

NUEVOS DATOS GEOCRONOLOGICOS DEL COMPLEJO OAXAQUEÑO

C. FRIES, JR. †, C. J. SCHLAEPFER y C. RINCÓN ORTA *

El Dr. Fries Jr. (1962 y 1965), publicó los primeros resultados del estudio geocronológico del complejo metamórfico oaxaqueño. Debido a su muerte imprevista se interrumpió este proyecto de tanta importancia para el conocimiento de la historia geológica de esta región. Es como una contribución a su memoria y por el gran interés que ofrecen, que los autores presentan estos nuevos datos obtenidos de muestras colectadas por Carl Fries y Eduardo Schmitter durante la investigación del primero.

Las primeras edades isotópicas referentes al macizo metamórfico oaxaqueño correspondieron a distintos minerales de las pegmatitas La Joya y Zaachila (Fig. 1) y fueron obtenidas, con el método geoquímico de plomo alfa la primera, y con el método de K-Ar las demás; las edades calculadas indicaban, en cada caso, el Precámbrico Tardío o Proterozoico (Tabla 2) (Fries, Schmitter *et al.*, 1962).

Posteriormente, Fries y Rincón Orta (1965) publicaron varias nuevas edades de la misma pegmatita La Joya y de pegmatitas de algunas otras localidades, igualmente intrusivas en rocas metamórficas. Las determinaciones de edad se hicieron con los dos métodos antes mencionados y, además, con el método de Rb-Sr.

Se tenían así en aquella fecha (1965) datos geocronológicos de 5 localidades del Complejo Oaxaqueño, todos indicando el Precámbrico Tardío y variando desde 1,110 hasta 670 millones de años (Tabla 2).

Fries y Rincón Orta (1965) consideraron que se podía confiar más en las edades obtenidas con el método de plomo alfa (las más antiguas)

* Investigadores Científicos del Instituto de Geología de la U.N.A.M.

ya que las micas que se utilizan en el método K-Ar son muy susceptibles a pérdidas de Ar por calentamiento posterior a su formación. Los mismos autores supusieron que las pegmatitas fueron intrusionadas hacia el final de la época de metamorfismo, o sea aproximadamente hace 1,000 millones de años y que las edades menores se debieron a pérdidas diferenciales de Ar que se hicieron más fuertes progresando hacia el sur.

Se tiene todavía otra fecha del mismo complejo oaxaqueño, pero de rocas de distinta facies metamórfica: los esquistos de la Formación Acatlán (Salas 1949; Fries y Rincón Orta, 1965), que comprende la sucesión de rocas esquistosas en los alrededores de Acatlán, Puebla, excluyendo las rocas predominantemente gneisicas de Guerrero y del SE de Oaxaca, que muestran un grado más alto de metamorfismo. Fries recogió una muestra proveniente de una intrusión metamorfizada en los mismos esquistos y obtuvo una edad de 448 ± 175 millones de años, sensiblemente inferior a las mencionadas anteriormente. Esta edad, obtenida con el método de Rb-Sr, corresponde al Ordovícico. Sin embargo, debido a su elevado porcentaje de error y a la influencia de eventos tectónicos posteriores, los autores estimaron que la roca tiene en realidad una edad mucho mayor, probablemente Precámbrica. Este último dato quedó sin comprobarse y tampoco pudo resolverse el problema de la relación entre los Esquistos Acatlán y las rocas gneisicas de la parte SE del complejo de Oaxaca.

