiasi* (Roth) 1899**

Ha sido perfectamente definida e ilustrada su serie maxilar y mandibular por Sefve en (4).

Roth, asegura la existencia de una fosa lagrimal, por lo cual la incluyó en *Onohippidium*. Pero esto no ha sido debidamente comprobado.

Por otra parte el segundo metacarpiano presenta carilla articular para el magnum (que lo distingue de *Onohippidium*) lo que apoyaría su inclusión en *Parahipparion*.

Este carácter también lo presenta *Equus caballus* L. y en menor grado las especies fósiles de *Equus*.

Considero a *P. saldiasi* una buena especie de *Parahipparion*.

***Parahipparion (Hyperhippidium) peruanum* (Nordensk) 1908 Selve, 1912**

El subgénero, está fundado en la presencia de un carilla supernumeraria para el trapecoide, en el tercer metacarpiano.

Atendiendo a las observaciones de Hoffstetter, 1950 (3) p. 428, que dice haber observado en la colección Echazú en la Paz, procedente de Tarija varios pequeños metacarpianos que podrían pertenecer a *P. devillei* (en el concepto de Sefve, o sea *O. devillei*) con una carilla suplementaria para el trapecoide, debemos aceptarlo con ciertas reservas como subgénero de *Parahipparion*. Por otra parte la especie ha sido fundada sobre un trozo de maxilar con molares de le-

che, que enmascaran un poco las comparaciones con ejemplares adultos de otras especies, aunque presentan protoconos menos alargados, más semejantes a *Onohippidium* (donde fue primitivamente incluida). Los huesos de los miembros, en especial falange y tercer metacarpiano se identifican bien con *O. devillei*. Aquí también el segundo metacarpiano, carece de contacto con el magnum, como en *O. compressidens*. No se tiene certeza de la existencia de la fosa lagrimal como creyó Nordenskjöld.

A pesar de lo antedicho y ante la duda, sería conveniente conservar la sp. por ahora, en *Parahipparion*.

Parahipparion burmeisteri Sefve 1912

Esta es la especie que se ajusta en la morfología de todos sus molares superiores a la diagnosis de Florentino Ameghino. Ha sido muy bien ilustrada y descrita por su autor. Los molares tienen tendencia al ensanchamiento transversal como en *Onohippidium*.

Parahipparion puelchensis Rusc. 1949

Fundada sobre un segundo premolar de leche parece estar bien incluida en el género.

Es evidente que *Parahipparion*, guarda una estrecha relación con *Onohippidium*, como lo demuestran las confusiones de que han sido objeto.

En el futuro, tal vez pueda esclarecerse debidamente esta cuestión aquí planteada, al exhumarse porciones craneanas, cuyo estudio permita unificar o separar debidamente las especies de ambos géneros.

En lo sucesivo las especies válidas de *Parahipparion* y su respectiva sinonimia serían:

Parahipparion bolivianum (Philippi) 1893, Sefve 1912.

Hippidium bolivianum Philippi 1893.

Hippidium nanum Burmeister (Philippi) 1893.

Parahipparion saldiasi (Roth) 1899, Sefve 1912.

Onohippidium saldiasi Roth 1899.

Parahipparion burmeisteri Sefve 1912.

Equus argentinus Burmeister 1875.

Hippidium compressidens Amegh. 1899.

Hippidium argentinum Amegh. 1891.

Parahipparion puelchensis Rusc. 1949.

Parahipparion extensus nov. sp.

Como especie dudosa de *Parahipparion* quedaría:

Parahipparion (*Hyperhippidium*) *peruanum* (Nordensk.)
1908, Sefve 1912.

Onohippidium peruanum Nordenskjöld 1908.

Hyperhippidium peruanum (Nordensk.) 1908, Sefve
1912.

Se plantea ahora lo siguiente: la especie genotípica original pertenece ahora a *Onohippidium*, por tanto habría que determinar cual debe ser la sp. genotípica de *Parahipparion*.

En atención a que *P. bolivianum* es la más antigua, propongo sea ésta.

Creo además que las piezas dentarias ilustradas por Sefve (4) p. 115 corresponde a la figura 24 al P⁴ (en lugar de M¹) y la figura 25 al P³ (en lugar de P⁴).

Ampliaría la diagnosis de *Parahipparion* dada por Ameghino, estableciendo que los premolares presentan protocono deprimido, con prolongación anterior, semejante a *Equus*, aunque en distintos grados, según las sp. Molares con protocono dirigido hacia la región posterior del molar como en *Hippidium*.

Parahipparion extensus nov. sp.

Tipo: Una porción maxilar derecha con la serie P²-M², correspondiente a un individuo adulto, con desgaste mediano. Un extremo distal, presumiblemente de metatarsiano derecho.

Corresponden a las colecciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"¹ y se hallan catalogadas bajo el N^o 6971 de la sección Paleontología-Vertebrados.

Procedencia: Una legua al N del Arroyo Malacara, prov. de Buenos Aires.

Horizonte: Pampeano sup.

Diagnosis:

Curvatura, intermedia, entre *Equus* e *Hippidium* aproximándose a *E. curvidens* Owen, por su longitud y por sus raíces poco pronunciadas. Molares isodiamétricos, con estilos, aguzados. Segundo premolar extendido en dirección antero posterior², con mesostilo acanalado y protocono circular.

¹ A cuyas autoridades agradezco el habérmelo facilitado para su estudio.

² A este carácter se alude en la designación específica.

Tercer y cuarto premolar, con protoconos deprimidos, muy extendidos en dirección ant. posterior¹, sobre todo en el P⁴ sobrepasando hacia el borde lingual el límite interno del hypocono. Punto anterior de protocono en contacto con la cara anterior del molar.

Molares, con protoconos elípticos, menos deprimidos que en los premolares; sin rama anterior; con protoconos e hypoconos prácticamente de igual extensión lingual.

P³, con lámina interna del hypocono paralela al borde lingual. Borde anterior de la arcada cigomática, a nivel del mesostilo del P⁴.

Comparaciones:

Parahipparion extensus nov. es comparable por su tamaño, a *P. burmeisteri* Sefve, con excepción del P² que es mucho más alargado. Se distingue de él por sus premolares con protocono extendido hacia la cara anterior y posterior del molar, en tanto que en *P. burmeisteri* solo presentan rama posterior.

Por la forma de sus piezas molariformes se puede asemejar a *P. saldiassi* (Roth) Sefve, pero se diferencia bien por el P² mucho más alargado, mayor tamaño de los molariformes y por los protoconos de los premolares con mayor extensión longitudinal.

P. bolivianum, es también menor que *P. extensus* nov. y con protoconos menos extendidos.

La relación entre la serie molar con respecto a la premolar tiene distintos porcentajes según las especies.

<i>P. extensus</i>	78,4 %
<i>P. saldiassi</i>	82,7 %
<i>P. burmeisteri</i>	99,0 %

El punto anterior de la arcada cigomática se encuentra en *P. extensus* nov. a nivel del mesost. del P⁴.

<i>Onohippidium compressidens</i>	a nivel del parastilo del M ¹
<i>Hippidium bonaërense</i>	posterior al mesostilo M ¹
<i>Equus andium</i>	mesostilo del P ⁴
<i>Equus caballus</i>	mesostilo del M ¹

Descripción. Serie dentaria maxilar:

Premolares y molares, presentan aproximadamente igual longitud, con excepción del P⁴ que es el más largo, P² el más corto.

¹ A esta disposición se refiere la denominación específica.

Los premolares, tienen el mesostilo más saliente que el parastilo y metastilo reducido. Más semejante a *P. burmeisteri* que a *P. saldiasi*. En *P. bolivianum* los premolares presentan más elevado el parastilo y el mesostilo menos que el metastilo.

Los molares tienen para y mesostilo de igual saliencia y metastilo reducido. En *P. saldiasi* el parastilo parece más elevado que los restantes estilos.

Todos los molariformes con escasos depósitos de cemento y el esmalte aparece estriado longitudinalmente.

Segundo premolar: Recuerda inmediatamente al P² de *Equus curvidens* Owen, aunque el protocono de éste último es más alargado y en *P. extensus* es circular. El mesostilo es acanalado. El borde posterior del protocono se encuentra a nivel del mesostilo, como en *O. compressidens*. En cambio, en *P. saldiasi* este límite es ant. al mesostilo.

Su pre y post foseta ofrecen pocas complicaciones en la lámina de esmalte.

Tercer premolar: El lóbulo anterior mayor que el posterior, con una diferencia bien acusada.

La extensión longitudinal del protocono, equivale al 46 % de la long. de la superficie masticatoria. En *P. saldiasi* equivale al 33,3 %.

El protocono es deprimido sobre el borde lingual con la rama anterior menos extendida que la posterior y aguzada. La rama posterior es redondeada. El hypocono, es muy desarrollado en dirección transversal y completamente aislado, su inflexión posterior alcanza el nivel del borde externo del pliegue caballino. En *P. saldiasi*, *P. burmeisteri* y *P. bolivianum*, este nivel es inferior al nivel del borde externo del pliegue.

Cuarto premolar: Isodiamétrico y con diferencia entre los lóbulos anterior y posterior más acentuada que en el P³. Protocono más extendido de adelante hacia atrás. Equivale al 52,1 % de la long. de la corona. En *P. Saldiasi* equivale al 44 %. Más deprimido que en el premolar anterior con rama anterior aguzada y posterior redondeada.

Hypocono similar al del P³ en extensión transversal y desarrollo.

Los molares, son algo menores que los premolares. En ellos, se cumple el "espíritu" de la descripción Ameghiniana en lo que respecta al protocono. Son comparables, independientemente de los premolares, a los molares de *P. burmeisteri* aunque siempre los hypoconos son más desarrollados en sentido transversal, debido a su inclinación hacia el

borde lingual. Esto mismo vale para el hypocono de *P. saldiasi* con borde posterior redondeado.

Primer molar: El lóbulo anterior es algo mayor que el posterior, aunque no muy acentuado. El protocono es elíptico, sin prolongación anterior, con cara lingual bien convexa. Límite anterior a nivel del protocónulo, como en *P. saldiasi*. En *P. burmeisteri* es posterior.

Segundo molar: Menos extendido en dirección transversa que el anterior, con mayor desproporción entre el lóbulo anterior y el posterior. El pliegue caballino con análoga disposición que en el M¹.

DIMENSIONES

Diámetro transverso entre las epitreleas (aproximado por fractura)	48 mm
Diámetro transverso entre los labios articulares.....	48 mm
Diámetro antero posterior de la polea interna.....	28 mm

Dimensiones de la serie dentaria maxilar

Ejemplar n° 6071 (Tipo)	P ²		P ³		P ¹		M ¹		M ²	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Longitud total.....	51 ⁴		70		81		76		72 ⁴	
Diámetro ant. post.	42	100	33	100	30,5	100	29	100	29	100
Diámetro transverso	27,5	65,7	30	90,0	30,5	100	30	103,4	28,2	97,2
Longitud del protocono.....	8	19	15,5	46,9	16	52,1	12,8	44,1	10,5	36,2
Ancho máximo del protocono (tomado entre láminas de esmalte).....	6	14,2	5	16,6	5	16,3	5,5	18,9	4,8	16,5
Longitud del hypocono.....	—	—	9	27,2	9,5	26,8	8	27,5	8	27,5
Longitud del lóbulo anterior (sobre el ectolofa).....	29	69	18	54,5	17,5	57,3	15,5	53,4	16,8	57,9
Longitud del lóbulo posterior (sobre el ectolofa).....	12,9	30,7	15	45,4	13	42,6	13,5	46,5	12	41,3

⁴ Aproximada por fractura.

	mm	%
Longitud de la serie dentaria maxilar (aproximada)...	182	100
Longitud de la serie premaxilar.....	102	56
Longitud de la serie molar.....	80	44

El protocono tiene menor extensión que en el molar anterior, más angosto y menos convexo. Hypocono de amplitud similar al M¹ pero algo más angosto. La lámina interna del hypocono se halla al mismo nivel lingual que el punto más posterior de protocono. En *P. burmeisteri* y *P. saldiasi*, este nivel es externo al del hypocono.

Metatarsiano: Se trata de un extremo distal de un metápodo que determino como de un metatarsiano derecho. Su estado de conservación, es bastante deficiente.

Presenta una pequeña desviación de su quilla articular hacia la región externa que no observo en *P. saldiasi*. Este carácter lo he observado en varios metacarpianos y metatarsianos de una colección de équidos fósiles, que tengo en estudio y sobre esta particularidad volveré en un trabajo posterior. Las epitrócleas sobrepasan poco el nivel lateral de los labios de las poleas articulares, recordando por este carácter a los metatarsianos de *Equus* sp.

CONCLUSIONES

La semejanza molariforme entre *Parahipparion*, *Onohippidium* y *Equus*, es apreciable tanto en los dientes maxilares como en los mandibulares, sobre todo si se encuentran sueltos. Así, puede confundirse por ejemplo, un premolar superior de *Parahipparion* con uno de *Equus*, por su protocono, con dos ramas. También los premolares inferiores de *Onohippidium devillei* pueden diagnosticarse como de *Equus andium* o de *Parahipparion saldiasi*, por la saliente o repliegue ántero externo del protocónido.

La semejanza entre *Parahipparion* y *Onohippidium*, está bien establecida en los molares, por la disposición y morfología semejante del protocono.

Reaparecen en *Parahipparion*, por un lado los caracteres del protocono de *Pliohippus cumminsii* (con una pequeña rama anterior, y por el otro los de *Onohippidium* del cual tal vez descende.

Siendo *Pliohippus* antecesor de *Onohippidium* por una parte y por otra de *Equus*, se explicaría la semejanza entre *Parahipparion*, *Equus*, y *Onohippidium*, pues los tres tienen el mismo antecesor.

Estas similitudes, traen aparejados errores involuntarios, en las determinaciones de piezas dentarias aisladas, observadas en algunas oportunidades, como se ha enunciado al comenzar estas anotaciones.

