

## EL LÍMITE CRETÁCICO/TERCIARIO (K/T) EN EL NORESTE DE MÉXICO— EXTINCIÓN DE FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS

José Guadalupe López-Oliva<sup>1</sup>,  
Gerta Keller<sup>2</sup> y  
Wolfgang Stinnesbeck<sup>3</sup>

Durante la última década, el límite Cretácico/Terciario (K/T) ha sido intensamente investigado en todo el globo terráqueo, en el intento de esclarecer lo que sucedió hace aproximadamente 65 millones de años, en la transición del K/T. En ésta, cerca del 60% (Álvarez y Asaro, 1990) de los organismos existentes desapareció como consecuencia de eventos que aún están siendo investigados. Algunos científicos han propuesto la teoría del impacto de un meteorito (Álvarez y Asaro, 1990) de grandes dimensiones que, al chocar con la Tierra, formó un cráter de cerca de 180 km de diámetro (Álvarez *et al.*, 1980; Smit, 1982, 1990; Smit y Hertogen, 1980; Smit *et al.*, 1994). Varios científicos han propuesto que el impacto de este cuerpo celeste fuera en la zona nor-noroccidental de Yucatán, teniendo como centro el poblado de Chicxulub (Hildebrand *et al.*, 1991, 1994; Pope *et al.*, 1991; Quezada-Muñetón *et al.*, 1992; Sharpton *et al.*, 1994), palabra de origen maya que significa “cola del diablo”. Otros autores sugieren que esta extinción, una de las mayores en la historia de la vida en la Tierra, fuera el producto de un vulcanismo extenso (Courtilot *et al.*, 1988; Courtilot, 1990; MacLean, 1982, 1985; Officer, 1994), que produjo cambios climáticos y ambientales (Barrera, 1994; Barrera y Keller, 1994; Keller, 1989; Keller y Barrera, 1990; Keller *et al.*, 1994a, 1994b, 1995; Keller y Stinnesbeck, 1996; López-Oliva, 1996; López-Oliva y Keller, 1994; Pardo *et al.*, 1995), cambios en el nivel del mar (Keller, 1988, 1996; Keller *et al.*, 1997; Stinnesbeck *et al.*, 1996; Stinnesbeck *et al.*, 1993, 1994), y una serie de eventos que finalmente concluyó con esta extinción. La principal disyuntiva es si la extinción de los organismos fue masiva (casi todas las especies), instantánea y catastrófica, producto final del impacto del objeto celestial, o si los organismos iniciaron su extinción antes del fin del Cretácico, a consecuencia de otros eventos, tal vez combinados con uno o varios impactos de cuerpos siderales.

Debido a la cercanía (2,000 km) entre los afloramientos del NE de México y Chicxulub, al nivel internacional se ha despertado un gran interés con las expectativas de encontrar evidencias que apoyen la teoría del impacto mortífero, causante de la desaparición catastrófica e instantánea de algunos grupos de organismos entonces presentes en la faz de la Tierra.

Estudios bioestratigáficos basados en foraminíferos planctónicos de las secciones El Mimbral, La Lajilla, El Mula-

to y La Parida en el noreste de México (Figura 1), han permitido identificar una sucesión faunística con la presencia de *Abathomphalus mayaroensis* entre otras 55 (El Mimbral; Figura 2A), 46 (La Lajilla; Figura 2B), 43 (El Mulato; Figura 3A) y 46 (La Parida; Figura 3B), especies típicas del Maastrichtiano superior. *Plummerita hantkeninoides*, encontrada en sedimentos correspondientes a los últimos 170,000–200,000 años del Maastrichtiano superior del estratotipo en El Kef, Túnez, y Agost, España, entre otras secciones, también fue encontrada en los sedimentos de El Mimbral, La Lajilla y La Parida, indicando que también fueron depositados durante el lapso terminal del Cretácico Superior. Las especies típicas del Terciario inferior fueron observadas en las margas lutíticas de la Forma-