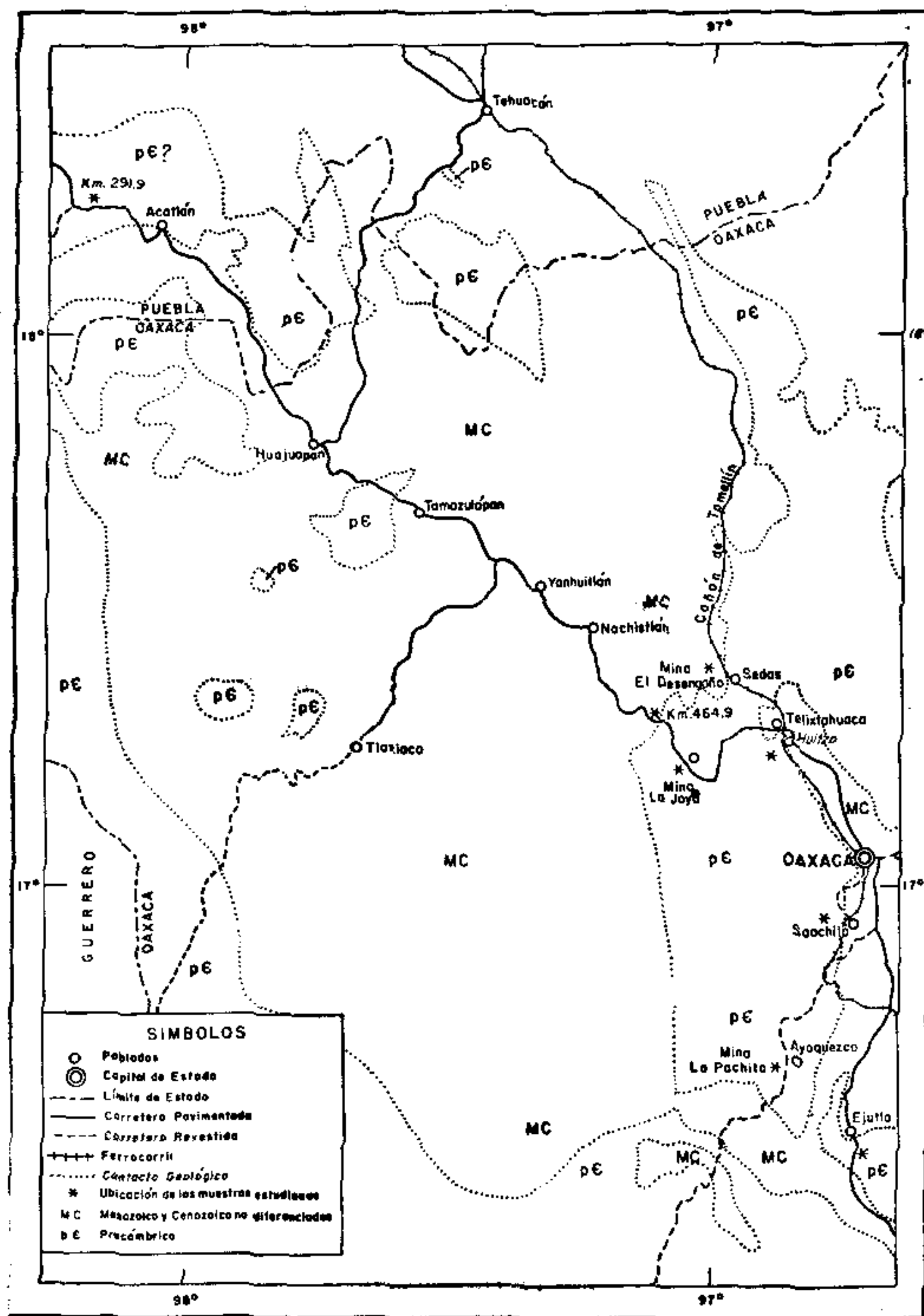
Actualmente se tienen cuatro edades nuevas de este complejo, todas obtenidas de zircones, por el método de plomo alfa (Tabla 1 y 2, Figura 1).

TABLA 1

Nuevos datos geocronológicos de rocas provenientes del Estado de Oaxaca y de Acatlán, Puebla.

No. de Muestra	α /mg-h	Pb(ppm)	Edad calculada	Edad probable
LG-29	81	29 *	830 ± 90 m.a.	Precámbrico
LG-30	154	34	510 ± 60 m.a.	Paleozoico Temprano-Precámbrico Tardío
LG-32	235	96	930 ± 100 m.a.	Precámbrico
LG-33	124	12.4	240 ± 30 m.a.	Mesozoico Temprano-Paleozoico Tardío

* Corresponde a una sola determinación de Pb



Se hacen las siguientes aclaraciones:

- 1) Las mediciones de actividad alfa fueron efectuadas por Rincón Orta, en el Instituto de Geología de la U.N.A.M.
- 2) Las determinaciones del Pb fueron hechas por H. Westley, del U. S. Geological Survey, Isotope Geology Branch; todos los valores, menos uno, son los promedios de determinaciones duplicadas.
- 3) Las edades de Pb alfa se calcularon a partir de las siguientes ecuaciones:

$$t = CPb/\alpha \quad (1)$$

donde t es la edad calculada en millones de años; C , una constante basada en la razón Th/U; Pb es el contenido de plomo en parte por millón y α corresponde al conteo de rayos α por miligramo, por hora.

$$T = t - 1/2 kt^2 \quad (2)$$

donde T es la edad en millones de años, corregida para los minerales con edades entre 200 y 1700 millones de años, t es la edad calculada por medio de la ecuación (1) y k es una constante que depende también de la relación Th/U.