CUADRO COMPARATIVO ENTRE LAS ESPECIES DE PARAHIPPARION

Molariformes

Especies	P ²			P ³			P ⁴			M ¹			M ²			M ³				
	Longitud		Ancho	Longitud		Ancho	Longitud		Ancho	Longitud		Ancho	Longitud		Ancho	Longitud		Ancho		
	mm	%	mm	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%	mm	%	
<i>Parahipparion</i>																				
<i>saldiasi</i> ¹	37	100	26	70,3	29	100	28	96,6	26	100	28	107,6	29	100	29	100	26	100	26	100
<i>Parahipparion bo-</i>																				
<i>lyianum</i> ¹																				
<i>Parahipparion</i>																				
<i>burmeisteri</i> ¹ . . .	37	100	29	78,4	30	100	30,5	101,7	30	100	30	100	29,5	100	30	101,7	29	100	29,5	101,7
<i>P. (Hyperk.) pe-</i>																				
<i>ruanum</i> ²	35,7	100	23	64,4	28	100	22,5	80,3	29,2	100	22	75,3								
<i>Parahipparion</i>																				
<i>puelchensis</i> ² . . .	36	100	24	66,6																
<i>Parahipparion ex-</i>																				
<i>tensus</i> nov. sp. 42	100	27,5	65,7	33	100	30	90,7	30,5	100	30,5	100	30,5	103,4	29	100	28,2	97,2			

Datos tomados de Sefve, I (1912)

² Especies fundadas sobre dientes de leche

Pero al tener series maxilares o mandibulares completas, podemos concluir que *Onohippidium* presenta su serie premaxilar y maxilar con protoconos semejantes entre sí, más bien redondeados o alargados en los ejemplares adultos y deprimidos y alargados en dirección ant. posterior en los juveniles, recordando a *Parahipparion*.

Parahipparion tiene premolares superiores, semejantes a *Equus*, con protocono alargado y con dos ramas, anterior y posterior (con excepción de *P. burmeisteri*). Molares con protocono deprimido, dirigido hacia la región posterior del molar, sin rama anterior. Toda la serie dentaria superior con estilos bien aguzados y salientes, como los de *Hippidium*.

La serie mandibular recuerda a *Equus* en los premolares y a *Hippidium* en los molares, y esto mismo vale para *Onohippodium*.

En su conjunto *Parahipparion* es más masivo que *Onohippidium*, pero se distinguen bien por sus relaciones carpo metacarpales. En *Onohippidium* no existe contacto entre el magnum y el segundo metacarpiano y en *Parahipparion* sí.

De acuerdo a lo expuesto en este trabajo, es posible deducir que las especies de *Parahipparion* tal vez haya que restringirlas en favor de *Onohippidium*. Pero lamentablemente este estado de cosas no podrá aclararse mientras no se cuente con materiales suficientes, en especial, craneanos, que permitan demostrar o rechazar esta hipótesis.

Parahipparion extensus es comparable por su tamaño en términos generales a *Onohippidium compresidens* Mor. y corresponde al Pampeano superior.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

1. AMEGHINO, F. 1904. *Recherches de morphologie phylogénétique sur les molaires supérieures des ongles*. — An. Mus. Nac. de Bs. As., t. IX (serie 3ª, t. III), págs 273 y 274.
2. BOULE, M. y THÉVENIN, A. 1920. *Mammifères fossiles de Tarija*. — Mission Scientif. Cequi. Montfort et Sénéchal de la Grange, págs. 106-115. París.
3. HOFFSTETTER, R. 1950. *Algunas observaciones sobre los caballos fósiles de la América del Sur. Amerhippus gen. nov.* — Bol. de Inf. Cientif. Nac. Casa de la Cultura Ecuatoriana. Quito. Vol. III, n^{ros} 26 y 27, pág. 428.
4. SEFVE, I. 1912. *Die fossilen Pferde Südamerikas*. — Kungl. Svenska. Vetenskapskad. Hanlingar, Band 48, n^o 6, págs. 95-137. Uppsala y Stockolm.

Manuscrito recibido en diciembre de 1960.

EXPLICACION DE LA LAMINA

Fig. 1. *Parahipparion extensus* nov. sp.

Tipo. N^o 6971 (Mus. Arg. de Cs. Nat. B. Rivadavia).

Segundo molar superior derecho. Vista posterior.

1a. *Parahipparion extensus* nov. sp. Tipo.

Serie molar superior derecha (P²-M²). Vista oclusial.

Fig. 2. *Hippidium bonaerense* C. Amegh. N^o 6-68 (Museo de La Plata).

Cuarto premolar superior derecho. Vista oclusial.

2a. Vista anterior de 2.

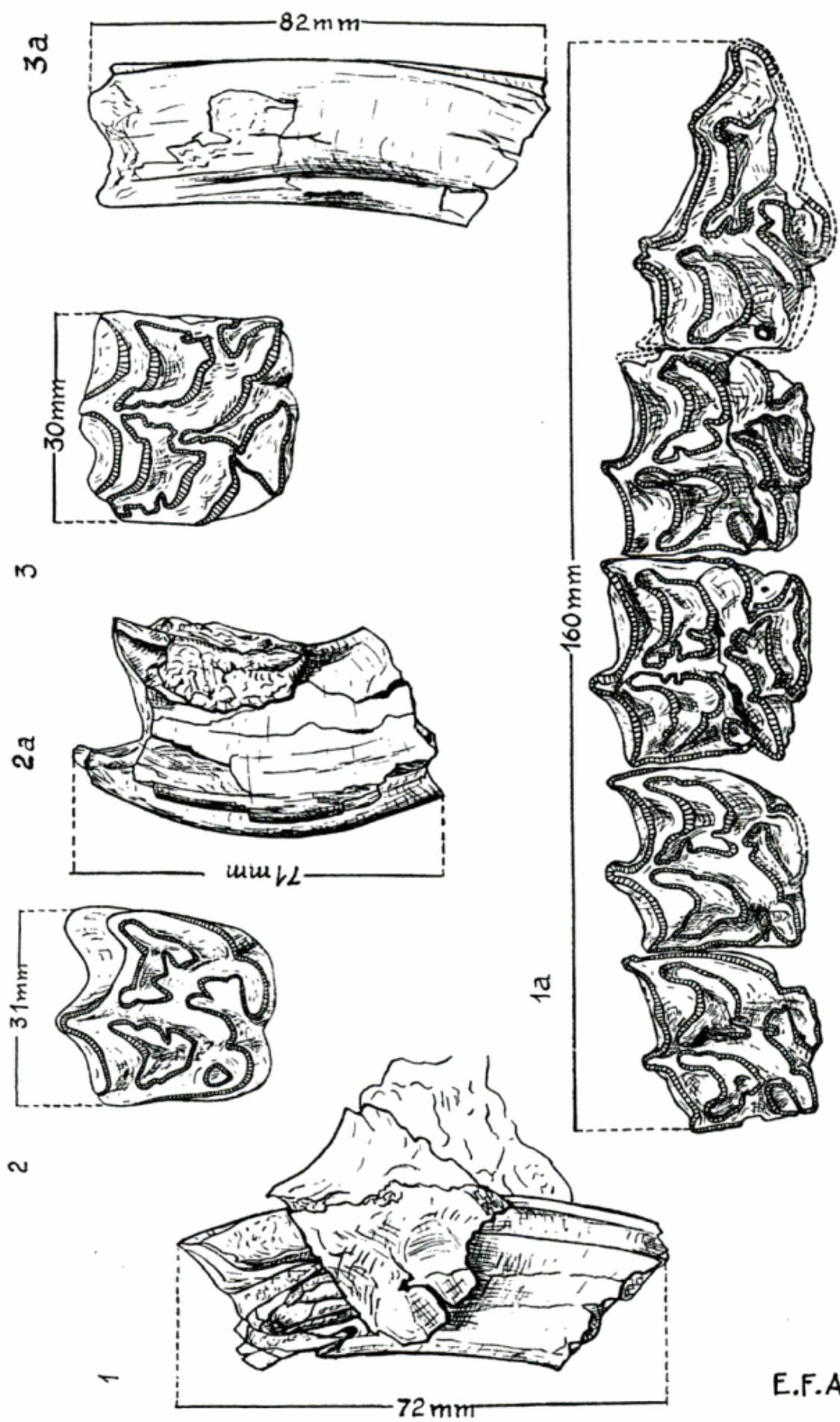
Fig. 3. *Equus* sp. N^o 6 282 (Museo de La Plata).

3a. Vista anterior de 3.

(Dibujos de la autora).

Puede apreciarse la analogía entre *Hippidium* (fig. 2) y los molares de *Parahipparion extensus* (fig. 1a). La semejanza es notoria entre *Equus* (fig. 3) y los premolares de *P. extensus* (fig. 1a).

Puede compararse también la curvatura de *P. extensus* (fig. 1) que se aproxima más a *Equus* (fig. 3a) que a *Hippidium* (fig. 2a).



E.F.A.

LOS FORAMINIFEROS DE LOS SEDIMENTOS CUATERNARIOS EN LOS ALREDEDORES DE PUERTO QUEQUEN

(PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

POR ESTEBAN BOLTOVSKOY

Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"

RESUMEN

Los sedimentos Cuaternarios de los alrededores de Quequén están representados por el Ensenadense (Pleistoceno) y Platense-Lujanense (Holoceno). Han sido estudiadas en total 28 muestras; 18 del Ensenadense y 10 del Platense-Lujanense. Solamente 4 del primero y 4 del otro contenían caparazones de foraminíferos. El número de las especies halladas en el Ensenadense es 31 y en el Platense-Lujanense, 42. Los conjuntos de foraminíferos encontrados en todas las muestras, menos en la n° 51 (Ensenadense), están compuestas de ejemplares de pequeño tamaño pertenecientes a las mismas especies que viven ahora en la zona costanera cerca de Quequén. Esto demuestra que las condiciones ecológicas en aquel tiempo eran más o menos iguales que las presentes. La muestra n° 51 contenía algunas especies típicas de la corriente de Malvinas actual, lo que comprueba que durante la sedimentación de este material la temperatura era más baja que ahora en la misma área. Esta conclusión contradice al punto de vista existente sobre el clima del Ensenadense en la plataforma continental argentina. Como todas las especies enumeradas en el presente trabajo fueron descritas e ilustradas por el presente autor en los trabajos precedentes dedicados a los foraminíferos recientes del Mar Epicontinental Argentino, en esta publicación ya no hay necesidad de repetirlo.

SUMMARY

The Quaternary sediments of the vicinity of Quequén are represented by Ensenadense (Pleistocene) and Platense-Lujanense (Holocene). 18 samples of the former stratum and 10 of the latter have been studied. Only 4 Ensenadense samples and 4 Platense-Lujanense samples contained foraminiferal tests. The total number of species encountered is 31 in Ensenadense and 42 in Platense-Lujanense. The foraminiferal assemblages found in all the samples, except n° 51 (Ensenadense), are composed of small specimens belonging to the same species that live now in the coastal zone near Quequén. This demonstrates that the ecological conditions at that time were more or less equal to the present. Sample n° 51 contained some typical species of the Malvinas current, which proves that during the sedimentation of this material the temperature was lower than now in the same area. This conclusion contradicts the point of view existing about the climate of the Ensenadense in the Argentine continental platform. As all the species enumerated in the present work were described and illustrated by the present author in the previous works dedicated to the recent foraminifera of the Argentine Epicontinental Sea, there is no need to repeat them in this publication.

dense), are composed of the undersized specimens of the same which live now on the near shore zone of Quequén itself. This testifies to more or less the same ecological conditions which existed at that time. The sample n^o 51 had some species typical of the Recent Malvin current, which proves that during the sedimentation of this material a lower temperature existed in the area studied. This conclusion does not agree with the generally accepted point of view on the climate during the time of Ensenadense on the Argentine shelf. As all the species recorded in this paper were already described by the same author in the preceding ones on the Recent foraminiferal Argentine fauna, no special illustration is given here.

PREFACIO

Los depósitos Cuaternarios en Argentina son muy distribuidos y su estudio sumamente complicado. Sus facies continentales han sido estudiadas principalmente en base a restos fósiles de vertebrados. Sus facies marinas —en base a restos de moluscos. Pero la cantidad de las investigaciones hechas es muy escasa para una tarea tan grande y complicada. Además, en numerosos casos, la ausencia de los restos orgánicos arriba mencionados, o su escasez, hace el estudio de ciertos lugares en base a ellos, muy difícil o casi imposible. Por eso, en realidad, los conocimientos del Cuaternario de nuestro país están ahora muy lejos de ser suficientes.

En las últimas décadas, en todos los países adelantados del mundo, se ha comenzado a usar para los estudios del Cuaternario los organismos microscópicos o partes microscópicas de los organismos más grandes. Algunos de éstos restos sirven perfectamente para la investigación de los depósitos continentales, otros para las facies marinas. Para los últimos de un valor muy especial son los foraminíferos, lo que fue demostrado muchas veces por los diferentes investigadores de los países Europeos y de Norteamérica de los Estados Unidos.

Desafortunadamente, la Argentina tiene que ser considerada como un país donde falta la investigación del Cuaternario desde el punto de vista del estudio de sus foraminíferos.

Existe una sola observación de esta índole perteneciente a Frenguelli (1953). Dicho autor, investigando los organismos microscópicos de las muestras de la turbera, procedentes de Tierra del Fuego, ha encontrado dos foraminíferos, uno de los cuales ha sido descrito como género y especie nueva *Auerinella fuegiae*.

Pero el interés principal de Frenguelli fueron las diatomeas y sus anotaciones sobre foraminíferos arriba mencionadas, son muy breves, de carácter puramente descriptivo, sistemático.

Para la descifración de los sedimentos marinos Cuaternarios hay que estudiar los foraminíferos detalladamente y compararlos con los de diferentes lugares del actual Mar Argentino y sus aguas adyacentes. Esta última condición es muy importante para la correcta interpretación ecológica, paleogeográfica etc. de los resultados obtenidos.

Felizmente cuando el presente trabajo fue preparado, el laboratorio de foraminíferos del Museo Argentino de Ciencias Naturales ya tenía ricas colecciones de foraminíferos recientes procedentes de diferentes partes del Océano Atlántico y otros lugares del mundo. Además el autor tuvo la posibilidad de comparar algunas formas con los ejemplares de la colección de foraminíferos de U. S. National Museum (Washington, D.C. U.S.A.) durante sus viajes de 1957 y 1959 a dicho país.

Estas circunstancias nos permiten pensar que el presente trabajo, a pesar de tener un material pobre de estudio, presente cierto interés científico, por lo menos como el primer paso dado en una promisorá tarea sobre el estudio del Cuaternario con ayuda de sus restos microscópicos-foraminíferos. Además hay que hacer notar que las conclusiones ecológicas del presente estudio se diferencian algo del punto de vista aceptado por los investigadores precedentes.

Por las muestras puestas a mi disposición debo agradecer al doctor M. Teruggi y al señor J. Remiro, que gentilmente me han facilitado.

NOCIONES GENERALES SOBRE EL CUATERNARIO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Para entender mejor en que consiste la diferencia entre las conclusiones paleoecológicas del presente estudio y de los investigadores precedentes, es necesario describir, por lo menos en forma muy breve, los sedimentos Cuaternarios en la prov. de Buenos Aires y sus interpretaciones por los investigadores correspondientes.

