

ESTUDIO BIOESTADISTICO DE BRAQUIPODOS NEOPALEOZOICOS DE LA QUEBRADA DEL SALTO, CALINGASTA, PRECORDILLERA DE SAN JUAN

Sara C. Kerlleñevich, Guillermo Furque y Eliana Tomchinsky

RESUMEN

Se comunican los resultados de un estudio estadístico de valvas de invertebrados fósiles hallados en niveles coquinoideos en el perfil de la quebrada del Salto, en la zona de Calingasta, Precordillera de San Juan.

En esta secuencia, los invertebrados aparecen componiendo: 1) estratos inferiores con coquinas donde predomina el braquiópodo *Septosyringothyris keideli* (Harrington); 2) un estrato superior con coquina, con *Lissochonetes jachalensis* Amos como elemento mayoritario.

El contraste de hipótesis referente a la diferencia de las dos medias poblacionales del diámetro mayor de cada especie (obtenida a través de mediciones en individuos enteros de cada tipo de coquina) indica una disminución energética significativa desde la base hacia la parte cuspidal del perfil, corroborando las observaciones preliminares efectuadas en campaña.

ABSTRACT

Results of a statistical study from shells of brachiopods in a marine fauna of Calingasta zone (San Juan Province) are here described.

The section is located in "del Salto" creek, in the western slope of the southern Precordillera, and invertebrates appear in: 1) lower layers with lumachelle of *Septosyringothyris keideli* (Harrington); 2) higher stratum with *Lissochonetes jachalensis* Amos.

The samples mean values of the major diameters in the two populations of brachiopods have a significant difference on the statistical point of view. This indicates a diminishing energy from bottom to top in the section.

INTRODUCCION

Este trabajo está basado en el estudio estadístico efectuado sobre mediciones del diámetro mayor de las valvas de braquiópodos integrantes de coquinas que afloran en el perfil de la quebrada del Salto, en la zona de Calingasta, Precordillera de San Juan.

Tomando la localidad mencionada como punto de referencia, a 14,4 km aproximadamente en línea recta y en dirección suroeste, se encuentra la desembocadura de la quebrada del Salto en el río San Juan, del que es afluente sobre su margen derecha. La zona abarcada en el presente estudio se encuentra delimitada por los paralelos 30°50' y 31°25' de latitud sur y los meridianos 69°15' y 69°25' de longitud oeste de Greenwich.

Esta superficie, de aproximadamente dos mil kilómetros cuadrados, se encuentra al oeste-noroeste de la capital de provincia, llegándose a Calingasta por la ruta N° 20 de la red de caminos nacionales, que la une a la ciudad de San Juan, y de la que se encuentra a unos 150 km de distancia aproximadamente.

Dada la dificultad de acceso al perfil, el trayecto se efectuó a lomo de mula, y haciendo campamento volante. Partiendo con las acémilas desde Calingasta, hubo que internarse unos 800

metros al sur del río San Juan en la quebrada del Salto, para llegar al perfil.

Estas tareas de campo fueron efectuadas durante la última quincena del mes de marzo de 1985, y están relacionadas con la ejecución de la Hoja Calingasta, a cargo de uno de los autores (Guillermo Furque), para la carta Geológico-Económica de la República Argentina, y quien invitó a la licenciada Kerlleñevich (Universidad Nacional del Sur) a continuar investigaciones sobre el Paleozoico precordillerano iniciadas en 1964.

Efectuada la colección del material en campaña, se procedió a su exhaustivo estudio en gabinete, incluyendo tanto sistemática taxonómica como todos los tests bioestadísticos que se incluyen en este trabajo, y en los que colaboró especialmente la licenciada Tomchinsky, de la Universidad de Buenos Aires.