Se emplearon las siguientes constantes:

$\frac{Th/U}{1.0}$	$\frac{C}{2485}$	$\frac{k}{1.56 \times 10^{-4}}$
--------------------	------------------	---------------------------------

Los valores de edad se redondearon a 10 millones de años. El error mencionado es únicamente el que se refiere a inseguridad en la técnica analítica.

- 4) Las edades representan las mejores estimaciones de la era geológica a la cual es posible atribuir la muestra.

La muestra LG-30 (Tabla 1) corresponde a una localidad ya mencionada anteriormente: un afloramiento de augenesquisto de la Formación Acatlán. Hablando de esta roca, Fries y Rincón Orta (1965) establecieron

que se trató, originalmente, de una intrusión ígnea en la secuencia sedimentaria, que fue posteriormente afectada, junto con esta última, por un metamorfismo regional de grado intermedio. Los autores citados pusieron en duda la edad obtenida (448 m.a.); sin embargo, la nueva fecha calculada, un promedio de 510 millones de años, parece comprobar el primer resultado e indica igualmente el Ordovícico.

Para otra roca de la misma localidad, LG-29, un gneis micáceo que forma parte de la secuencia metasedimentaria en la cual se intrusionó la primera, se ha encontrado una edad promedio de 830 millones de años (Tabla 1). Es evidente que, aún tomando en cuenta los límites de error, no pueden reconciliarse estos valores.

Se tienen así dos unidades: una secuencia metasedimentaria, con zirrones derivados de rocas más antiguas y un cuerpo ígneo que intrusionó la primera en una época anterior al metamorfismo. Los zirrones de la roca ígnea tenían antes un contenido $U + Th$ distinto de los anteriores (sedimentarios), por ser más recientes. Es difícil decir hasta qué grado afectó a los zirrones de ambas rocas el metamorfismo, que se atribuyó a la facies de anfibolita con almandina (Fries y Rincón Orta, 1965) o sea a temperaturas y presiones intermedias. Según Gastil *et al* (1967), el zircón recristaliza exteriormente solo a temperaturas y presiones cercanas a las de fusión y en muy raros casos el reloj radioactivo de los zirrones es puesto completamente en cero por un evento metamórfico; los zirrones metadetríticos raramente indican la edad del metamorfismo.

Tomando en cuenta esto y admitiendo que el metamorfismo regional que afectó la parte central de Oaxaca tuvo lugar hace 1000 millones de años, ambas rocas analizadas deberían indicar edades anteriores a esta metadetríticos raramente indican la edad del metamorfismo.

Por otra parte no se cree en la existencia de un evento metamórfico paleozoico en esta región. Se ha descubierto recientemente una secuencia paleozoica que descansa sobre el complejo precámbrico en una pequeña zona al NE de Nochixtlán, Oaxaca (Pantoja, 1967). Se trata de sedimentos fosilíferos que abarcan desde el final del Cámbrico hasta el Pensilvánico y posiblemente, el Pérmico; son poco deformados y no presentan metamorfismo.

Gastil *et al* (1967) encontraron también que el contenido de Pb radiogénico acumulado en los zirrones puede disminuir con una elevación de temperatura y que esta pérdida es proporcional al aumento de la actividad

alfa. Los autores llegan a decir que los zircones de baja actividad alfa pueden sufrir metamorfismo de bajo, mediano o alto grado sin que su edad aparente sufra un cambio apreciable.

En la muestra de metasedimento, donde $\alpha/mg-h$ es pequeña, probablemente la pérdida de Pb fue pequeña, en el augenesquisto, con mayor actividad alfa, la pérdida de Pb fue mayor. Ya que el tiempo es directamente proporcional al contenido de Pb (Rincón Orta, 1965), en el segundo caso la disminución de la edad aparente del zircón fue mayor. Hay también la posibilidad, que mencionan Gastil *et al.*, de que Pb no radiogénico se haya incorporado posteriormente en los zircones por un reemplazamiento debido al metamorfismo, si estos se encontraban en un estado de desequilibrio.

Cualquiera de estas causas puede ser la razón de la incongruencia entre las edades encontradas, y este ejemplo debe inducir a tomar con el debido criterio los resultados obtenidos con el método de plomo alfa, en particular cuando faltan datos geológicos detallados de la región. Con respecto a estas muestras, los autores concluyen que las nuevas edades no aportan resultados que puedan indicar que la Formación Acatlán derive de una época de metamorfismo distinta de la del centro de Oaxaca; tampoco pueden comprobar que se trate del mismo evento metamórfico.