El Cuaternario de esta provincia está representado por depósitos de gran espesor de sedimentos de tipo loess. Estos sedimentos son de origen continental y se denominan Pampeano (Pleistoceno) y Postpampeano (Holoceno).

Ya por los primeros naturalistas —investigadores del Cuaternario— de Argentina, d'Orbigny, Darwin y Burmeister fueron observadas las intercalaciones de las transgresiones marinas entre los sedimentos continentales.

Más tarde al problema de edad, posición stratigráfica, etc., de todos

estos estratos de loess y transgresiones, se han dedicado muchos trabajos (F. Ameghino, H. Ihering, J. Frenguelli, P. Groeber, E. Feruglio, L. Kraglievich, etc.); sin embargo sus estructuras estratigráficas y alteraciones muy complicadas explican porque ellos son hasta ahora muy mal conocidos.

Aquí no vamos a presentar detalladamente los puntos de vista sobre este tema expresados por varios investigadores, ya que este no entra en los límites puestos por el presente estudio.

Simplificando algo podemos decir que en el Cuaternario de Buenos Aires se puede distinguir tres transgresiones principales, a saber, Ensenadense, Belgranense y Lujanense. Las dos primeras pertenecen al Pampeano, es decir Pleistoceno. Los sedimentos de la transgresión Lujanense corresponde al Postpampeano (Holoceno).

Además se diferencian a los sedimentos marinos de edad más avanzada bajo la denominación de Querandinense.

Como ahora supone la mayoría de los investigadores, las transgresiones oceánicas corresponden a los períodos interglaciales, cuando las masas de agua, que originan con el deshielo, aumentan el nivel del océano.

Kraglievich (1952), siguiendo la opinión de Groeber, sincroniza las épocas glaciales de América del Sur con las de América del Norte y de Europa e interpreta las tres transgresiones antes mencionadas como correspondientes a los períodos interglaciales, a saber (usando la terminología europea): Günz-Mindel, Mindel-Riss y Riss-Würm.

Al problema de los climas de América del Sur en las épocas pasadas y origen de la fauna patagonense muchas investigaciones ha dedicado Ihering. Según su punto de vista (Ihering, 1927) en el Terciario el mar que bañaba las costas patagónicas ha sido todo el tiempo cálido (18° - 22° C).

Las dos primeras transgresiones (Ensenadense y Belgranense) contienen la fauna subtropical, dice el investigador citado.

En el Pleistoceno superior (o medio) la tierra que unía América del Sur con la Antártida y las Islas Malvinas bajó y las aguas frías del Océano Pacífico entraron en el Mar Argentino. Así se formó la corriente de Malvinas. Como resultados de la influencia de las aguas subantárticas, la transgresión Lujanense tiene fauna de carácter mezclado, es decir subtropical con varias formas de las aguas frías.

Estas son las ideas principales de Ihering respecto a las transgresiones Cuaternarias que nos interesan.

Frenguelli (1950) también consideró que durante el Lujanense las

temperaturas eran bajas y sincronizó este período en la provincia de Buenos Aires con las morenas de las Cordilleras de la Patagonia y con la época glacial Würm de escala Europea. El no separó la transgresión Lujanense. Frenguelli interpretó como una facie del Lujanense superior los sedimentos marinos separados por Ameghino bajo el nombre Querandinense.

Resumiendo, vemos que la mayoría de los investigadores del Cuaternario de Argentina interpretaron las transgresiones Ensenadense y Belgranense como correspondientes a un clima cálido, subtropical. El clima del Lujanense fue interpretado como considerablemente más frío.

MATERIAL UTILIZADO

He recibido 21 muestras de Ensenadense (n^{os} de las muestras: 8-10, 12-14, 16-18, 26, 45, 51-59, 78) ¹ y 10 muestras de los sedimentos de la edad Platense-Lujanense (n^{os} 2-4, 6, 7, 79 a ,81, 82, 119, 120). Las muestras han sido tomadas por los investigadores doctor M. Teruggi y señor J. Remiro en su viaje a la zona costanera de Necochea (Quequén) en diciembre de 1952.

El Ensenadense está representado por limos compactos de color gris verdoso. Su espesor es aproximadamente de 10 m.

El Platense-Lujanense está representado por sedimentos aterrazados en el valle de Río Quequén. Son limos de color gris oscuro a gris ceniza. Su espesor es aproximadamente (lo que aflora) 4 m.

Además tuve a mi disposición 25 muestras de arena de playa de la misma región de puerto Quequén en la prolongación de la costa más o menos 30 km, entre Punta Negra y Punta Carballida, coleccionadas por los mismos investigadores. Algunas de ellas tenían una cantidad considerable de caparazones de foraminíferos, que me dieron la posibilidad de apreciar el aspecto general de la fauna de foraminíferos recientes de esta zona (Boltovskoy, 1955). Los trabajos dedicados a los foraminíferos de otros lugares de la plataforma continental argentina están enumerados al final de la bibliografía que adjunto.

¹ Los números de las muestras, así como sus edades geológicas son dados por el doctor M. Teruggi en su descripción de los afloramientos cuando extrajo las muestras.

MÉTODOS SEGUIDOS

Todas las muestras recibidas han sido hervidas y lavadas a través del tamiz n^o 200 de U. S. Sieve Series Mesh (0,074 mm). La parte que quedó en el tamiz fue secada y después para separar los microfósiles fue tratada con tetracloruro de carbono. Como algunos capazones, a causa de sus paredes gruesas y pesadas, podrían no flotar, para verificación, algunas muestras han sido examinadas en su total contenido sin usar líquido pesado.

Luego, todos los ejemplares hallados fueron determinados y comparados con los de la fauna reciente, siendo colocados luego en portaforaminíferos según orden específico.

BREVE ENUMERACION DE LOS RESTOS ORGANICOS ENCONTRADOS EN LAS MUESTRAS

ENSENADENSE

Los siguientes restos orgánicos fueron encontrados en las muestras estudiadas:

- Muestra n^o 8.* Pelecípodos, restos de peces.
- Muestra n^o 9.* Ostrácodos, moluscos, briozoarios, foraminíferos, resto óseo de pez.
- Muestra n^o 51.* Ostrácodos, foraminíferos, restos óseos de peces, diatomeas, restos vegetales.
- Muestra n^o 52.* Ostrácodos.
- Muestra n^o 53.* Estéril.
- Muestra n^o 54.* Ostrácodos.
- Muestra n^o 55.* Estéril.
- Muestra n^o 56.* Ostrácodos.
- Muestra n^o 57.* Restos óseos de peces, pelecípodos.
- Muestra n^o 58.* Foraminífero, resto óseo de pez.
- Muestra n^o 59.* Estéril.
- Muestra n^o 10.* Restos óseos de peces.
- Muestra n^o 12.* Restos de briozoarios y gastrópodos. Foraminíferos.
- Muestra n^o 13.* Estéril.
- Muestra n^o 14.* Estéril.
- Muestra n^o 16.* Estéril.

Muestra n° 17. Ostrácodos.

Muestra n° 18. Restos óseos de peces.

PLATENSE-LUJANENSE.

Los siguientes restos orgánicos fueron encontrados en las muestras estudiadas:

Muestra n° 2. Ostrácodos, diatomeas.

Muestra n° 3. Ostrácodos, diatomeas.

Muestra n° 4. Ostrácodos, diatomeas y un foraminífero.

Muestra n° 6. Ostrácodos, diatomeas, foraminíferos.

Muestra n° 7. Ostrácodos, diatomeas, foraminíferos.

Muestra n° 79ª. Ostrácodos, diatomeas, foraminíferos, restos óseos de peces.

Muestra n° 81. Estéril.

Muestra n° 82. Diatomeas.

Muestra n° 119. Estéril.

Muestra n° 120. Estéril.

En el cuadro de la distribución estratigráfica de las especies encontradas (consultar al final de este artículo) se puede ver que cantidad y cuales especies han sido encontradas en la muestra.

CARACTER GENERAL DE LA FAUNA ESTUDIADA Y ALGUNAS CONCLUSIONES PALEOECOLOGICAS

ENSENADENSE.

La fauna de foraminíferos es muy pobre en especies y también en ejemplares. El número total de todas las especies encontradas es de 31; la mayoría fue representada en las muestras estudiadas por muy pocos caparazones, frecuentemente 1 ó 2.

Las especies más distribuídas son: *Quinqueloculina seminulum*, *Pyrgo ringens*, diferentes *Elphidium* (principalmente *E. galvestonense*), *Bucella frigida*, *B. peruviana campsi*, *Cibicides cf. mckannai*.

Todo el conjunto faunístico, y especialmente el gran porcentaje de *Elphidium*, comprueba que la profundidad del mar donde éstos se depositaban era muy poca, es decir muy cerca de la costa.

El tamaño de los ejemplares encontrados es pequeño, más o menos igual al tamaño de las mismas especies vivientes ahora en la región de la bahía San Blás, pero como he escrito en el trabajo dedicado a los

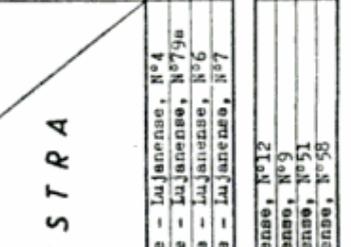
DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA DE LOS FORAMINIFEROS

(Las muestras que no contienen foraminiferos no se dan en el presente cuadro)

ESPECIE	MUESTRA	
	Platense - Lujanense, N°4	Platense - Lujanense, N°79a
<i>Textularia gramen</i>	+	+
<i>Quinqueloculina semimilium</i>	+	+
<i>Quinqueloculina patagonica</i>	+	+
<i>Quinqueloculina cf. aglutinata</i>	+	+
<i>Triloculina subrotunda</i>	+	+
<i>Pyrgo patagonica</i>	+	+
<i>Pyrgo oenasis</i>	+	+
<i>Pyrgo nanuta</i>	+	+
<i>Cornuapira involans</i>	+	+
<i>Cornuapira planorbis</i>	+	+
<i>Lagena sulcata, f. lyellii</i>	+	+
<i>Lagena laevis, f. typica</i>	+	+
<i>Lagena laevis, f. perlucida</i>	+	+
<i>Lagena aspera</i>	+	+
<i>Collina mero</i>	+	+
<i>Collina caudigera</i>	+	+
<i>Pleuroina lineata</i>	+	+
<i>Pleuroina laevigata</i>	+	+
<i>Pleuroina quadricoelata</i>	+	+
<i>Pleuroina aff. earlandi</i>	+	+
<i>Gutulina problema</i>	+	+
<i>Gutulina australis</i>	+	+
<i>Nonion pauperum</i>	+	+
<i>Astronion elegantissimum</i>	+	+
<i>Bulminella auriculata</i>	+	+
<i>Bulminella patagonica, f. typica</i>	+	+
<i>Bulminella patagonica, f. alabra</i>	+	+
<i>Bulminella marginata, f. subulata</i>	+	+
<i>Bulminella variabilis</i>	+	+
<i>Bulminella rotunda</i>	+	+
<i>Bulminella compacta</i>	+	+
<i>Bulminella striatula</i>	+	+
<i>Bulminella cf. lomitonata</i>	+	+
<i>Bulminella pseudoplicata</i>	+	+
<i>Diacorbina floridana</i>	+	+
<i>Diacorbina cf. floridana</i>	+	+
<i>Diacorbina williamsoni, f. praegeri</i>	+	+
<i>Valvulineria sp.</i>	+	+
<i>Buccella frigida</i>	+	+
<i>Buccella peruviana compacta</i>	+	+
<i>Rosalina beoceri parkinsoniana</i>	+	+
<i>Ephidium discoidale</i>	+	+
<i>Ephidium margaritaceum</i>	+	+
<i>Ephidium advenum depressulum</i>	+	+
<i>Ephidium aff. magellanicum</i>	+	+
<i>Ephidium galvestonense</i>	+	+
<i>Stomatopirina sp.</i>	+	+
<i>Caesidulina crassa, f. media</i>	+	+
<i>Caesidulina crassa, f. minima</i>	+	+
<i>Cibicides bertheloti, f. boueana</i>	+	+
<i>Cibicides cf. mokannai</i>	+	+
<i>Cibicides robustus</i>	+	+
<i>Dyoecbioides biserialis</i>	+	+
<i>Globigerina bulloides</i>	+	+
<i>Globigerina pachyderma</i>	+	+

ACLABACION DE LOS SIGNOS CONVENCIONALES

signo	numero de ejempl.
•	1
•	2-3
+	6-10
+	11-25
+	25-50
+	> 50



CORRIGENDA : *Pyrgo patagonica* léase *P. ringens* y *Cibicides robustus* léase *C. corputentus*

foraminíferos de este lugar, allí la fauna tiene aspecto algo empobrecido; el mismo aspecto tiene la fauna del Ensenadense de Quequén.

Los foraminíferos del Ensenadense no indican ninguna disminución de la salinidad; en este sentido la fauna muestra condiciones similares a las actuales, reinantes ahora cerca de la costa Atlántica en este lugar (Quequén).

La muestra n° 9 tiene muchos caparazones de varias especies, por ejemplo: *Elphidium galvestonense*, *Buccella peruviana campsi*, *Discorbis cf. floridanus*, que son muy probablemente resedimentados.

La comparación de las muestras n° 51 y n° 12 indica que la temperatura del agua durante la sedimentación del material de la muestra n° 51 era más fría. A favor de esta suposición se verifica la presencia de ejemplares como *Cassidulina crassa (f. media)* y de *Globigerina pachyderma*. Hay que suponer que la misma era más fría que las aguas existentes ahora cerca del puerto Quequén, ya que en este último lugar viven ciertas formas propias de las aguas cálidas (por ejemplo: *Massilina secans*), mientras tanto *Cassidulina crassa (f. media)* y *Globigerina pachyderma* son típicas de las aguas recientes de la corriente fría de Malvinas, es decir aguas subantárticas.

La población de foraminíferos encontrada en el Platense-Lujanense demuestra también condiciones más cálidas que las de la muestra n° 51. Así podemos decir que las aguas donde el material de esta última muestra ha sido sedimentado eran más frías que las correspondientes a otras muestras investigadas en el presente trabajo.

PLATENSE-LUJANENSE.

Los foraminíferos encontrados en los estratos Platense-Lujanense son algo más ricos en especies (número total 42) siendo muy pequeños de tamaño. Ellos son aún más pequeños que los actuales de bahía San Blas, donde hasta ahora he encontrado los más pequeños foraminíferos de toda la plataforma patagónica.

Los ejemplares de tamaño diminutivo se pueden ver especialmente bien en todas las Quinqueloculinas (*Q. seminulum*, *Qu. patagonica*, *Qu. atlantica*), algunas *Fissurina (F. quadricostulata, F. aff. carlandi)*, *Cibicides (C. bertheloti, f. boueana, C. cf. mckannai)* y algunas otras.