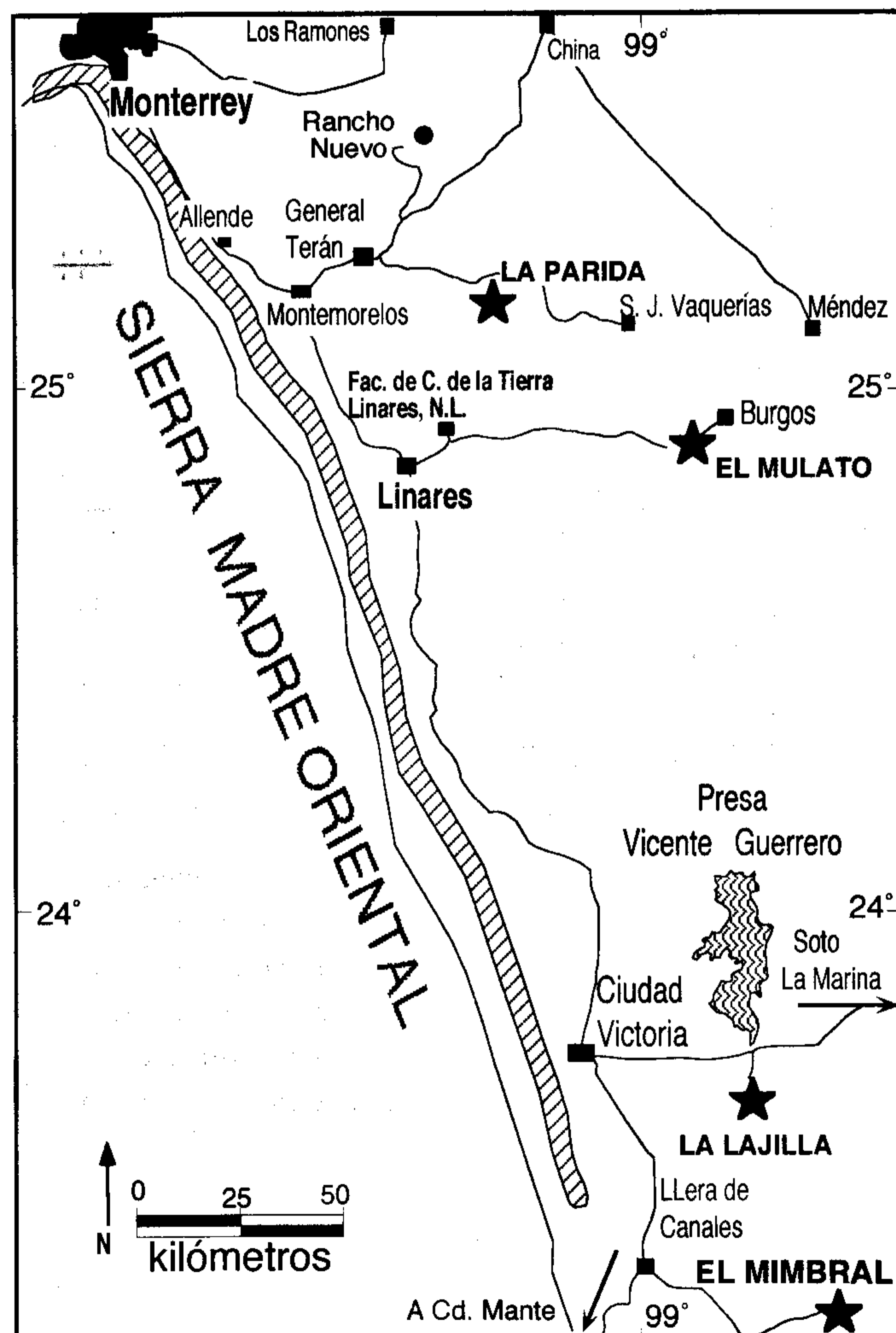


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Apartado Postal 104, 67700 Linares, N.L., México.

Correo electrónico: joseglop@ccr.dsi.uanl.mx

<sup>2</sup>Princeton University, Princeton, N.J., E.U.A.

<sup>3</sup>Geol. Paläont. Inst. Karlsruhe Universität, Alemania.