TRABAJOS ANTERIORES

Antecedentes modernos en relación a la geología de esta zona y referidos al Paleozoico son los trabajos publicados por Furque (1958); Rolleri y Baldi (1969); Polanski (1970); Azcuy y Morelli (1970); González y Aceñolaza (1971); Amos (1972); Scalabrini (1972); Parker (1974);

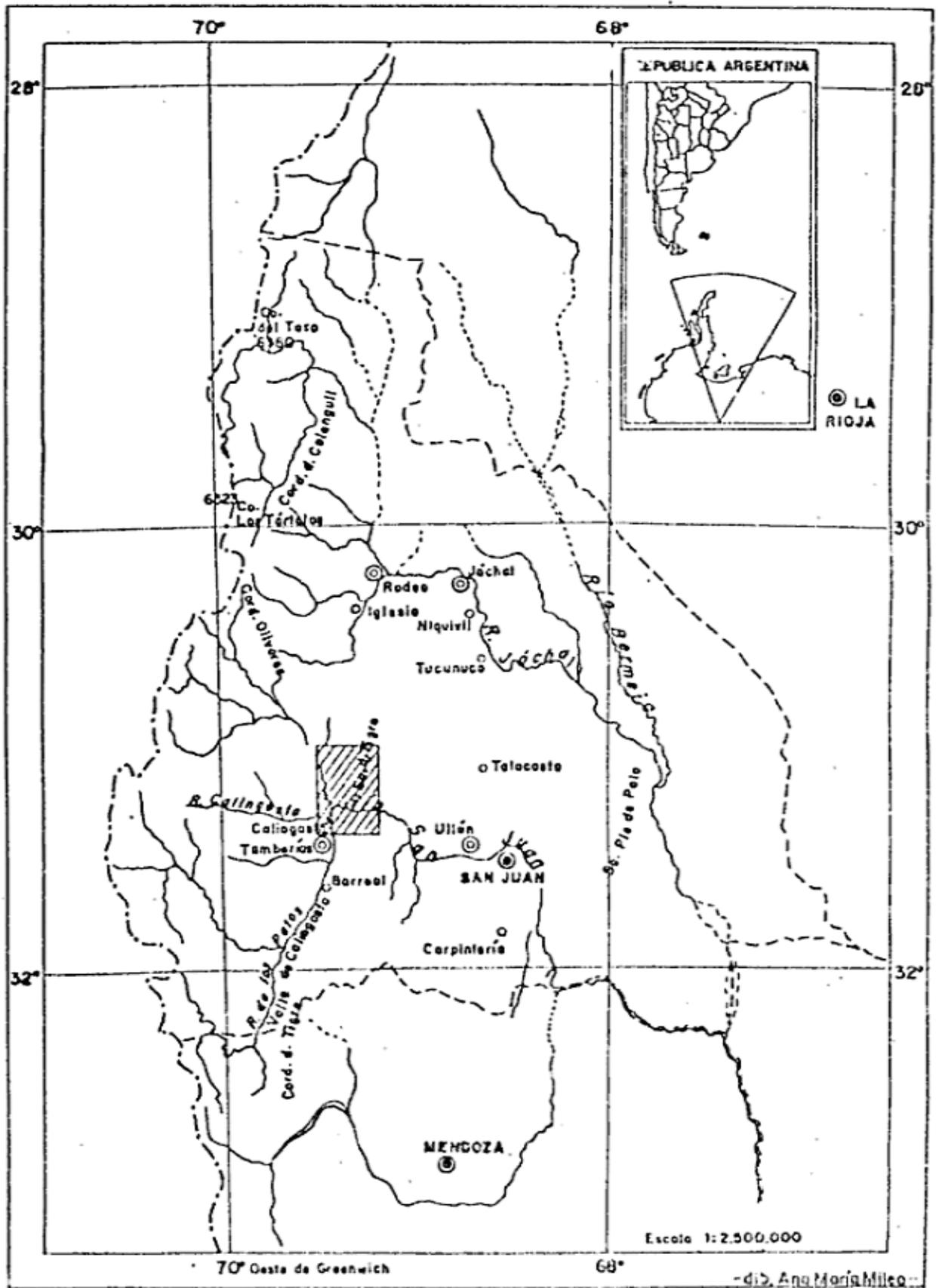


Figura 1: Mapa de ubicación de la zona.