Varias formas encontradas en el presente material y en el golfo San Jorge (Boltovskoy, 1954a), como ser, por ejemplo, *Pyrgo nasuta*, *Astrononion stelligerum*, son más pequeños que en este último lugar.

Triloculina subrotunda, *Pyrgo ringens*, *Cornuspira involvens*, *C. planorbis* son del mismo tamaño que en bahía San Blas.

El análisis de la lista de las especies dice que (como habría que esperar) las profundidades eran muy bajas. Aquí era también zona costanera. La salinidad no se diferenciaba mucho de la normal. Las condiciones de la temperatura son más difíciles de reconocer, porque la diferencia entre la fauna fósil del Platense-Lujanense y la reciente de Quequén es tan insignificante que no da indicaciones útiles. Hay que pensar que ellas eran aproximadamente iguales a las actuales de esta zona de Quequén.

El tamaño muy pequeño de todos los ejemplares nos da a entender que las condiciones de la vida para la fauna estudiada no eran favorables. De que consistían estas condiciones desfavorables es por ahora bastante difícil de conocer².

En todas las muestras del Cuaternario estudiadas fue encontrado solamente una especie de foraminífero, hasta ahora no registrada en las aguas recientes del Mar Epicontinental Argentino. Ella es *Valvulineria* sp. A causa de la poca cantidad de ejemplares (2), así como su estado de desarrollo empobrecido, su identificación específica no fue posible.

Por las mismas razones no fue identificada hasta la especie *Stomatorbina* sp., que también puede ser nueva, aunque hay que hacer notar que *Stomatorbina concentrica* es conocida de las aguas del Sur de Brasil y esta última indudablemente es muy cercana (o la misma) a la *Stomatorbina* sp. del material Cuaternario estudiado en el presente trabajo.

Ya sabemos, por lo dicho al principio, que según el punto de vista ampliamente aceptado el Ensenadense y Belgranense corresponden al clima cálido. El Lujanense es interpretado como sedimento que contiene varias especies típicas de aguas frías.

Por el contrario, los datos que se obtuvieron en el presente estudio muestran que durante el Ensenadense en los alrededores de Quequén, vivían formas subantárticas, malvinenses.

Este hecho habla en favor de que ya en Ensenadense la plataforma continental Argentina era recorrida por las aguas de la corriente de Malvinas.

² Para ampliar este tema recurrir a los trabajos del autor: "Foraminíferos del golfo San Jorge" y "Foraminíferos de la bahía San Blas".

PARTE SISTEMÁTICA

La clasificación adoptada aquí es de Cushman, con pequeñas modificaciones hechas por algunos investigadores posteriores. Como todas las especies enumeradas abajo han sido encontradas en algunos lugares del Mar Epicontinental Argentino y sus sinonimias, las descripciones, discusiones sobre sus posiciones taxonómicas y relaciones con otras especies, así como ilustraciones correspondientes, han sido dadas por el autor de la presente comunicación en los trabajos precedentes (Boltovskoy, 1954a, 1954b, 1955, 1957, 1959), no hay necesidad de repetir esto aquí. Por eso, para cada especie, está dada sólo la cita original del trabajo donde la especie en cuestión fue descrita por primera vez y solamente en casos excepcionales algunas citas de sinonimia suplementarias u observaciones de carácter sistemático necesarias.

ESPECIES BENTONÍTICAS

Familia **TECTULARIIDAE**

Género **TEXTULARIA** DeFrance, 1824

Textularia gramen D'Orbigny

1846 *Textularia gramen*, d'Orbigny. — D'Orbigny, Vienne, p.248, lám. 15, figs. 4-6.

Los ejemplares encontrados son bastante típicos.

Familia **MILIOLIDAE**

Género **QUINQUELOCULINA** D'Orbigny, 1826

Quinqueloculina seminulum (Linné)

1767. *Serpula seminulum*. — Linné, Syst. Nat., p. 1264, n^o 79.

Esta especie es común de la plataforma continental argentina y, según los datos obtenidos hasta ahora, no ha sido hallada en aguas más cálidas que las del sur de Brasil, donde está representada por ejemplares aislados y empobrecidos.

Quinqueloculina patagonica D'Orbigny

1839 *Quinqueloculina patagonica*, d'Orb. — D'Orbigny, Amer. Mérid., p. 74, lám. 4, fig. 14-16.

Los mismo que la especie precedente.

Quinqueloculina cf. agglutinata Cushman

Cf. 1917 *Quinqueloculina agglutinata*, new species. — Cushman, N. Pacif. Oc., 6, p. 43, lám. 9, fig. 2.

Los ejemplares hallados se diferencian del tipo por los márgenes periféricos más redondeados y por el color gris, pero no amarillento.

Estas circunstancias hacen por ahora necesario usar el signo "cf". Los mismos rasgos de diferencia tienen los caparazones de esta especie procedente de la parte norte de la plataforma continental argentina.

Quinqueloculina atlantica Boltovskoy

1957 *Quinqueloculina atlantica* n. sp. — Boltovskoy, Estuario Río de la Plata, p. 25, lám. 5, fis. 2-6.®

Los ejemplares encontrados son pequeños, pero típicos.

Género **TRILOCULINA** D'Orbigny, 1826

Triloculina subrotunda (Montagu)

1803 *Vermiculum subrotundum*. — Montagu, Test. Brit., p. 521.

Las consideraciones sobre la verdadera sinonimia de esta especie se puede ver en el precedente trabajo (Boltovskoy, 1954a).

Género **PYRGO** DeFrance, 1824

Pyrgo ringens (Lamarck)

1804. *Miliolites (ringens) subglobosa*. — Lamarck, Envir. Paris, vol. 5, p. 351, vol. 9, lám. 17, fig. 1.

Los ejemplares del Ensenadense tienen un tamaño considerablemente mayor que los del Platense-Lujanense. En precedentes publicaciones del presente autor esta especie figura como *Pyrgo patagonica* (d'Orb.). Gracias a la amabilidad de Miss Ruth Todd (Washington, D.C., USA) el autor tuvo la posibilidad de comparar los ejemplares de esta especie procedentes de la plataforma patagónica con los topotipos de *Pyrgo ringens* (Lamarck). No hay duda que *P. patagonica* (d'Orb.) es sinónimo de *P. ringens* (Lam.).

Pyrgo oeensis (Martinotti)

1920 *Biloculina oeensis* nov. sp.—Martinotti, Foram. Spiaggia, p. 253, text fig. 1, lám. 1, gis. 1-3.

Ejemplar muy pequeño, similar a los encontrados en la bahía San Blas.

Pyrgo nasuta Cushman

1935 *Pyrgo nasutus*, n. sp.—Cushman, 14 n. sp., p. 7, lám. 3, figs. 1-4.

Los caparazones hallados son idénticos a los del golfo San Jorge y como los últimos tienen cuello (en término medio) algo más corto y los márgenes periféricos algo más redondeados que en los dibujos de Cushman. Los ejemplares del Ensenadense son todavía más desviados del holotipo que los del Platense-Lujanense. Esta especie es muy variable. Se puede establecer que al aumentar las dimensiones, los contornos se hacen más esféricos, y el cuello más corto.

Familia **OPHTALMIDIDAE**

Género **CORNUSPIRA** Schultze, 1854

Cornuspira involvens (Reuss)

1850 *Operculina involvens* m.—Reuss, Oster. Tertiarbecken, p. 370, lám. 46, fig. 20.

De los ocho ejemplares hallados uno es microesférico, lo que en la presente especie es muy raro de encontrar.

Cornuspira planorbis Schultze

1854 *Cornuspira planorbis*, nv. sp.—Schultze, Polythal., p. 40, lám. 2, fig. 21.

Esta especie está representada por un número mayor de ejemplares que la precedente.

Familia **LAGENIDAE**

Género **LAGENA** Walker & Jacob, 1798

Lagena sulcata (Walker & Jacob), forma **leyllii** (Seguenza)

1862 *Amphorina Leyllii* Seg.—Seguenza, Messina, p. 52, lám. 1, fig. 40.

1838 *Lagena Sulcata*, Walker & Jacob.—Brady, Parker & Jones, Abrolhos, p. 222, [Pars], lám. 44, figs. 22-34.

Hay un solo ejemplar, el que, probablemente sea resedimentado.

Lagena laevis (Montagu), forma **typica**

1803 *Vermiculum laeve*. — Montagu, Test. Brit., p. 524.

Esta especie está representada por caparazones bien desarrollados y característicos.

Lagena laevis (Montagu), forma **perlucida** (Montagu)

1803 *Vermiculum perlucidum*. — Montagu, Test. Brit., p. 525, lám. 14, fig. 3.

Forma perlucida se diferencia de *forma typica* solamente por la presencia de pequeñas costillas en el extremo aboral de la conchilla. Este rasgo evidentemente no es suficiente para separar *forma perlucida* como una especie independiente.

Lagena aspera Reuss

1861 *Lagena spera*. — Reuss, Paläont. Beitr., p. 305, lám. 1, fig. 5 [cit. apud Brady, 1884].

Ejemplares poco típicos.

Género **OOLINA** D'Orbigny, 1839

Oolina melo D'Orbigny

1839 *Oolina melo*, d'Orb. — D'Orbigny, Amér. Mérid., p. 20, lám. 5, fig. 9.

Como siempre, esta especie es muy variable en su forma general y tamaño.

Oolina caudigera (Wiesner)

1931 *Lagena (Entosolenia) globosa* (Montagu) var. *caudigera* nov. var. — Wiesner, Deutsche Südpolar Exp., p. 119, lám. 18, fig. 214.

1931 *Lagena (Entosolenia) ovata* (Terquem) var. *caudigera* nov. var. — Wiesner, ibidem, p. 119, lám. 18, fig. 215.

1953 *Oolina caudigera* (Wiesner). — Loeblich & Tappan, Arctic Foram., p. 67, lám. 2, fig. 1-3.

Los ejemplares hallados son ampliamente variables, pero corresponden muy bien a los dibujos y descripciones hechas por Wiesner y especialmente dadas por Loeblich & Tappan (loc. cit.).

Género **FISSURINA** Reuss, 1850

Fissurina lineata (Williamson)

1848 *Entosolenia lineata*, nob. — Williamson, Brit. Lagenae, p. 18, lám. 2, fig. 18.

Bastante característicos.

Fissurina laevigata Reuss

1850 *Fissurina laevigata* m. — Reuss, Oster. Tertiär., p. 366, lám. 46, fig. 1.

Los ejemplares de las muestras investigadas se diferencian mucho por el grado de su convexidad. Los contornos son desiguales. Algunos individuos muestran tendencia al desarrollo de una pequeña púa en la extremidad aboral.

Fissurina quadricostulata (Reuss)

1870 *Lagena quadricostulata*. — Reuss, Septarienthon, p. 469.

1870 *Lagena quadricostulata*. — Schlicht, Septarienthon, p. 12, lám. 4, figs. 25-30.

Los ejemplares en cuestión son muy pequeños.

Fissurina aff. **earlandi** Parr.

1932 *Lagena biancae* (Seguenza). — Heron-Allen & Earland, Discovery, p. 372, lám. 10, figs. 36-39 [pars; rest —fig. 35— *F. laevigata*].

Aff. 1950 *Fissurina earlandi* sp. n. — Parr, Antarct. Exp., p. 306, lám. 8, fig. 8.

La situación taxonómica de estos ejemplares no es clara. Desafortunadamente en la sistemática de Lagenidae existen confusiones muy grandes y la cantidad de las especies descritas es mucho más amplia que las existentes en realidad. Prefiero dejarlos bajo la denominación de *F. aff. earlandi*, esperando la oportunidad de obtener mayor cantidad de ejemplares, así como el material comparativo necesario, para llegar a una conclusión más definida.

Familia **POLYMORPHINIDAE**

Género **GUTTULINA** D'Orbigny, 1839

Guttulina problema D'Orbigny

- 1826 *Guttulina problema*, Nob. — D'Orbigny, Tabl. Méth., p. 226, n^o 14.
1826 *Guttulina communis*, Nob. — D'Orbigny, ibidem, p. 266, n^o 15, lám. 12, figs. 1-4.

El ejemplar hallado es pequeño, y poco típico.

Género **GLOBULINA** D'Orbigny, 1826

Globulina australis D'Orbigny

- 1839 *Globulina australis*, d'Orb. — D'Orbigny, Amér. Mérid., p. 60, lám. 1, figs. 2-4.

Los ejemplares del Platense-Lujanense son iguales a los de la bahía San Blás. De los individuos hallados 2 ejemplares están constituídos por 3 cámaras, 2 por dos cámaras y 7 por una sola. En el trabajo dedicado a los foraminíferos de la bahía San Blás escribí con mayor amplitud sobre esta especie de d'Orbigny, mal interpretada por algunos investigadores posteriores.

Familia **NONIONIDAE**

Género **NONION** Montfort, 1808

Nonion pauperatum (Balkwill & Wright)

- 1885 *Nonionina pauperata*. — Balkwill & Wright, Rec. Foram. Irish Sea, p. 353, lám. 13, figs. 25-26, [cit. apud Cushman, 1930].

Ejemplares similares a los del Mar Epicontinental Argentino, pero algo más pequeños.

Género **ASTRONONION** Cushman & Edwards, 1937

Astrononion stelligerum (D'Orbigny)

- 1839 *Nonionina stelligera*. — D'Orbigny, Canaries, p. 128, lám. 3, figs. 1-2.

Muy pequeños y poco típicos.

Familia **BULIMINIDAE**

Género **BULIMINELLA** Cushman, 1911

Buliminella elegantissima (D'Orbigny)

1839 *Bulimina elegantissima*, d'Orb. — D'Orbigny, Amér. Mérid., p. 51, lám. 7, figs. 13-14.

Un ejemplar mal desarrollado.

Buliminella auricula Heron-Allen & Earland

1932 *Bulimina auricula*, sp. n. — Heron-Allen & Earland, Discovery, p. 351, tab. 9, figs. 1-2.

Un ejemplar pequeño.

Género **BULIMINA** D'Orbigny, 1826

Bulimina patagonica D'Orbigny

1839 *Bulimina patagonica*, d'Orb. — D'Orbigny, Amér. Mérid., p. 50, lám. 1, figs. 8-9.