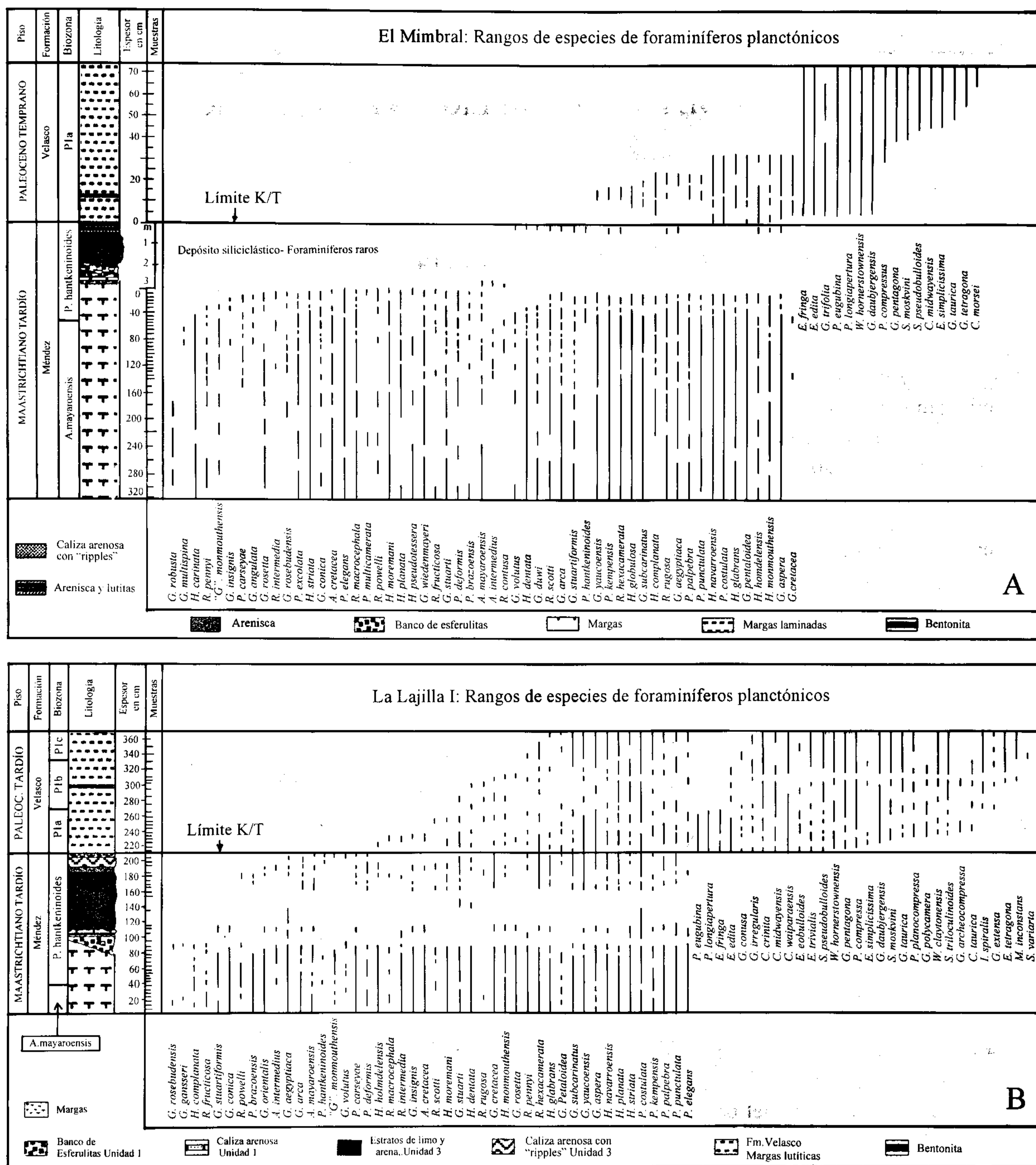


Figura 2. Sucesión de especies de foraminíferos planctónicos. A, área El Mimbral; B, área La Lajilla.

ción Velasco que yacen directamente sobre una capa margosa de 5–10 cm de espesor, litológica- y faunísticamente similar a la Formación Méndez, debajo del paquete de la secuencia siliciclástica en los afloramientos de La Lajilla, El Mulato y La Parida. En la sección El Mimbral, las siete primeras especies terciarias aparecen en la base de las margas de la Formación Velasco, que yacen sobre una capa arcillosa de 4 cm de espesor, que contiene un estrato color rojo oxidado de 2–3 cm de espesor, propuesto como la capa arcillosa correlacionable con la capa de arcillas del estratotipo en El Kef, Túnez. Esta capa o su similar, en la sección de El Mimbral, carece totalmente de foraminíferos planctónicos.