Andreis *et al.* (1975); Baldis *et al.* (1975); González Bonorino (1976); Kerlleñevich (1978); Cuerda *et al.*, (1979); Caminos (1979); de Alba (1979); Furque y Cuerda (1979); Ortiz y Zambrano (1981); Vazquez *et al.* (1981); Cuerda y Furque (1981) y Kerlleñevich y Cuerda (1986). Trabajos de consulta referidos al aspecto matemático estadístico de la presente investigación son los de Sylvester *et al.* (1981), Azorín (1969), Birnbaum (1961), Gillaume (1977), Hoel (1962) y Hayase y Manera (1973).

GEOLOGIA

En esta secuencia, perteneciente a la Formación del Salto, las rocas predominantes son areniscas de distinto tipo, a veces arcóscas, conglomerados y lutitas, que constituyen una sucesión evidentemente areno-arcillosa, con limitada participación de material carbonático.

La presencia de niveles fosilíferos con abundantes *Lissochonetes jachalensis* Amos, y *Septosyringothyris keideli* (Harrington), que incluyen algunos *Streptorhynchus inaequornata* Leanza y *Productella aff. bifaria* Stainbrook, facilitó la obtención de suficiente cantidad de fósiles enteros como para obtener medias muestrales de valor real.

Los estratos corresponden a la Formación del Salto, que se apoya en discordancia angular sobre la Formación El Planchón.

De abajo hacia arriba, la sucesión estratigráfica es la siguiente:

1. Areniscas conglomerádicas con intercalación de otras compactas de grano grueso. Espesor: 173 m;
2. Areniscas feldespáticas de grano grueso a fino, de variadas coloraciones, entre las que se intercalan limolitas verde grisáceas. A pocos metros de la base (40 m aproximadamente) aparece una coquina donde predomina ampliamente *Septosyringothyris keideli* (Harrington). En la base misma hay concreciones calcáreas pardo amarillentas. Espesor: 527 m;
3. Alternancia de: a) lutitas, limolitas y limolitas arenosas azuladas; b) bancos laminares de areniscas finas micáceas y c) lutitas de color verdoso oscuro; finamente hojosas, desagregables en trocitos equidimensionales. Todo el conjunto culmina con capas de areniscas cuarcíticas. Espesor: 200 m;
4. Areniscas finas gris claro, que pasan a lutitas grises verdosas. Estas últimas llevan intercalaciones de areniscas cuarcíticas verdosas y concreciones lenticulares de areniscas moderadamente calcáreas. Incluye un segundo

- nivel coquinoide de *Septosyringothyris*. Espesor: 103 m;
5. Arenisca pardo verdosa a verde grisácea bien estratificada en bancos de 1 a 2 m de espesor. En este nivel aparece una tercera coquina de *Septosyringothyris*. Espesor: 102 m;
 6. Lutitas finas, grises azuladas, con intercalaciones de areniscas muy finas, verdosas a grisáceas. Espesor: 98 m;
 7. Areniscas cuarcíticas verdosas, muy finas, con nivel coquinoide donde predomina ampliamente *Lissochonetes jachalensis* Amos. Espesor: 104 m;
 8. Nivel conglomerádico con clastos redondeados a subredondeados, de vulcanitas, areniscas cuarcíticas y cuarzo. Tienen muy poca selección. El cemento es ferruginoso. Espesor: 100 m;
 9. Areniscas pardo rojizas, rosadas a moradas, también amarillentas, con intercalación de lentes de arenisca de grano grueso y conglomerados pardo-rojizos. Espesor: 689 m.
- El techo de esta Formación es desconocido. Las sedimentitas expuestas en este perfil son de edad carbónica.

METODOLOGIA

Para efectuar el estudio estadístico destinado a determinar si la diferencia entre los diámetros poblacionales mayores promedio de *Septosyringothyris* y *Lissochonetes* estadísticamente es o no significativa, se coleccionaron al azar treinta especímenes completos de cada tipo de braquiópodo, procediéndose a medir escrupulosamente el diámetro mayor en cada uno de estos ejemplares.