Esta especie está representada en el material estudiado por dos formas: *f. typica*, que tiene espinas y que corresponde perfectamente a la descripción de d'Orbigny y *f. glabra*, que tiene absoluta carencia de las mismas y corresponde a la especie descrita por Cushman & Wickenden como var. *glabra* de *B. patagonica*. No hay ninguna duda que la diferencia mencionada en el presente caso nos permite interpretar a la var. de Cushman & Wickender solamente como una desviación muy insignificante de carácter local, es decir como una *forma* de la especie de d'Orbigny en cuestión.

Bulimina marginata D'Orbigny, forma **subulata** Cushman & Parker

1937 *Buliminina elongata* d'Orbigny, var. *subulata* Cushman & Parker, Europ. Bulimin., p. 51, lám. 7, figs. 6-7.

Las consideraciones por las cuales esta especie descrita por Cushman y Parker como var. de *B. elongata* está interpretada por el presente autor como *forma* de *B. marginata*, son presentadas en uno de los trabajos precedentes (Boltovskoy, 1959).

Género **BOLIVINA** D'Orbigny, 1839

Bolivina variabilis (Williamson)

1852 *Textularia variabilis, typica*. -- Williamson, *Foram. Brit.*, p. 76, lám. 6, figs. 162-163.

Los ejemplares encontrados son poco típicos.

Como siempre es muy difícil separar individuos pertenecientes a esta especie de los individuos de *B. pseudoplicata*.

Bolivina tortuosa Brady

1881 *Bolivina tortuosa*. — Brady, *Bilocul. Mud*, p. 51.

1884 *Bolivina tortuosa, H. B. Brady*. — Brady, *Challenger*, p. 420, lám. 52, f. igs. 31-34.

Ejemplares pequeños, mal desarrollados.

Bolivina cf. compacta Sidebottom

Cf. 1905 *Bolivina robusta* H. B. Brady, var. *compacta*. — Sidebottom *Foram. Delos*, p. 15, lám. 3, fig. 7, [cit. apud Cushman, 1937].

Los ejemplares encontrados son poco típicos; presentan una tendencia a la transición hacia *B. variabilis* y *B. pseudoplicata*.

Bolivina striatula Cushman

1922 *Bolivina striatula*, new species. — Cushman, *Tortugas*, p. 27 pars, lám. 3, fig. 10.

Bastante típicos.

Bolivina cf. lomitensis Galloway & Wissler

Cf. 1927 *Bolivina lomitensis*, n. sp. — Galloway & Wissler, *Lomita Quarry*, p. 71, lám. 11, fig. 7.

Ejemplares pequeños y empobrecidos.

Bolivina pseudoplicata Heron-Allen & Earland

1930 *Bolivina pseudoplicata*, sp. n. — Heron-Allen & Earland, *Foram. Plymouth*, p. 81, lám. 3, fig. 36-40.

Bolivina variabilis y *B. pseudoplicata* son muy variables en cuanto al contorno general de la conchilla, sus cámaras, posición de suturas

y el carácter de la superficie. Entre ambas especies se encuentran ejemplares que tienen un carácter de formas transitorias de una a otra y en muchos casos es realmente muy difícil juzgar a cual de ambas especies hay que atribuir el ejemplar encontrado. Este mismo fenómeno ya ha sido observado en la fauna reciente de diferentes lugares del Mar Epicontinental Argentino.

Los ejemplares que son interpretados en el presente estudio como *B. cf. compacta* tampoco tienen una separación bien definida de las dos especies recién mencionadas. *Bolivina* es un género cuyas especies requieren un estudio más minucioso que otros, porque en la literatura sobre foraminíferos existen muchas confusiones en su interpretación.

Familia ROTALIIDAE

Género **DISCORBIS** Lamarck, 1804

Discorbis floridanus Cushman

1922 *Discorbis floridana*, new species. — Cushman, Tortugas, p. 39, lám. 5, figs. 11-12.

Ejemplares muy pequeños, pero típicos.

Discorbis cf. floridanus Cushman

C. 1922 *Discorbis floridana*, new species. — Cushman, Tortugas, p. 39, lám. 5, figs. 11-12.

Esta especie muy variable ha sido encontrada en algunos lugares de la parte norte de la plataforma continental argentina. Es muy parecida a *D. floridanus*, la diferencia entre ellas está descripta en el trabajo precedente (Boltovskoy, 1954 b).

Teniendo un material mayor se podría determinar con más exactitud su situación taxonómica, lo que se hará en la primer oportunidad futura.

El material del Cuaternario estudiado es mucho más numeroso que *D. floridanus*. Los ejemplares de la muestra n° 9 son probablemente resedimentados.

Discorbis williamsoni (Chapman & Parr), forma **praegeri**
Heron-Allen & Earland

- 1858 *Rotalia nitida*, nob. — Williamson, Foram. Brit., p. 54, figs. 106-108.
1913 *Discorbis praegeri* sp. nov. — Heron-Allen & Earland, Clare I-d., p.
122, lám. 10, figs. 8-10.

Los ejemplares de esta especie encontrados en Ensenadense y Platense-Lujanense presentan una tendencia muy visible a la transición hacia *D. praegeri* H.-A. & E. Clara transición entre estas dos especies puede observarse en el material reciente tomado al norte de la desembocadura del Río de La Plata. Creo que la especie *D. praegeri* no tiene valor zoológico y es solamente sinónimo de *D. williamsoni* o con más exactitud, representa la *forma* de esta última.

Hay que hacer notar que Chapman y Parr en 1932 han redenominado *D. nitida* Williamson ya que este nombre resultaba estar ocupado.

Género **VALVULINERIA** Cushman, 1926

Valvulineria sp.

En toda la literatura revisada no pude hallar la descripción de esta especie posiblemente nueva.

La poca cantidad de ejemplares encontrados (2) no permite dar una determinación exacta siendo preferible dejar para otra oportunidad, al obtenerse un mayor número de individuos necesarios.

Género **BUCCELLA** Andersen, 1952

Buccella frigida (Cushman)

- 1921 *Pulvinulina frigida*. — Cushman, Hudson Bay Exp., p. 12 (cit. apud Cushman, 1931].
1931 *Eponides frigida* (Cushman). — Cushman, Atlant. Oc., 8, p. 45.

Ejemplares pequeños y en cantidad escasa.

Buccella peruviana campsi (Boltovskoy)

- 1954 *Eponides peruvianus campsi* n. subsp. — Boltovskoy, San Jorge, p. 205, lám. 17, figs. 6-8.

Los caparazones hallados en la muestra n^o 9 tienen aspecto de ser resedimentados.

Género **ROTALIA** Lamarck, 1804

Rotalia beccarii parkinsoniana (D'Orbigny)

1840 *Rotalia parkinsoniana* (d'Orb.). — D'Orbigny, Cuba, p. 105, lám. 4, figs. 25-27.

En el Mar Epicontinental Argentino esta subespecie fue encontrada solamente en la parte más septentrional, a saber, en la región del estuario del Río de la Plata y zona de su influencia, así como más al norte de este lugar. Al sur, ya en puerto Quequén, solamente *R. beccarii beccarii* ha sido registrada. Podemos concluir que estas dos subespecies reemplazan una a otra y la frontera entre sus áreas correspondientes pasa aproximadamente en la región de Quequén-Río de la Plata. *R. beccarii parkinsoniana* caracteriza aguas cálidas y *R. beccarii beccarii* es propia de las que tienen una temperatura algo más fría.

En los sedimentos del Ensenadense estudiados *R. beccarii parkinsoniana* no fue hallada, mientras tanto su cantidad en Platense-Lujanense es bastante alta.

Este hecho es una de las observaciones que nos permite llegar a la conclusión de que la temperatura del agua durante la sedimentación del Platense-Lujanense era más cálida que durante el Ensenadense y posiblemente un poco más alta que la que reina ahora en el mismo lugar ya que en el presente en la región de Quequén vive solamente *R. beccarii beccarii*, pero no su vicariante septentrional, es decir *R. beccarii parkinsoniana*.

Familia **ELPHIDIIDAE**

Género **ELPHIDIUM** Montfort, 1808

Elphidium discoidale (D'Orbigny)

1840 *Polystomella discoidalis* (d'Orb.). — D'Orbigny, Cuba, p. 56, lám. 6, figs. 23-24.

Los ejemplares hallados en todos el material estudiado son pequeños, empobrecidos y poco típicos. Solamente en la muestra n^o 12 ellos son algo más grandes y característicos.

Elphidium margaritaceum Cushman

1930 *Elphidium advenum* (Cushman), var. *margaritaceum*, new variety. — Cushman, Atlant. Oc., 7, p. 25, lám. 10, fig. 3.

Se diferencian del holotipo y de los ejemplares procedentes de bahía San Blas por el margen periférico considerablemente más redondo.

Elphidium galvestonense Kornfeld

1931 *Elphidium gunteri* Cole var. *galvestonensis* Kornfeld, new variety. — Kornfeld, Littoral Foram., p. 87, lám. 15, figs. 1-3.

Esta especie, bien conocida en el golfo de México, ha sido encontrada en aguas brasileñas y llega, como ejemplares pequeños, empobrecidos, hasta la latitud 40° S (Boltovskoy, 1959).

Elphidium aff. magellanicum Heron-Allen & Earland

Aff. 1932 *Elphidium (Polystomella) magellanicum*, sp. n. — Heron-Allen & Earland, Discovery, p. 440, lám. 16, figs. 26-28.

La posición taxonómica de esta especie hasta ahora no es para mí bien clara. Los mismos caparazones he encontrado también en la bahía San Blas.

Elphidium advenum depressulum Cushman

1933 *Elphidium advenum* (Cushman) var. *depressulum*, new variety. — Cushman, Tropic. Pacif., 2, p. 51, lám. 12, fig. 4.

Ejemplares muy pequeños, mal desarrollados.

Género **STOMATORBINA** Dorreen, 1948

Stomatorbina sp.

Solamente un ejemplar perteneciente a este género fue encontrado en todo el material estudiado. Su identificación específica no fue posible por causa del mal estado de su conservación.

Familia CASSIDULINIDAE

Género CASSIDULINA D'Orbigny, 1826

Cassidulina crassa D'Orbigny, forma **media** y forma **minima**

1839 *Cassidulina crassa*, d'Orb. — D'Orbigny, Amér. Mérid., p. 56, lám. 7, fig. 18-20.

En el trabajo precedente (Boltovskoy, 1959) esta especie polimórfica (con sus tres formas, *typica*, *media* y *minima*, encontradas en el Mar Epicontinental Argentino) ha sido discutida detalladamente.

La forma *typica*, descrita por d'Orbigny, es común en las aguas frías de la corriente de Malvinas. Su tamaño es igual a 1 mm.

Forma *media* (0,4-0,5 mm) representa los ejemplares empobrecidos de esta última. Ella vive también en las aguas de temperaturas relativamente bajas.

Forma *minima* (0,15-0,25 mm) es cosmopolita y prospera en todos los océanos de los ambos hemisferios. Es probable que esta última no pertenece a *C. crassa*, descrita por d'Orbigny, pero representa una especie nueva. Un estudio especial es necesario para resolver este problema taxonómico.

La presencia de *C. crassa*, forma *media* en los sedimentos de Ensenadense dice a favor del hecho que las temperaturas de sus aguas eran más frías comparándolas con las de las aguas, por ejemplo, de Platense-Lujanense, donde de las *Cassidulins crassa* está presente solamente forma *minima*. Ya hemos sacado la misma conclusión en base de la distribución de *Rotalia beccarii* y lo mismo vamos a hacer más adelante estudiando las especies planctónicas.

Familia ANOMALINIDAE

Género CIBICIDES Montfort, 1808

Cibicides bertheloti (D'Orbigny), forma **boueana** (d'Orbigny)

1846 *Truncatulina boueana*, d'Orbigny. — D'Orbigny, Vienne, p. 169, lám. 9, figs. 24-26.

Las bases para interpretar esta especie como forma de *C. bertheloti* son presentadas en un trabajo hecho por el presente autor des-

pués del estudio del amplio material procedente del Brasil, así como verificación de los topotipos de *C. bertheloti* (d'Orb.) y *C. boueanus* (d'Orb.) (Boltovskoy, 1959).

Cibicides cf. mckannai (Galloway & Wissler)

Cf. 1927 *Cibicides mckannai* n. sp. — Galloway & Wissler, Lomita Quarry, p. 65 lám. 10, figs. 5-6.

Algunos ejemplares son muy cercanos a *C. dispers.*

Cibicides corpulentus Phleger & Parker

1951 *Cibicides robustus*, n. sp. — Phleger & Parker, NW Gulf Mexico, p. 31, lám. 17, figs. 1-4 [emend. Phleger & Parker, 1952 — *Cibicides corpulentus*, nom. nov.].

1 ejemplar en mal estado de conservación (resedimentado?) fue hallado en muestra n° 9.

Género **DYOCIBICIDES** Cushman & Valentine, 1930

1930 *Dyocibicides biserialis* Cushman and Valentine, new species. — Cushman & Valentine, Channel I-d, p. 31, lám. 10, figs. 1-2.

Los ejemplares hallados son muy pequeños y poco típicos.

ESPECIES PLANCTÓNICAS.

Género **GLOBIGERINA** D'Orbigny, 1826

Globigerina bulloides D'Orbigny

1826 *Globigerina bulloides* d'Orb. — D'Orbigny, Tabl. Méth., p. 277, n° 1, Mod. n° 76.

1 ejemplar muy pequeño.

Globigerina pachyderma (Ehrenberg)

1873 *Aristerospira pachyderma*. — Ehrenberg, Microgeolog., p. 381, lám. 1, fig. 4.

1932 *Globigerina pachyderma* (Ehrenberg). — Herom-Allen & Earland, Discovery, p. 401, lám. 13, figs. 9-13.