No se ha identificado una extinción masiva de casi todas las especies de foraminíferos planctónicos, instantánea y catastrófica, según la sucesión de foraminíferos planctónicos de las secciones analizadas (Figura 4). Los análisis bioestratigráficos llevados a cabo, muestran más bien que los organismos que desaparecieron en el Maastrichtiano superior iniciaron su extinción antes de la acumulación de los depósitos siliciclásticos, interpretados como el resultado del impacto del meteorito y, sobre todo, antes del límite K/T. Esta desaparición progresiva incluye principalmente a especies tropicales y/o subtropicales, relativamente grandes con ornamentaciones bien definidas, mientras que las especies que sobrevivieron al o a los eventos

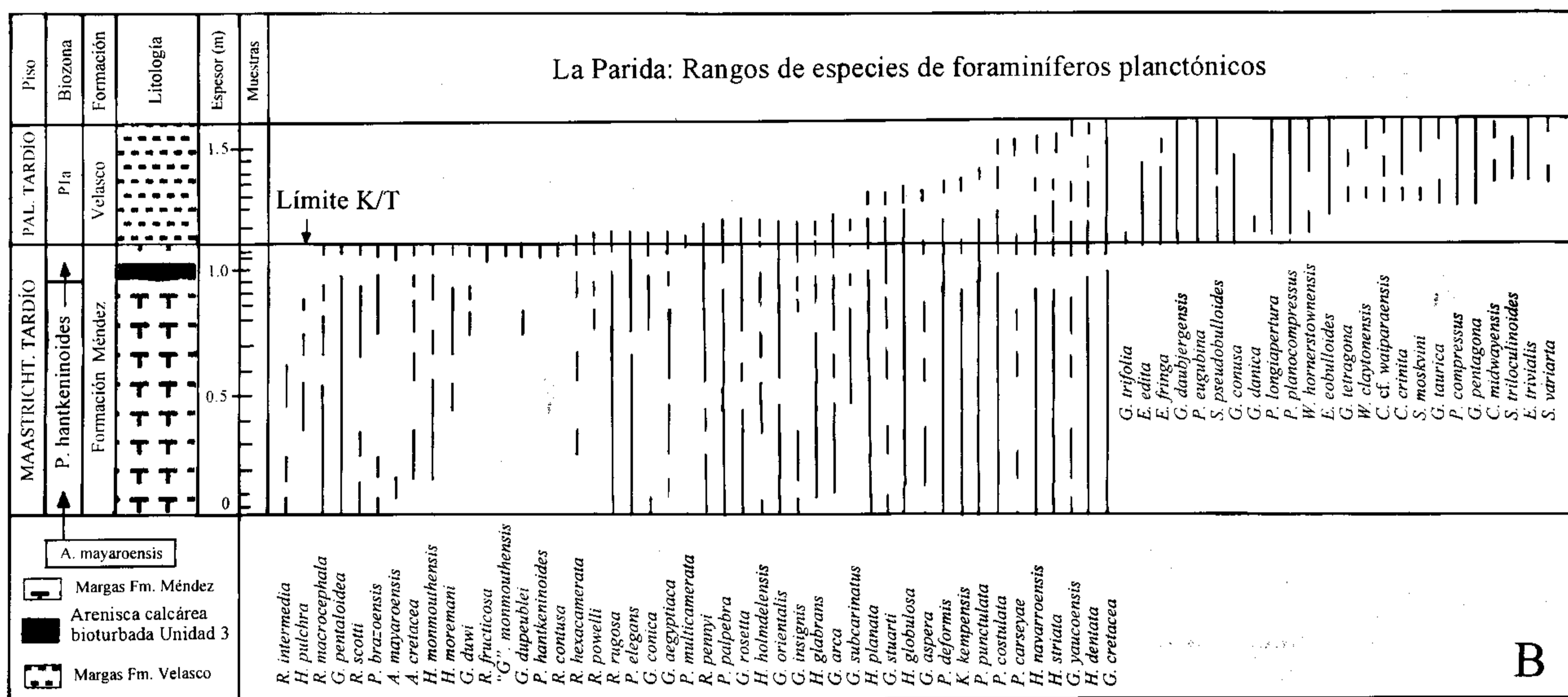
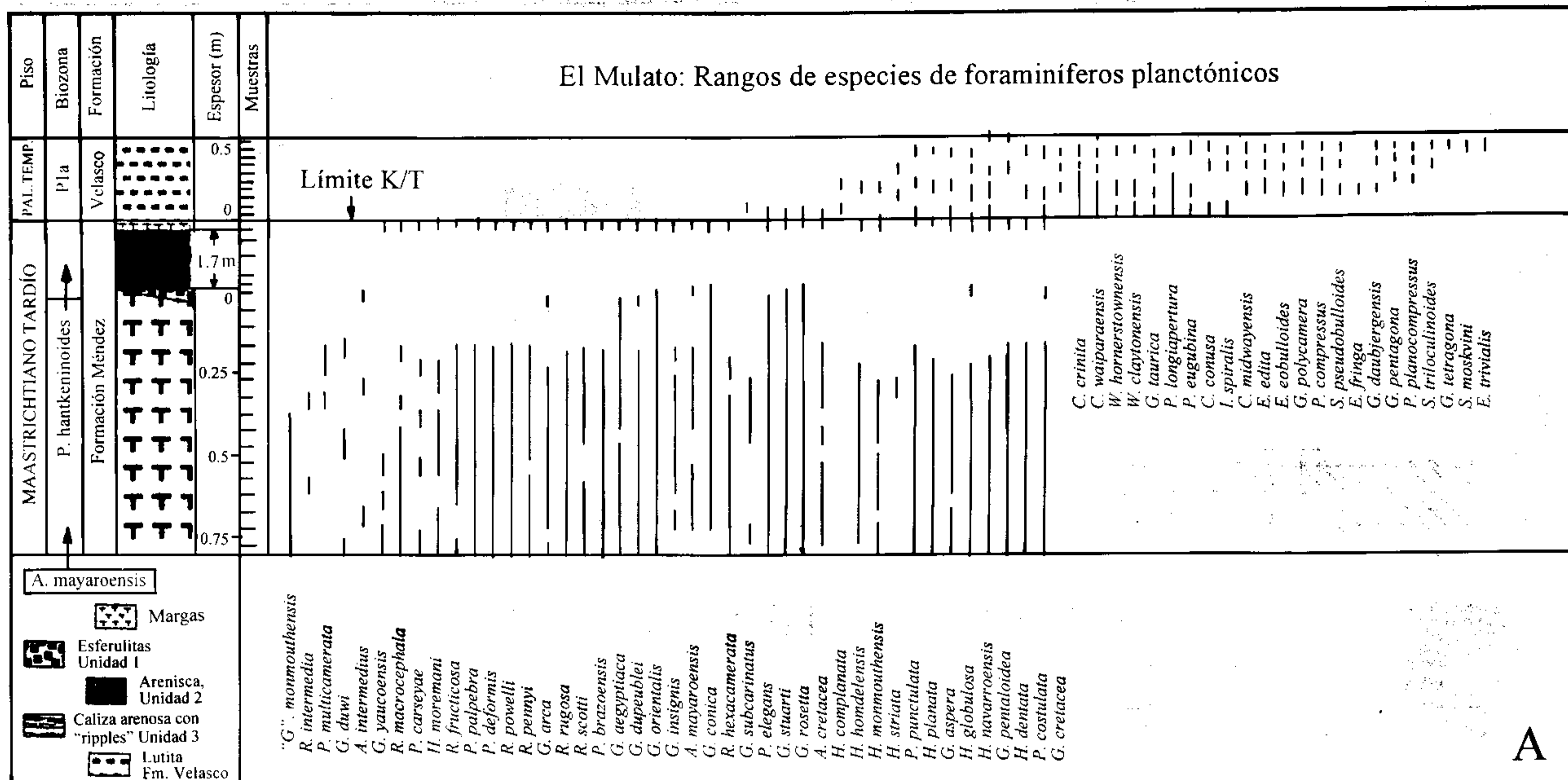