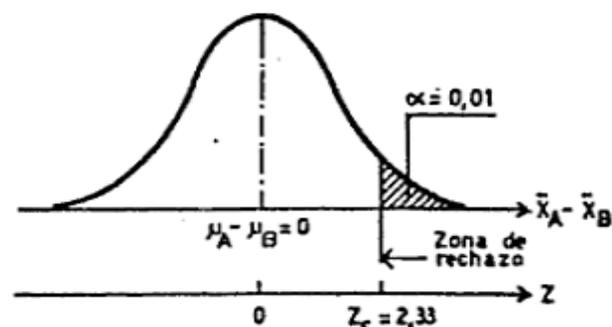


Figura 2.: Parámetros estadísticos de la distribución.

Se obtuvieron, en milímetros, los siguientes resultados:

Septosyringothyris

41,4
39,5
38,9
43,3
37,4
41,2
37,2
39,5
39,2
41,6
43,3
41,1
41,4
42,5
40,2
43,4
41,6
43,3
41,8
38,2
40,2
41,2
38,4
37,6
42,4
41,6
41,9
40,4
43,6

$\bar{X} = 40,82$; $DS = 1,84$; $\hat{S} = 1,87$

Lissochonetes

14,8
14,9
15,0
14,8
15,2
14,9
14,8
14,9
14,7
14,8
15,4
14,9
15,3
14,8
15,0
15,2
15,0
14,9
14,4
14,8
14,8
14,9
15,2
14,9
15,0
14,6
15,2
14,8
14,6

$\bar{X} = 14,91$; $DS = 0,213$; $\hat{S} = 0,19$

Con estos datos se puede evaluar estadísticamente si la diferencia entre las medias de los diámetros mayores de cada tipo de braquiópodo en ambas poblaciones, justifica o no la suposición de un cambio de energía durante la deposición del perfil.

Matemáticamente, esto encuadra dentro de un contraste de hipótesis referente a la diferencia de dos medias poblacionales (μ_1 y μ_2) cuando las varianzas poblacionales (D_1^2 y D_2^2) son desconocidas, y trabajando con muestras grandes ($n_1 = n_2 = 30$). Siendo S_1^2 y S_2^2 las varianzas muestrales, el estadístico de contraste z , representado por el cociente:

$$z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\hat{S}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{S}_2^2}{n_2}}}$$

sigue una distribución muestral aproximadamente normal con media igual a cero y varianza igual a uno, independientemente de la distribución de las poblaciones de donde provienen las muestras, e independiente de si las varianzas poblacionales D_1^2 y D_2^2 son iguales o no.

Se plantean entonces las siguientes hipótesis:

H: $\mu_1 = \mu_2$ (o sea: hipótesis nula: las medias poblacionales de los diámetros mayores de *Septosyringothyris* y de *Lissochonetes* no presentan una diferencia estadísticamente significativa).

Esto contra:

H₁: $\mu_1 \neq \mu_2$ (o sea: hipótesis alternativa: las medias poblacionales de los diámetros mayores de *Septosyringothyris* y de *Lissochonetes* presentan una diferencia estadística significativa).

Suponiendo cierta a H, siendo los desvíos poblacionales desconocidos y los tamaños de las muestras grandes ($n_1 = n_2 = 30$), el estadístico para el contraste es:

$$z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{\frac{\hat{S}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{S}_2^2}{n_2}}}$$

Si el nivel de significación que se establece para la prueba es $= 0,01$, el z crítico correspondiente será $z_c = 2,33$

Simbólicamente, la región crítica para el nivel fijado es:

$$RC = \{ z: z > 2,33 \}$$

En base a los datos muestrales obtenidos, el z observado es:

$$z = \frac{40.82 - 14.91}{\sqrt{\frac{(1.87)^2}{30} + \frac{(0.217)^2}{30}}}$$

o sea: $z = 76,2$. Siendo este z mayor que el $z_c = 2,33$, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de las medias poblacionales de los diámetros mayores en las valvas de los braquiópodos *Lissochonetes jachalensis* Amos y *Septosyringothyris keideli* (Harrington), que son componentes mayoritarios de las coquinas aflorantes en el perfil de la Formación El Salto.