3 ejemplares pequeños, pero bastante típicos. Su hallazgo en Ensenadense y falta en Platense-Lujanense es una prueba más que el clima durante este último fue más cálido.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- BOLTOVSKOY, E. *Foraminíferos del golfo San Jorge*. — Rev. Inst. Nac. Cienc. Nat., Geol., vol. 3, pp. 79-228, lám. 1-19, Buenos Aires 1954 (1954 a).
- *Foraminíferos de la bahía San Blas*. — Ibidem, vol. 3, 4, pp. 247-300, láms. 20-29, Buenos Aires, 1954 (1954 b).
- *Recent Foraminifera from shore sands at Quequén, prov. of Buenos Aires, and changes in the foraminiferal fauna to the North and South*. — Contr. Gushman Found., vol. 6, 1, pp. 39-42, lám. 1, Washington, 1955.
- *Los foraminíferos del estuario del Río de la Plata y su zona de influencia*. — Rev. Inst. Nac. Cienc. Nat., Geol., vol. 6, 1, pp. 1-77, láms. 1-11, Buenos Aires, 1957.
- *Los foraminíferos de la parte sur de la plataforma continental brasileña y sus relaciones con los de Argentina e India del Oeste*. — Secr. Marina, Serv. Hidr. Naval, Pub. H. 1005, pp. 1-124, láms. 1-20, Buenos Aires, 1959.
- BRADY, H. B. *On some Arctic foraminifera from soundings obtained on the Austro-Hungarian North-Polar Expedition of 1872-1874*. — Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 5, vol. 8, pp. 393-418, lám. 21, London, 1881.
- *Report on the foraminifera dredged by H. M. S. "Challenger" during the years 1873-1876*. — Rep. Voy. Challenger, Zool., vol. 9, pp. 1-814, láms. 1-115, London, 1884.
- CUSHMAN, J. A. *A monograph of the foraminifera of the North Pacific Ocean, pt. 1-6*. — U. S. Nat. Mus. Bull. 71, 473 pp., 135 láms., Washington, 1910-1917.
- *The foraminifera of the Atlantic Ocean, pt. 1-3*. — Ibidem, Bull. 104, 1064 pp., 200 láms., Washington, 1918-1931.
- *Shallow water foraminifera of the Tortugas region*. — Carnegie Inst. Publ. 311, p. 1-85, láms. 1-14, Washington, 1922.
- *Forteen new species of foraminifera*. — Smithsonian Misc. Coll., Publ. 3327, p. 1-9, láms. 1-3, Washington, 1935.
- *A monograph of the subfamily Virgulininae of the foraminiferal family Buliminidae*. — Cushman Lab. Sp. Publ. n° 9, p. 1-228, láms. 1-24, Sharon, 1937.
- & PARKER, F. L. *Notes on some European Miocene species of Bulimina*. — Contr. Cushman Lab., vol. 13, p. 46-54, láms. 6-7, Sharon, 1937.
- EHRENBURG, C. G. *Mikrogeologische Studien über das kleinste Leben der Meeres-Tiefgründe aller Zonen und dessen geologischen Einfluss*. — Abh. Akad. Wiss. Berlin, p. 131-397, láms. 1-12, Berlin, 1872 (1873).
- FRANGUELLI, J. *Rasgos generales de la morfología y la geología de la provincia de Buenos Aires*. — LEMIT, ser. II, n° 33, La Plata, 1950.
- *Análisis microscópico de una segunda serie de muestras de la turbera del Río de la Misión, Río Grande, Tierra del Fuego, extraídas por el doctor*

- Vainö Auer. — Ann. Acad. Scient. Fennicae, ser. A., III, Geol.-Geogr., n^o 34, p. 1-52, Textfig 1-7, Helsinki, 1953.
- GALLOWAY, J. J. & WISSLER, S. G. *Pleistocene foraminifera from the Lomita Quarry, Palos Verdes Hills, California.* — J. Paleont., vol. 1, 1, p. 35-86, láms. 7-12, Chicago, 1927.
- HERON-ALLEN, E. & EARLAND, A. *The foraminifera of the Plymouth District.* — J. Roy Micr. Soc., vol. 50, pp. 46-84, 161-199, láms. 1-5, London, 1930.
- *Foraminifera. Pt. 1, The ice-free area of the Falkland Islands and adjacent seas.* — Discovery Rep., vol. 4, p. 291-450, láms. 6-17, Cambridge, 1932.
- IHERING, H. *Die Geschichte des Atlantischen Ozeans,* p. I-VII, 1-237, Fischer, Jena, 1927.
- KORNFELD, M. M. *Recent littoral foraminifera from Texas and Louisiana.* — Contr. Dept. Geolog. Stanford Univ., vol. 1, n^o 3, p. 77-101, Stanford, 1931.
- KRAGLIEVICH, J. *El perfil geológico de Chapadmalal y Miramar, provincia de Buenos Aires.* — Rev. Museo Munic. Cienc. Nat., vol. 1, p. 1-32, Mar del Plata, 1952
- LAMARCK, J. B. P. A. M., *Suite des Mémoires sur les Fossiles des environs de Paris.* — Ann. Mus., vol. 5, 8, 9, Paris, 1804-1807.
- LINNAEUS, C. *Systema naturae, sive regna tria naturae systematica proposita per classes, ordines, genera et species,* Ed. 12, Stockholm, 1767.
- LOEBLICH, A. R. & TAPPAN, H. *Studies of Arctic foraminifera.* — Smithsonian Misc. Coll., Publ. 4105, p. 1-150, láms. 1-24, Washington, 1953.
- MARTINOTTI, A. *Foraminiferi della Spiaggia di Tripoli.* — Atti Soc. Ital. Sci. Nat., vol. 59, p. 249-334, textfig. 1-176, láms. 10-13, Milano, 1920.
- MONTAGUE, G. *Testacea Britannica, or natural history of British shells, marine, land and freshwater,* 3 vols., London, 1803-1808.
- ORBIGNY, A. *Tableau méthodique de la classe des Cephalopodes, 3-me ordre - foraminifères.* — Ann. Sci. Nat., vol. 7, p. 254-314, láms. 10-17, Parés, 1826.
- *Foraminiferas.* En E. De La Sagra, *Historia física, política y natural de la isla de Cuba,* p. 1-180, láms. 1-12, td. esp., París, 1840.
- *Voyage dans l'Amérique Méridionale.* Foraminifères, vol. 5, 5, p. 1-86, láms. 1-9, París, 1839.
- *Foraminifères fossile du bassin Tertiaire de Vienne,* p. 1-312, láms. 1-12, París, 1846.
- PARR, W. J. *Foraminifera.* — Rep. B. A. N. Z. Antarct. Res. Exp. 1929-1931 (Zool. Bot.), vol. 5, 6, p. 223-392, textfig. 1, 2, láms. 3-15, Adelaide, 1950.
- PHLEGER, F. B. & PARKER, F. L. *Ecology of foraminifera Northwest Gulf of Mexico, pt. 2, Foraminifera species.* — Geol. Soc. Amer., Mem. 46, p. 1-64, láms. 1-20, New York, 1951.
- REUSS, A. E. *Neue Foraminiferen aus den Schichten des Osterreichischen Tertiärbeckens.* — Denkschr. Akad. Wiss. Wien, vol. 1, p. 365-390, láms. 46-51, Wien, 1850.
- *Die Foraminiferen des Septarien-Thones von Pietzpuhl.* — S. B. Akad. Wiss. Wien, vol. 62, p. 455-493, Wien, 1870.

- SCHLICHT, E. *Die Foraminiferen des Septarienthones von Pietzpuhl*, láms. 1-38, Berlin, 1870.
- WIESNER, H. *Zur Systematik adriatischer Nubecularian, Spiroloculinen, Miliolinen und Biloculinen*. — Arch. Protistenkunde, vol. 25, p. 201-239, textfig. 1-4, Jena, 1912.
- WILLIAMSON, W. C. *On the Recent British species of the genus Lagena*. — Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 2, vol. 1, p. 1-20, lám. 1, 2, London, 1848.
- *On the Recent foraminifera of Great Britain*. — Roy. Soc., London, p. 1-100, láms. 1-7, 1858.

Manuscrito recibido en enero de 1961.

LISTA DE TRABAJOS PUBLICADOS EN LA
REVISTA DE LA ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA
TOMO I (1946) AL TOMO XIV (1959)

- ABELED0, M. J. y GALLONI, E. E. 1956. Material saponítico de Calamuchita (Córdoba, Argentina) XI, 3, 143-157.
- AHLFELD, F. 1947. Dos estudios sobre depósitos de azufre: 1) Observaciones en azufreras volcánicas. 2) Formación de los yacimientos de azufre de origen sedimentario. II, 2, pp. 113-121.
- 1948. La terminación meridional de la faja estannífera boliviana. III, 2, pp. 133-144.
- 1948. La Boratera de Coyaguaima (provincia de Jujuy). III, 4, pp. 271-278.
- ALVAREZ, E. F. de. 1947. Nota preliminar sobre nuevos roedores "*Eumegamys*-*dae*", II, 1, pp. 59-64.
- 1958. Sobre nuevos restos de "*Eumegamysops praependens*" (Amegh.) Kragl. XIII, 1-2, pp. 87-104. (1959).
- 1958. Contribución al conocimiento de la fauna de Uquia, (prov. de Jujuy, Rep. Argentina). XIII, 3-4, pp. 205-222. (1959).
- 1959. Algunas observaciones sobre *Parahipparion* y descripción de una nueva especie. XIV, 3-4, pp. (1961).
- AMOS, A. J. 1954. Estructura de las formaciones paleozoicas de La Rinconada, pie oriental de la Sierra Chica de Zonda (San Juan), IX, 1, pp. 5-38.
- 1955. Ver ZOLLNER W.
- ANGELELLI, V. 1946. Bibliografía mineralógica y minera argentina (1940-45). I, 1, pp. 93-102.
- 1946. La geología y génesis del yacimiento ferrífero de Zapla, Mina "9 de Octubre" (Depto. de la Capital), Prov. de Jujuy. I, 2, pp. 17-148.
- y VALVANO, J. 1946. La fosegnita primaria del Salar del Plomo. I, 4, pp. 257-269.
- ANONIMO. 1948. Doctora María Casanova de Chaudet. III, 1, pp. 71.
- 1951. Doctor Ivo Conci. IV, 2, p. 113.
- 1954. Florentino Ameghino. 18 de septiembre de 1854. 6 de agosto de 1911. IX, 2, pp. 73-74.
- APARICIO, E. P. 1950. Hallazgo de sedimentos paleozoicos en las cabeceras del río Salado. Malargüe (Mendoza). V, 3, pp. 127-135. *

La fecha entre paréntesis al final de la cita indica año de la impresión.

- ARCHANGELSKY, S. 1957. Las *Glossopterideas* del Bajo de La Leona (provincia de Santa Cruz). XII, 3, pp. 135-164 (1958).
- ARIGOS, L. E. 1954. Los yacimientos de hierro en las regiones de Agua Negra y Leoncito. Departamento Iglesia (San Juan), IX, 1, pp. 43-70.
- 1954. Ciclo exógeno de transformación de la materia. Importancia del agua en este fenómeno. IX, 4, pp. 253-256.
- ARIGOS, L. E. y VILELA, C. R. 1949. Consideraciones geológicas sobre las sierras subandinas en la región de Tartagal (provincia de Salta). IV, 2, pp. 77-131.
- ARNOLDS, A. 1952. Aspectos generales de la geología y geomorfología del Distrito de Sierra Grande (Territorio de Río Negro). VII, 2, pp. 131-142.
- BASSI, H. G. L. 1948. Los aluviones auríferos de la zona "La Carolina-Río de la Carpa" (provincia de San Luis). III, 1, pp. 5-53.
- H. G. 1951. Ver VALVANO, J. A.
- BENVENUTI, J. C. 1951. Fenómenos de granitización en el Cerro Tandileofú (Tandil, provincia de Buenos Aires). VI, 4, pp. 207-212 (con una página de Addenda).
- BOLTOVSKOY, E. 1959. Los foraminíferos de los sedimentos cuaternarios en los alrededores de Puerto Quequén (prov. de Buenos Aires). XIV, 3-4, pp. 253-273 (1961).
- BORRELLO, A. V. 1946. El perfil de la Quebrada de Carrizal (Sierra de la Huerta, San Juan). I, 2, pp. 167-176.
- 1949. Efectos del metamorfismo dinámico progresivo en capas de carbones liásicos (zona Río Atuel, Mendoza). IV, 2, pp. 132-152.
- y GARECA, P. G. 1951. Sobre la presencia de "*Nemagraptus gracilis*" (Hall) en el Ordovícico del Norte de San Juan. VI, 3, pp. 187-193.
- 1952. Profesor doctor Juan Keidel. Homenaje en su septuagésimo quinto aniversario. VII, 3, pp. 145-156.
- 1955. Los conglomerados del cerro Punta Negra al Oeste de Jagüé (provincia de La Rioja). X, 1, pp. 44-53.
- BRACACCINI, O. I. 1946. Los estratos de Paganzo y sus niveles plantíferos en la Sierra de Los Llanos (provincia de La Rioja). I, 1, pp. 19-61.
- 1948. La posición estratigráfica del Conglomerado de Valdez en la región del Seno de la Última Esperanza (Chile). III, 1, pp. 67-70.
- 1949. El perfil de Tambolar (provincia de San Juan). IV, 3, pp. 165-179.
- 1950. Observaciones estratigráficas en la precordillera sanjuanina. V, 1, pp. 5-14.
- CAMACHO, H. H. 1949. Sobre "Panope princetonia" N. N. IV, 3, p. 180.
- 1949. La faunula cretácica del Hito XIX (Tierra del Fuego). IV, 4, pp. 249-254.
- 1949. Ver FURQUE, G.
- 1953. Algunas consideraciones sobre los "*Aporrhaidae*" fósiles argentinos. VIII, 3, pp. 183-194.
- 1953. Ver FURQUE, G.
- y FERNANDEZ, J. A. 1956. La transgresión patagónica en la costa atlán-

La fecha entre paréntesis al final de la cita indica año de la impresión.

- tica entre Comodoro Rivadavia y el curso inferior del río Chubut. XI, 1, pp. 23-45.
- 1956. Ver FURQUE, G.
- CASAMIQUELA, R. M. 1958. Un anuro gigante del Mioceno de Patagonia. XIII, 3-4, pp. 171-184 (1959).
- CASTELLANOS, A. 1951. Acotaciones al género "*Neothoracophorus*" Ameghino. VI, 1, pp. 63-82.
- 1951. Un nuevo género de Esclerocaliptino ("*Isolinia*") descubierto en el Araucaniano del Valle de Los Reartes (Sierras de Córdoba). VI, 2, pp. 95-100.
- 1952. Sedimentos con restos de moluscos del Belgranense y del Interense-nadense de las márgenes de los ríos Paraná y Carcarañá en la provincia de Santa Fe. VII, 4, pp. 228-232.
- CASTELLARO, H. A. 1958. Braquiópodos gotlándicos de la Precordillera de San Juan, XIII, 1-2, pp. 4-66 (1959).
- 1955. Ver LEANZA, A. F.
- CAZAUBON, A. J. 1947. Una nueva flórida jurásica en el cordón de Esquel en el Chubut Meridional. II, 1, pp. 41-58.
- CORDINI, I. R. 1948. Contribución al conocimiento de los cuerpos salinos de la Argentina. 1) Sulfateras del Departamento General Lavalle (Mendoza). III, 3, pp. 145-200.
- CRIADO ROQUE, P. 1950. Consideraciones generales sobre el Terciario del sur de la provincia de Mendoza. V, 4, pp. 233-255.
- CROCE, R. 1956. Formaciones características en las estructuras basales de la altiplanicie de Somuncurá en Río Negro (con un capítulo final abarcando el estudio de algunas rocas características por el doctor Mario Teruggi). XI, 3, pp. 158-201.
- CUERDA, A. J. 1948. Nota sobre un perfil geológico en la alta cordillera. III, 4, pp. 258-260.
- DE ALBA, E. 1953. Geología del Alto Paraná, en relación con los trabajos de derrocamiento entre Ituzaingó y Posadas. VIII, 3, pp. 129-161.
- 1954. Nota sobre la estratigrafía de Sierra Grande. Territorio Nacional de Río Negro. IX, 2, pp. 131-134.
- 1956. Acerca de la edad del granito del Famatina. XI, 1, pp. 76-79.
- DE FERRARIIS, C. 1947. Edad del arco o dorsal antigua del Neuquén oriental de acuerdo con la estratigrafía de la zona inmediata. II, 3, pp. 256-288.
- DESSANTI, R. N. 1946. Hallazgo de depósitos glaciales en las Huayquerías de San Carlos (Mendoza). I, 4, pp. 270-284.
- 1954. La estructura geológica de la Sierra Pintada (Departamento de San Rafael, provincia de Mendoza). IX, 4, pp. 246-252.
- 1956. Vetas metalíferas y fracturas en la mina "Angela", departamento Gastre, Chubut. XI, 2, pp. 116-142.
- y ROSSI, J. J. 1950. Nuevos hallazgos de fósiles carboníferos en la Quebrada de Uspallata, V, 3, pp. 149-158.