Figura 3. Sucesión de especies de foraminiferos planctónicos. A, área El Mulato; B, área La Parida.

del límite K/T son especies pequeñas, característicamente desprovistas de ornamentación y típicamente cosmopolitas. La desaparición de especies cretácicas, la inexistencia de especies terciarias que indiquen la Zona P0 del Paleoceno inferior y la aparición simultánea de especies terciarias (El Mimbral 8, La Lajilla 12, El Mulato 9, La Parida 7) características de la Zona (P1a), sugieren la existencia de un hiato erosivo, donde con alta probabilidad, parte del Maastrichtiano superior, la Zona P0 y parte de la Zona P1a fueron literalmente barridas durante la transición del límite K/T. Este hecho, observado en las muestras de los afloramientos analizados, sugiere que los sedimen-

tos correspondientes al límite Cretácico/Terciario (K/T) fueran erosionados y, por lo tanto, el límite K/T en el sentido estricto de la palabra, no existe en el noreste de México. Además, el análisis bioestratigráfico de las muestras correspondientes a las secciones El Mimbral, La Lajilla, El Mulato y La Parida, en el noreste de México, muestra un patrón de extinciones muy similar al del estratotipo El Kef, Túnez (Figura 4). Una extinción gradual de especies cretácicas se manifiesta en las especies tropicales, de tamaño grande y provistas de una buena ornamentación, que se empiezan a extinguir antes del límite K/T. Por otro lado, las especies cretácicas cosmopolitas de pequeño tamaño