CONCLUSIONES

De este estudio se desprende que, al ser significativamente mayor la media de los diámetros de *Septosyringothyris* respecto de la de *Lissochonetes*, las condiciones energéticas de las aguas habrían disminuído, durante la depositación de los sedimentos. Muy probablemente esto se originó en una leve subsidencia de la cuenca durante la formación del último nivel coquinoide con *Septosyringothyris keideli* (Harrington). Este braquiópodo estaría biológicamente adaptado para resistir condiciones energéticas litorales, lo que se pone de manifiesto a través del diámetro y grosor de las valvas, mientras *Lissochonetes jachalensis* Amos, de valvas pequeñas y finas, no soportaría el embate de las olas, siendo probablemente originario de un ambiente más profundo, de energía menor.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su profundo agradecimiento al Dr. Jorge Oliveri y la Lic. Felisa Bercowski del Departamento de Geología de Bahía Blanca por el constante estímulo y apoyo brindados.

Se hace extensivo este sentimiento al Dr. Alfredo Cuerda de la Universidad Nacional de La Plata por la lectura del original y al estadístico-matemático Gerardo Sylvester de la Universidad Nacional del Sur por la revisión de la parte estadística de este trabajo.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- AMOS, A. J., 1972. Las cuencas carbónicas y pérmicas de Argentina. An. Acad. Brasil. Cienc., 44 (Supl.): 21-36.
- ANDREIS, R., L. SPALLETTI y M. MAZZONI, 1975. Estudio geológico del Subgrupo Sierra de Maz (Paleozoico superior), Sierra de Maz, provincia de La Rioja, República Argentina. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXX (3): 247-273, Buenos Aires.
- AZCUY, C. y J. MORELLI, 1970. Geología de la comarca Paganzo-Amaná. El Grupo Paganzo, formaciones que lo componen y sus relaciones. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXV (4): 405-429, Buenos Aires.
- AZORIN, F., 1955. Una nota sobre estimadores y estimados. A.S.O.V.A.C., Caracas.
- , 1969. Curso de muestreo y aplicaciones. Aguilar Ed., 375 pp, Madrid.
- BALDIS, B., J. VIRAMONTE y J. SALFITY, 1975. Geotectónica de la comarca comprendida entre el Cratógeno central argentino y el borde austral de la Puna. IIº Congr. Iberoam. Geol. Econ., IV: 25-44, Buenos Aires.
- BIRNBAUM, A., 1961. A unified theory of estimation. Ann. Math. Stat., 32.
- CAMINOS, R., 1980. Sierras Pampeanas Noroccidentales. Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. IIº Simp. Geol. Reg. Arg., Acad. Nac. Cienc., I: 225-291, Córdoba.
- CUERDA, A. y G. FURQUE, 1981. Depósitos carbónicos de la Precordillera sanjuanina. Parte I: comarca del cerro La Chilca (río Francia). Asoc. Geol. Arg., Rev., XXXVI (2): 187-196, Buenos Aires.
- y —, 1983. Depósitos carbónicos de la Precordillera de San Juan. Parte II: Quebrada de La Deheza. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXXVIII (3-4): 381-391, Buenos Aires.
- , C. CINGOLANI, R. VARELA y O. SCHAUER, 1979. Depósitos carbónicos en la vertiente occidental de la sierra del Valle Fértil, provincia de San Juan. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXXIV (2): 100-107, Buenos Aires.
- DE ALBA, E., 1980. Sistema de Famatina. IIº Simp. Geol. Reg. Arg., Acad. Nac. Cienc., I: 349-395, Córdoba.
- FURQUE, G., 1958. El Gondwana inferior de la Precordillera septentrional (Argentina). XXº Congr. Geol. Intern., Comis. Gondw.: 237-256, Paris.
- y A. CUERDA, 1980. Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza. IIº Simp. Geol. Reg. Arg., Acad. Nac. Cienc., I: 455-522, Córdoba.
- GONZALEZ, R. y F. ACEÑOLAZA, 1971. La cuenca de depositación neopaleozoica-mesozoica del oeste de Argentina. Iº Congr. Hisp. Luso Amer. Geol. Econ., Anales, A-1-3: 629-643.
- GONZALEZ BONORINO, G., 1976. Acercas de la existencia de la Protoprecordillera de Cuyo. VIº Congr. Geol. Arg., Actas I: 101-107, Buenos Aires.