La fecha entre paréntesis al final de la cita indica año de la impresión.

- DI LENA, J. P. 1956. Contribución al conocimiento geológico de Cabo Primavera, Costa de Danco, Península Antártica. XI, 2, pp. 94-103.
- FERNANDEZ, J. A. 1956. Ver CAMACHO, H.
- FERNANDEZ, P. C. 1955. Geología del alto río Tupungato. X, 2, pp. 100-126.
- FERNANDEZ CARRO, A. 1949. Noticia preliminar sobre la extensión de la cuenca de deposición de los Estratos con Dinosaurios en el norte del Neuquén. IV, 3, pp. 235-238.
- FERUGLIO, E. 1946. La flora liásica del valle del río Genoa (Patagonia). Semina incertae sedis. I, 3, pp. 209-218.
- 1947. Nueva contribución al estudio de las terrazas marinas de la Patagonia. II, 3, pp. 223-238.
- 1951. Sobre algunas plantas del Gondwana del Valle del río Genua (Patagonia). VI, 1, pp. 14-20.
- FOSSA-MANCINI, E. 1947. Acerca de la naturaleza volcánica del Aconcagua, II, 4, pp. 303-346.
- FRENGUELLI, J. 1946. El Carbonífero Argentino según sus floras fósiles. I, 2, pp. 107-115.
- 1947. Nota de Geología entrerriana. II, 2, pp. 127-140.
- 1949. Los estratos con "Estheria" en el Chubut (Patagonia). IV, 1, pp. 11-24.
- 1949. Acerca de un nuevo descubrimiento de plantas en los estratos del arroyo Totoral en la Sierra de los Llanos de La Rioja. IV, 3, pp. 153-163.
- 1949. El perfil de "La Cortadera" en las faldas orientales de los Cerros de Villa Unión (La Rioja). IV, 4, pp. 299-335.
- 1950. Addenda a la flora del Gondwana superior en la Argentina. V, 1, pp. 15-30.
- 1950. Profesor doctor Enrique Fossa-Mancini (1884-1950). V, 2, pp. 77-80.
- 1950. Ichnites en el Paleozoico Superior del Oeste Argentino. V, 3, pp. 136-148.
- 1951. Floras Devónicas de la Precordillera de San Juan. Nota Preliminar. VI, 2, pp. 83-94.
- 1951. Un nuevo fósil del Rocanense. VI, 2, pp. 108-112.
- 1952. *Haplostigma jurquei* n. sp. del Devónico de la Precordillera de San Juan. VII, 1, pp. 5-10.
- 1952. Un alga fósil en el Paleozoico Inferior de la sierra de Tontal (San Juan). VII, 2, pp. 125-130.
- FIDALGO, Francisco. 1958. Contribución al conocimiento del carbónico en las nacientes del río Tunuyán (prov. de Mendoza). XIII 1 y 2. pp. 105-133.
- FURQUE, G. 1953. Estudio hidrogeológico de las vertientes de Quilino (prov. de Córdoba). VIII, 2, pp. 110-128.
- 1956. Nuevos depósitos devónicos y carbónicos en la Precordillera Sanjuanina. XI, 1, pp. 46-71.
- y CAMACHO H. H. 1949. El Cretácico Superior de la Costa Atlántica de Tierra del Fuego. IV, 4, pp. 263-293.
- GALLI, C. A. 1950. Ver LAMBERT, L. R.

La fecha entre paréntesis al final de la cita indica año de la impresión.

- 1953. Acerca de una nueva interpretación de las formaciones rético-liásicas de la Patagonia septentrional. VIII, 4, pp. 220-235.
- GARECA, P. G. 1951. Ver BORELLO, A. V.
- GALLONI, E. E. 1956. Ver. DE ABELEDO M. J.
- GIOVINE, A. T. J. 1950. Algunos cealópodos del Hauterivense de Neuquén, V, 2, pp. 35-76.
- 1852. Sobre una nueva especie de *Crioceras*. VII, I, pp. 71-75.
- GONZALEZ BONORINO, F. 1946. Sobre migmatización y procesos afines. I, 1, pp. 73-92.
- 1946. Sistemática de los procesos metamórficos. I, 3, pp. 219-230.
- 1947. Ver PETERSEN, C. S.
- 1949. Diferenciación magmática y alteración hidrotermal en Agua Tapada (prov. de Catamarca). IV, 3, pp. 181-217.
- 1950. Algunos problemas geológicos de las sierras pampeanas. V, 3, pp. 81-110.
- 1951. Granitos y Migmatitas de la Falda Occidental de la Sierra de Anconquija. VI, 3, pp. 137-186.
- 1952. Los supuestos depósitos de caolín en la falda occidental del cordón Ambato (Catamarca). VII, 3, pp. 157-189.
- 1953. Ver RUIZ HUIDOBRO, O.
- 1954. Ver TEZON, R. V.
- GONZALEZ DIAZ, E. F. 1957. Estructuras del basamento y del neopaleozoico en los contrafuertes nord-orientales del Cordón del Portillo, prov. de Mendoza. XII, 3, pp. 98-133 (1958).
- GROEBER, P. 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. 1) Hoja Chos Malal. I, 3, pp. 177-208.
- 1947. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. 2) Hojas Sosneao y Maipo. II, 2, pp. 141-176.
- 1947. Observaciones geológicas a lo largo del Meridiano 70. 3) Hojas Domuyo, Mari Mahuida, Huarhuar Co y parte de Epu Lauken. 4) Hojas Barda Blanca y Los Molles. II, 4, pp. 347-433.
- Observaciones geológicas a lo largo del Meridiano 70. Adiciones y correcciones. IV, 1, pp. 37-39.
- 1954. La serie "andesítica" patagónica. Sus relaciones, posición y edad. IX, 1, pp. 39-42.
- 1954. Bosquejo Paleogeográfico de los glaciares del Diamante y Atuel. IX, 2, pp. 89-108.
- 1956. Anotaciones sobre Cretácico, Supracretácico, Paleoceno, Eoceno, y Cuartario. X, 4, pp. 234-262.
- 1956. Acerca de la edad del Sañicolitense. XI, 4, pp. 281-292.
- GROSS, W. 1948. Cuadro tectónico del Valle de Punilla. III, 2, pp. 73-132.
- HARRINGTON, H. J. Las corrientes de barro ("mud-flows") de "El Volcán", Quebrada de Humahuaca, Jujuy. I, 2, pp. 149-165.
- 1952. El aparato apical de *Spirifer striatus*, *S. crassus* y *S. duplicicostus* del Carbónico de Gran Bretaña. VII, 4, pp. 209-218.

La fecha entre paréntesis al final de la cita indica año de la impresión.

- y LEANZA, A. F. 1952. La clasificación de los "Olenidae" y de los "Ceratopygidae" (Trilobita). VII, 3, pp. 190-206.
- HEIM, A. 1946. Granitización en la Sierra de La Rioja. I, 1, pp. 17-18.
- 1947. Bosquejo tectónico de la sierra de Paganzo, prov. de La Rioja (Rep. Argentina). II, 2, pp. 122-126.
- 1952. Estudios tectónicos en la Precordillera de San Juan. Los ríos San Juan, Jáchal y Huaco. VII, 1, pp. 11-70.
- HERRERO DUCLOUX, A. 1948. Sobre el "Yeso principal" del Neuquén y Sur de Mendoza. III, 3, pp. 201-218.
- e YRIGOYEN, M. 1952. Observaciones geológicas en la zona del cerro Papal, provincia de Mendoza. VII, 2, pp. 81-105.
- HOLMBERG, E. 1948. Geología del Cerro Bola. Contribución al conocimiento de la Tectónica de la Sierra Pintada. III, 4, pp. 313-361.
- KRAGLIEVICH, J. L. y REIG, O. A. 1954. Un nuevo prociónido del Plioceno de Las Playas (prov. de Córdoba). IX, 4, pp. 210-231.
- LAMBERT, L. R. 1946. Contribución al conocimiento de la sierra de Chacay-có (Neuquén). I, 4, pp. 231-256.
- 1948. Geología de la zona de Las Cabeceras del Río CatanLil (Territorio del Neuquén). III, 4, pp. 245-257.
- y GALLI, C. A. 1950. Observaciones geológicas en la región situada entre Piedra del Aguila y Paso Flores (Neuquén). V, 4, pp. 227-232.
- LEANZA, A. F. 1946. Las Opepias de Chacay-Melehue en el Neuquén, *Streblites (Pseudoppelia) oxynoäus* subgen. et sp. nov. I, 1, pp. 63-72.
- 1947. Sobre un posible control estratigráfico en los yacimientos petrolíferos del Neuquén. II, 1, pp. 5-12.
- 1947. Ammonites coralianos en el Jurásico de Chile. II, 4, pp. 285-295.
- 1948. El llamado Triásico Marino de Brasil, Paraguay, Uruguay y la Argentina. III, 3, pp. 219-244.
- 1949. Profesor Martín Doello Jurado (1884-1948). IV, 1, pp. 5-10.
- 1949. "Olenopsis" Ameghino, 1889 (Un Roedor) versus "Olenopsis" Bonermann, 1891 (Un Trilobite). IV, 1, p. 36.
- 1949. Paleontología Mesozoica. I) Sobre *Windhauseniceras humphreyi* n. sp. del Titoniano de Neuquén, IV, 3, pp. 239-242.
- 1949. Paleontología Mesozoica. II) Leopoldias nuevas en el Supravalanginiano de Neuquén. IV, 4, pp. 255-262.
- 1950. Fósiles Gotlándicos en la Formación del Tambolar (San Juan). V, 3, pp. 159-162.
- 1952. Ver HARRINGTON, H.
- 1956. Una curiosa ostra del Terciario Patagónico. *Ostrea imitatrix* n. sp. XI, 1, pp. 72-75.
- 1957. Acerca de la existencia de "Simbirskites" en el Neocomiano argentino. XII, 1, pp. 5-17 (1958).
- y ZOLLNER, W. 1949. Acerca de la edad del "Yeso Principal" y su composición litológica. IV, 1, pp. 25-35.

La fecha entre paréntesis al final de la cita indica año de la impresión.

- y CASTELLARO, H. A. 1955. Algunos fósiles cretácicos de Chile. X, 3, pp. 179-213.
- LIMOUSIN, T. A. 1958. Ver TERUGGI, M. E.
- LINARES, E. 1959. Los métodos geocronológicos y algunas edades de minerales de la Argentina obtenidas por medio de la relación plomo-uranio. XIV, 3-4, pp. 181-217 (1961).
- LOSS, R. 1951. Contribución al conocimiento de las faunas Graptolíticas del Norte Argentino. I) Graptolites del Cerro San Bernardo (Salta) y de la zona del dique de La Ciénaga (Jujuy). IV, 1, pp. 21-61.
- LYONS, W. A. 1951. El Filón-Capa Basáltico de la Formación Petrolífera de Jujuy. VI, 2, pp. 114-132.
- MAURIÑO, V. E. 1958. Ver TERUGGI, M. E.
- MENENDEZ, C. A. 1956. "Protophyllocladoxylon cortaderitaensis" sp. nov. tronco fósil del Triásico del Barrenal (prov. de San Juan). XI, 4, pp. 272-280.
- 1958. *Esquisetites quindecimdentata* sp. nov., del Triásico superior de Hilarario, San Juan. XIII, 1-2, pp. 5-14 (1959).
- 1959. Flora cretácica de la serie del Castillo, al S del cerro Cachetaman, Chubut. XIV, 3-4, pp. (1961).
- MESIGOS, M. G. 1953. El Paleozoico Superior de Barrenal y su continuación austral. "Sierra de Barreal" (prov. de San Juan). VIII, 2, pp. 65-109.
- METHOL, E. J. 1947. Hallazgo de una Peridotita en la sierra de los Comechingones (prov. de Córdoba). II, 4, pp. 296-302.
- 1948. Ver. PETERSEN, C. S.
- 1957. Doctor Franco Pastore (1885-1958). XII, 4, pp. 265-271 (1958).
- NIENIEWSKI, A. y WLEKLINSKI, E. 1950. Contribución al conocimiento del anticlinal de Zapla (prov. de Jujuy). V, 4, pp. 169-203.
- PADULA, E. L. 1951. Contribución al conocimiento geológico del ambiente de la Cordillera Frontal. Sierra Pintada, San Rafael (Mendoza). VI, 1, pp. 5-13.
- PANDOLFI, C. L. 1948. Ver RUBIO, E. F.
- PASCUAL, R. 1953. Sobre nuevos restos de Sirénidos del Mesopotamiense. VIII, 3, pp. 163-182.
- PASTORE, F. 1954. Sobre la determinación de las plagioclasas por la medida del ángulo de extinción α M, en secciones perpendiculares al eje cristalográfico a. IX, 3, pp. 172-183.
- PETERSEN, C. S. 1948. La XVIIIª sesión del Congreso Geológico Internacional. III, 4 pp. 292-294.
- y GONZALEZ BONORINO, F. 1947. Observaciones geológicas en el Chubut occidental. II, 3, pp. 177-222.
- y METHOL, E. J. 1948. Nota preliminar sobre Rasgos Geológicos de la Porción Septentrional de Tierra del Fuego. III, 4, pp. 279-291.
- PISCIONE, C. A. S. 1947. Asfaltita y pirobitumen asfáltico. II, 1, pp. 65-77.
- POLANSKI, J. 1953. Calderas del Cerro "El Pozo" (Departamento de San Carlos, prov. de Mendoza). VIII, 1, pp. 54-59.