La última fecha corresponde a un granito que aflora al W de Huitzo, Oaxaca. La edad promedio calculada fue de 240 millones de años y corresponde al Paleozoico Tardío o Mesozoico Temprano. Se trata así de un evento completamente desligado de la granitización asociada al metamorfismo regional que afectó esta región y es prematuro, con los datos con los cuales actualmente se cuenta, tratar de interpretarlo en un marco regional.

Los autores tienen mucho gusto en agradecer la colaboración del Ing. J. G. Solorio, quien separó los concentrados de zircón que se usan en las determinaciones de edad. Así mismo agradecen al Prof. E. Schmitter, cuyos comentarios fueron muy valiosos en la elaboración del presente artículo y finalmente a los Ings. G. P. Salas, Director del Instituto de Geología de la Universidad y J. Pantoja, quienes revisaron el manuscrito.

TABLA 2

Resumen de las edades obtenidas hasta la fecha para rocas del Complejo Oaxaqueño

<i>Muestras</i>	<i>Localidad *</i>	<i>Método</i>	<i>Fecha</i>	<i>Edad aparente</i>
Zircón en pegmatita	Mina La Joya	Pb α	1110 \pm 125**	Precámbrico Tardío
Biotita en pegmatita	"	K-Ar	920 \pm 30** 895 \pm 30*** 855 \pm 25***	Precámbrico Tardío
Biotita en pegmatita	"	Rb-Sr	870 \pm 35***	Precámbrico Tardío
Microlina en pegmatita	"	Rb-Sr	770 \pm 35***	Precámbrico Tardío
Flogopita en pegmatita	Pegmatita de Zaachila	K-Ar	940 \pm 40**	Precámbrico Tardío
Zircón en pegmatita	Pegmatita El Desengaño	Pb α	960 \pm 110***	Precámbrico Tardío
Zircón en pegmatita	Pegmatita La Panchita	Pb α	980 \pm 110***	Precámbrico Tardío
Biotita en pegmatita	SE de Ejutla:	K-Ar	670 \pm 20***	Precámbrico Tardío
Biotita en pegmatita	"	Rb-Sr	770 \pm 20***	Precámbrico Tardío
Microlina en augenesquistos	Carretera México Oaxaca km 261.9	Rb-Sr	448 \pm 175***	Ordovícico
Gneiss con Muscovita	"	Pb α	830 \pm 90 m.a.	Precámbrico Tardío
Augen-esquisito	"	Pb α	510 \pm 60 m.a.	Paleozoico Temprano-Precámbrico-Tardío
Gneis con flogopita	Carretera México Oaxaca km 464.9	Pb α	930 \pm 100 m.a.	Precámbrico Tardío
Granito	7 km al W de Huitzo, Oax.	Pb α	240 \pm 30 m.a.	Paleozoico Tardío-Mesozoico Temprano

* ver Fig. 1
 ** Tomado de Fries y Schmitter (1962)
 *** Tomado de Fries y Rincón Orta (1965)

BIBLIOGRAFIA CITADA

- FRIES, C., JR., 1962, *Reseña de los métodos principales empleados en las determinaciones isotópicas de edad*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geol. Bol. 64, pte. 1, p. 1-9.
- 1962, *Lista de fechas geoquímicas reportadas para minerales y rocas mexicanas, con un comentario sobre su significado geológico y geotectónico*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geol. Bol. 64, pte. 6, p. 85-109.
- FRIES, C., JR., SCHMITTER, E. *et al*, 1962, *Rocas precámbricas de edad grenvilliana de la parte central de Oaxaca en el sur de México*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geol. Bol. 64, pte. 3, p. 45-53.
- FRIES, C., JR., Y RINCÓN ORTA, C., 1965, *Nuevas aportaciones geocronológicas y técnicas empleadas en el laboratorio de geocronometría*. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geol. Bol. 73, pte. 2, p. 57-133.
- GASTIL, G. R., DE LISLE, M. AND MORGAN, J. R., 1967, *Some effects of progressive metamorphism on zircons*. Geol. Soc. América, v. 78, p. 879-906.
- PANTOJA ALOR, J., 1967, *Paleozoic sedimentary rocks in Oaxaca, México*. Science, v. 157, n. 3792, p. 1033-1035.
- SALAS, G. P., 1949, *Bosquejo geológico de la cuenca sedimentaria de Oaxaca*. Bull. Asoc. Mexicana Geol. Petrol. v. 1 n. 2, p. 79-176.