- GUILLAUME, A., 1977. Introduction a la geologie quantitative. Masson, 200 pp, París, New York, Barcelona, Milán.
- HOEL, P., 1962. Introduction to mathematical statistics. John Wiley y Sons. Inc., 233 pp., New York.
- HAYASE, K., y T. MANERA, 1973. A statistical analysis of experimental data on filling temperature of fluid inclusions in fluorite from fluorite deposits of Patagonia, Argentina. Mining Geology, 23, 1.
- KERLENEVICH, S., 1978. El Carbónico marino en la zona de Calingasta - Precordillera de San Juan. IIº Congr. Pal. y Bioestr. y Iº Congr. Latinoamer. Paleont., Actas, 1: 69-80, Buenos Aires.
- KERLENEVICH, S., 1985. análisis de niveles con coquinas en el perfil de quebrada de La Alumbraera, zona de Calingasta, Precordillera de San Juan. Iº Jorn. Geol. Precordillera, Actas, Asoc. Geol. Arg., Serie A, Monogr. y Reun., Nº 2: 283-288, Buenos Aires.
- y A. CUERDA, 1986. Graptofauna caradociana en quebrada La Chilca, al norte de Calingasta, Precordillera de San Juan. Asoc. Geol. Arg., Rev., XLI (1-2): 197-199, Buenos Aires.
- ORTIZ, A. y J. ZAMBRANO, 1981. La provincia geológica Precordillera Oriental. VIIIº Congr. Geol. Arg., Actas III: 59-74, Buenos Aires.
- PARKER, G., 1974. Contactos discordantes entre los pisos I y II de los Estratos de Paganzo. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXIX (1): 23-29, Buenos Aires.
- POLANSKY, J., 1970. Carbónico y Pérmico de la Argentina. EUDEBA, 126 pp., Buenos Aires.
- ROLLERI, E., y B. BALDIS, 1969. Paleogeography and distribution of Carboniferous deposits in the Argentine Precordillera. La Estrat. Gondw., Col. UICG, UNESCO - Cienc. Tierra, 2: 1005-1024.
- SCALABRINI, J., 1972. La cuenca del río Blanco en el sector norte de la Precordillera argentina y su relación con las sedimentitas del "Grupo Paganzo". An. Acad. Brasil. Cienc., 44 (Supl.): 313-320, Río de Janeiro.
- SYLVESTER, G., y N. MORETTO, 1983. Investigación Operativa. Univ. Nac. del Sur, 4 tomos, 480 pp, Bahía Blanca.
- , S. SALAS y L. CAPLAN, 1981. Estadística aplicada. Univ. Nac. del Sur, 2 tomos, 244 pp, Bahía Blanca.
- VASQUEZ, J., R. GORROÑO y J. IVORRA, 1981. El Paleozoico superior en las provincias de San Juan y La Rioja. Asoc. Geol. Arg., Rev., XXXVI (1): 89-98, Buenos Aires.

Recibido: 17 de enero, 1986
Aceptado: 11 de junio, 1987

SARA C. KERLENEVICH

Universidad Nacional del Sur
Av. Alem 53
8000 Bahía Blanca

GUILLERMO FURQUE

Universidad Nacional de La Plata
Paseo del Bosque
1900 La Plata

ELIANA TOMCHINSKY

Universidad de Buenos Aires
Ciudad Universitaria
1428 Buenos Aires