La fecha entre paréntesis al final de la cita indica año de la impresión.

- 1953. Supuestos englazamientos en la llanura pedemontana de Mendoza. VII, 4, pp. 195-213.
- 1954. Contribución al conocimiento y a la sistemática del englazamiento actual de la Alta Cordillera de Mendoza. IX, 4, pp. 232-244.
- 1957. El bloque variscico de la Cordillera Frontal de Mendoza. XII, 3, pp. 165-196 (1958).
- 1957. Sobre algunos métodos paleogeográficos de la investigación del Cuartario pedemontano de Mendoza. XII, 4, pp. 211-232 (1958).
- POLJAK, R. J. y ZARDINI, R. A. 1956. Una Antigorita de Mendoza. XI, 2, pp. 81-93.
- QUARTINO, B. J. 1957. El basalto olivínico del Cerro El Pedrero, Chubut. XII, 4, pp. 233-264 (1958).
- 1958. Mirmequitas y pertitas en un leucogranito de Aysen. XIII, 3-4, pp. 223-256. (1960).
- RADICE, M. M. 1948. La contribución de Masters a la petrografía de la Patagonia. III, 1, pp. 54-66.
- RAYCES, E. C. 1947. Los yacimientos de manganeso de Chuñahuasi (prov. de Córdoba). II, 3, pp. 239-255.
- REIG, O. A. 1954. Ver KRAGLIEVICH, J. L.
 - 1955. Un nuevo género y especie de "Cenolestinos" del Plioceno de la prov. de Buenos Aires (Rep. Argentina). X, 1, pp. 60-71.
 - 1956. Ver STIPANICIC, P. N.
 - 1958. Primeros datos descriptivos sobre nuevos réptiles arcosaurios del Triásico de Ischigualasto (San Juan, Rep. Argentina). XIII, 3-4, pp. 257-270.
- RIGAL, R. 1948. Provisión de agua a la villa de Ancasti, provincia de Catamarca. (Estudios de la circulación de agua en fisuras). III, 4, pp. 261-270.
- RIGGI, J. C. 1956. Ver VILELA, C. R.
 - 1957. Resumen geológico de la zona de los lagos Pueyrredón y Posadas, prov. de Santa Cruz. XII, 2, pp. 65-97 (1958).
- ROSSI, J. J. 1947. El "stock" compuesto de Cacheuta (prov. de Mendoza). II, 1, pp. 13-40.
 - 1950. Ver DESSANTI, R. N.
- ROUSSEAU, Carlos A. 1958. Estudio hidrogeológico de la zona de Media Agua, Depto. Sarmiento., prov. de San Juan. XIII, 3-4, pp. 139-170. (1959).
- RUBIO, E. F. y PANDOLFI, C. L. de, 1948. El surgente termal de Pedro Luro (prov. de Buenos Aires). III, 4, pp. 205-312.
- RUEGG, W. 1952. Rasgos geológicos y geomorfológicos de la depresión del Uca-yali y Amazonas superior. VII, 2, pp. 106-124.
- RUIZ HUIDOBRO, O. J. 1949. Estudios geológicos de la región de los cerros Quitilipi y Pirgua (Depto. de Guachipas, prov. de Salta). IV, 1, pp. 40-75.
 - 1955. Tectónica de las Hojas Chicoana y Salta. X, 1, pp. 7-43.
 - y GONZALEZ BONORINO, F. 1953. La estructura de la sierra de Mojotoro y la utilidad de "Cruziana" como indicador estructural. VIII, 4, pp. 214-219.

La fecha entre paréntesis al final de la cita indica año de la impresión.

- SCHAUER, 1958. Ver TERUGGI, M. E.
- SCHLAGINTWEIT, O. 1954. Una interesante dislocación en Potrero de Garay (Valle de Calamuchita) y observaciones sobre las sierras Chica y Grande de Córdoba). IX, 3, pp. 135-154.
- SESANA, F. L. 1957. Sobre una Fenacita de San Luis. XII, 3, pp. 197-206 (1958).
- SIMPSON, G. G. 1954. La obra de los Ameghino. IX, 2, pp. 75-88.
- SOKOLOV, D. N. 1946. Algunos fósiles suprajurásicos de la República Argentina. I, 1, pp. 7-16.
- STIPANICIC, P. N. 1949. La serie de Llatenis en Mendoza Sur, su edad y sus niveles plantíferos. IV, 3, pp. 218-234.
- 1951. Sobre la presencia del Oxfordense Superior en el Arroyo de la Manga (prov. de Mendoza). VI, 4, pp. 213-239.
- 1955. Aclaración sobre las *Dipteridaceae* de Barreal (prov. de San Juan) y la repartición geológica de los géneros de esta familia. X, 1, pp. 54-59.
- y REIG, O. A. 1956. Breve noticia sobre el hallazgo de anuros en el denominado "Complejo Porfírico" de la Patagonia Extrandina", con consideraciones acerca de la composición geológica del mismo. X, 4, pp. 215-233.
- STORNI, C. D. 1947. Doctor Anselmo Windhausen en el 15º aniversario de su muerte. II, 2, pp. 89-94.
- 1950. Homenaje al Libertador General San Martín. V, 4, pp. 165-168.
- SUERO, T. 1953. Las sucesiones sedimentarias suprapaleozoicas de la zona extrandina del Chubut. VIII, 1, pp. 37-53.
- TERUGGI, M. E. 1952. El origen de los granitos. VII, 4, pp. 233-263.
- 1954. El material volcánico-piroclástico en la sedimentación Cuaternaria Argentina. IX, 3, pp. 184-191.
- y MAURIÑO, V. E., LIMOUSIN, T. A. y SCHAUER, O. C. 1958. Geología de las sierras de Tandil. XIII, 3-4, pp. 185-204 (1959).
- TEZON, R. V. y GONZALEZ BONORINO, F. 1954. Posición geológica y génesis de los depósitos minerales de la hoja 13 c (Fiambalá) Catamarca. IX, 3, pp. 155-168.
- TURNER, J. C. M. 1957. Estratigrafía de la Sierra de Narvéez (Catamarca y La Rioja). XII, 1, pp. 18-60 (1958).
- 1958. Estratigrafía del Cordón de Escaya y de la Sierra de Rinconada (Jujuy). XIII, 1-2, pp. 15-40 (1959).
- 1959. Faunas graptolíticas de América del Sur. XIV, 1-2, pp. 5-180. (1960).
- UGARTE, F. R. E. 1955. Estudio geológico de la zona Coihueco-Cerro de la Brea (prov. de Mendoza). X, 3, pp. 137-178.
- 1956. Geología de la zona de Omkel (prov. Chubut). XI, 1, pp. 5-22.
- 1956. El grupo de Río Zeballos en el flanco occidental de la Meseta Buenos Aires (prov. de Santa Cruz). XI, 3, pp. 202-216.
- VALVANO, J. A. 1954. Génesis de los yacimientos de hierro de Sierra Grande. IX, 4, pp. 193-209.
- y BASSI, H. G. 1951. Manifestaciones ferríferas en la Pampa de Pocho, prov. de Córdoba. VI, 4, pp. 197-206.

La fecha entre paréntesis al final de la cita indica año de la impresión.

- VILELA, C. R. 1949. Ver ARIGOS, L.
- 1951. Acerca del hallazgo del Horizonte Calcáreo Dolmítico en la Puna Salto-Jujeña y su significado geológico. VI, 2, pp. 101-107.
 - 1952. Acerca de la presencia de sedimentos lacustres en el Valle Calchaquí. VII, 4, pp. 219-227.
 - 1953. Los períodos eruptivos en la Puna de Atacama. VIII, 1, pp. 5-36.
 - 1954. Ver ARIGOS, L.
 - 1954. Ver ARIGOS, L.
 - 1954. Nota sobre la estratigrafía del Terciario en el Valle Calchaquí. IX, 3, pp. 169-171.
 - 1956. Características de la napa freática en el noroeste de la prov. de Buenos Aires. XI, 2, pp. 108-115.
 - y RIGGI, J. C. 1956. Rasgos geológicos y petrográficos de la sierra de Lihué-Calel y área circundante, Prov. de La Pampa. XI, 4, pp. 217-271.
- VILLAR FABRE, J. F. 1954. Resumen geológico de la hoja 32 q Sierra de Tandil (prov. de Buenos Aires). IX, 2, pp. 109-130.
- 1955. Resumen geológico de la hoja 32 p Sierras del Azul (prov. de Buenos Aires). X, 2, pp. 75-99.
 - 1956. Sobre un sulfato de aluminio de Calingasta. XI, 2, pp. 104-107.
- WINDHAUSEN, A. 1947. El nacimiento de la Patagonia. II, 2, pp. 95-112.
- WLEKLEŃSKI, E. 1950. Ver NIENIEWSKI, A.
- YRYGOYEN, M. R. 1950. Algunas observaciones sobre los basaltos Cuaternarios del sur de la provincia de Mendoza. V, 4, pp. 205-226.
- 1952. Ver HERRERO DUCLOUX.
- ZARDINI, R. A. 1956. Ver POLJAK, R. J.
- 1958. Serpentinitas del río de las Tunas, Cuchilla del Yalguaraz, Mendoza. XIII, 1-2, pp. 67-86 (1959).
- ZOLLNER, W. 1940. Ver LEANZA, A. F.
- 1950. Observaciones tectónicas en la precordillera sanjuanina. Zona de Barreal. V, 3, pp. 111-126.
 - y AMOS, A. J. 1955. Acerca del Paleozoico Superior y Triásico del cerro La Premia, Andacollo (Neuquén). X, , pp. 127-135.

La fecha entre paréntesis al final de la cita indica año de la impresión.

LABORATORIO DE ANALISIS DE ROCAS Y MINERALES

Ha comenzado a funcionar en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires el *Laboratorio de Análisis de Rocas* que por convenio entre aquella institución y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, ha sido creado con el fin de suplir las necesidades del aspecto químico de las investigaciones geológicas. El laboratorio, que cuenta con tres analistas especializados, está dedicado al servicio de los investigadores que necesiten de análisis químicos de rocas y silicatos con fines científicos, y no realizará, por consiguiente, trabajos que tengan fines comerciales, tales como determinación de leyes, etc.

Los pedidos de análisis, sujetos a tarifa, deberán ser acompañados por una relación sintética sobre el objeto del trabajo de investigación que motiva los mismos, incluyendo procedencia y ubicación geológica de las muestras. Los interesados deben dirigirse al Director del "Laboratorio de Análisis de Rocas", Departamento de Ciencias Geológicas, Perú 222, Buenos Aires.

INDICE ALFABETICO DEL TOMO XIV

ALVAREZ, E. F. DE, Algunas observaciones sobre <i>Parahipparion</i> descripción de una nueva especie	239
BOLTOVSKOY, E., Los foraminíferos de los sedimentos cuaternarios en los alrededores de puerto Quequén (Provincia de Buenos Aires)	251
Laboratorio de análisis de rocas y minerales	289
LINARES, E., Los métodos geocronológicos y algunas edades de minerales de la Argentina, obtenidas por medio de la relación plomo-uranio	181
Lista de los trabajos publicados en la <i>Revista de la Asociación Geológica Argentina</i> , tomo I (1946) al tomo XIV (1959)	279
MENÉNDEZ, C. A., Flora cretácica de la Serie del Castillo al S del cerro Cachetamán, Chubut	219
TURNER, J. C. M., Faunas graptolíticas de América del Sur	5

Los presentes números 1 y 2 del Tomo XIV se editan con el subsidio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Institución que no se hace responsable del contenido de los mismos

ESTA ENTREGA
SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EN DÍA 17 DE FEBRERO DE 1961
EN LA IMPRENTA Y CASA EDITORA « CONI »
PERÚ 684, BUENOS AIRES

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA: *Presidente*: DR. TOMÁS SUERO; *Vicepresidente*: DR. MARIO TERUGGI; *Secretario*: DR. EDGARDO O. ROLLERI; *Tesorero*: DR. JULIÁN FERNÁNDEZ; *Vocales Titulares*: DR. ARTURO J. AMOS, DR. MARCELO T. YRIGOYEN, DR. BERNABÉ QUARTINO. *Vocales Suplentes*: DRES. CARLOS MENÉNDEZ Y FÉLIX RODRIGO.

SUBCOMISION DE LA REVISTA: DRES. MARIO TERUGGI, ARTURO J. AMOS Y MARCELO YRIGOYEN.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

1) Los autores se ajustarán, en la preparación de sus originales, a las siguientes indicaciones:

1) Los originales deben ser escritos a máquina — *ne varietur* — a dos espacios y con las hojas escritas en una sola de sus caras.

2) La lista bibliográfica llevará por título: "Lista de trabajos citados en el texto". Será confeccionada por orden alfabético, según sus autores y en orden cronológico cuando se citen varias obras del mismo autor. Si dos o más obras del mismo autor han sido publicadas en el mismo año, se distinguirán con las letras *a*, *b*, *c*, etc. Las respectivas citas llevarán las indicaciones siguientes: apellido completo e iniciales del nombre del autor; título completo de la obra; lugar y fecha de publicación. Tratándose de artículos aparecidos en publicaciones periódicas, se incluirá el nombre de las mismas convenientemente abreviado, con indicaciones del tomo y la página en que dicho artículo se encuentra. Se evitará el uso de términos superfluos tales como tomo, volumen; páginas, etc. A este efecto y para evitar confusiones, los números para distinguir los tomos se escribirán en caracteres romanos y aquellos referentes a las páginas en caracteres arábigos.

3) Las citas bibliográficas deberán ser incluídas en el texto y referirse a la lista bibliográfica inserta al final de cada artículo.

4) Las ilustraciones consistentes en dibujos deberán ser confeccionadas en tinta china indeleble. A los efectos de su mejor reproducción, es conveniente que ellas sean presentadas a doble tamaño del que serán publicadas.

5) Los autores subrayarán con línea *entera* los vocablos que deban ser compuestos en bastardilla; con línea *cortada* los que deban ir en versalita y con línea *doble* los que deban ser compuestos en negrita.

La correspondencia de la Asociación deberá ser dirigida a

PERU 222, Buenos Aires (Rep. Argentina)

Toda la correspondencia referente a suscripciones, colecciones o números sueltos, debe ser dirigida a

LIBRART S. R. L., CORRIENTES 127, Buenos Aires

Representante y distribuidor exclusivo para toda la República Argentina y el exterior.