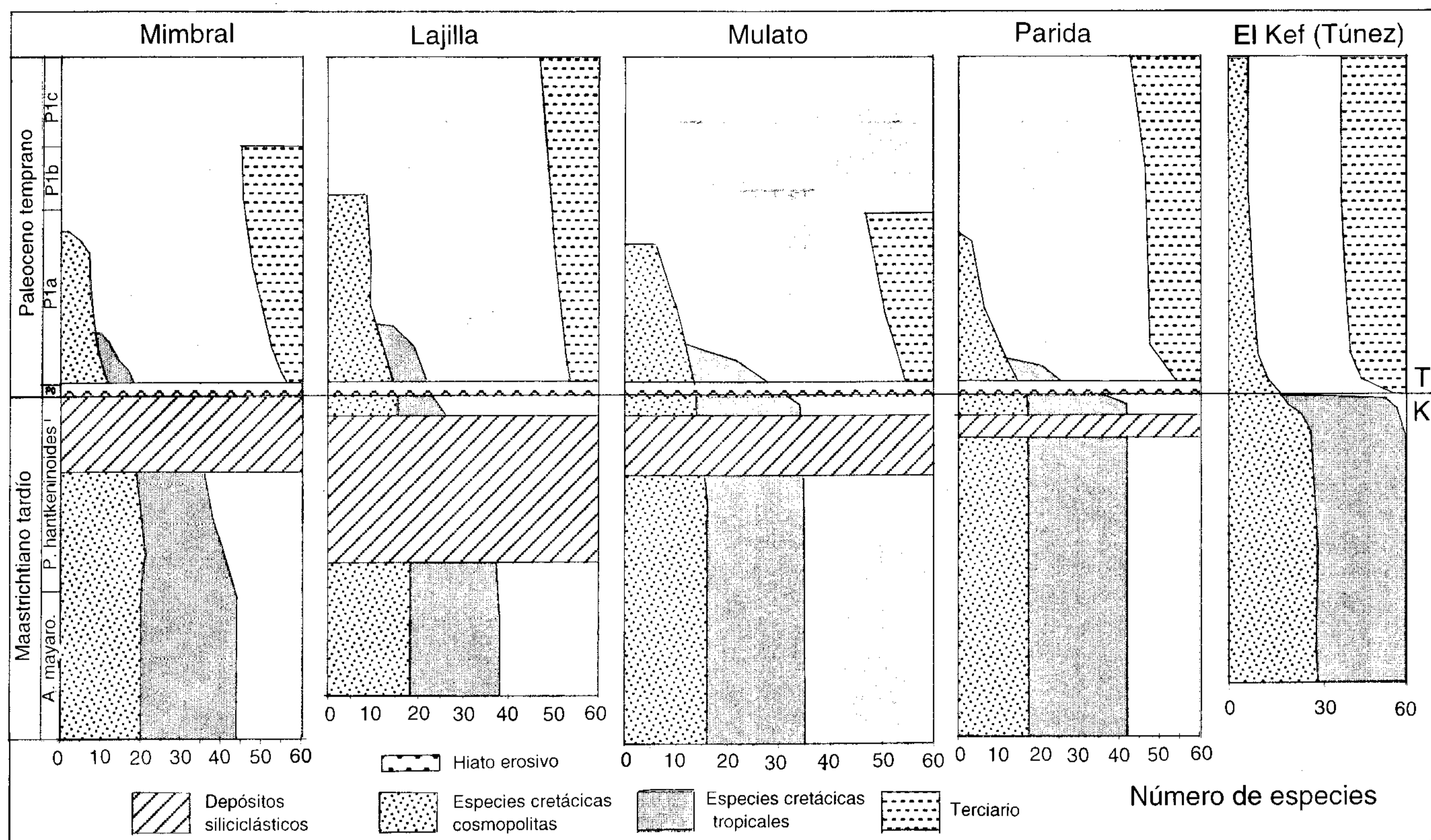


Figura 4. Sucesión de foraminíferos planctónicos de las secciones analizadas.

y carentes de ornamentación, aunque también se empiezan a extinguir antes del límite K/T, continúan viviendo hasta el Paleoceno inferior, cuando finalmente se extinguen en la Zona P1a, en el caso de las secciones del noreste de México, mientras que en la sección tipo El Kef, Túnez, aún continúan como sobrevivientes del (los) evento(s) del K/T, hasta encima de la Zona P1c.

#### AGRADECIMIENTOS

Para la realización de este estudio, agradecemos el apoyo brindado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en forma de beca para gran parte del desarrollo del proyecto doctoral de J.G.L.O., con el núm. de registro 61183; de proyecto de investigación (W.S., y J.G.L.O.), con el núm. L.120-36-36; y por la National Science Foundation (NSF) con el número de proyecto de investigación (G.K.), EAR-9115044.

Agradecemos los valiosos comentarios del Dr. A. Cantú Chapa y el Dr. T. Calmus, a este artículo.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, L.W.; Asaro, Frank; y Michel, H.V., 1980, Extraterrestrial cause for the Cretaceous Tertiary extinction: *Science*, v. 208, núm. 4448, p. 1095-1108.  
 Álvarez, L.W., y Asaro, Frank. 1990, An extraterrestrial impact: *Scientific American*, v. 263, núm. 4, p. 78-84.  
 Barrera, Enriqueta, 1994, Global environmental changes preceding the

Cretaceous-Tertiary boundary—early-late Maastrichtian transition: *Geology* (Boulder), v. 22, núm. 10, p. 877-880.

Barrera, Enriqueta, y Keller, Gerta, 1994, Productivity across the Cretaceous/Tertiary boundary in high latitudes: *Geological Society of America Bulletin*, v. 106, núm. 10, p. 1254-1266.

Courtilot, Vincent; Feraud, G.; Maluski, H.; Vandamme, D.; Moreau, M.G.; y Besse, J., 1988, Deccan flood basalts and the Cretaceous/Tertiary boundary: *Nature*, v. 333, núm. 6176, p. 843-846.

Courtilot, V.E., 1990, A volcanic eruption: *Scientific American*, v. 263, núm. 4, p. 85-92.

Hildebrand, A.R.; Asaro, F.; Attrep, M., Jr.; Bermúdez-Santana, J.C.; Bonis, S.; Cedillo-Pardo, E.; Claeys, P.; González-Casildo, V.; Grajales-Nishimura, J.M.; Grégoire, D.C.; Ortiz-Alemán, C.; Pilkington, M.; Sánchez-Ríos, M.A.; Smit, J.; y Stansberry, J.A., 1994, The Chicxulub crater and its relation to the K/T boundary ejecta and impact-wave deposits—New developments regarding the K/T event and other catastrophes in Earth history: Houston, TX., Lunar and Planetary Institute, Contribution núm. 825, p. 49-50.

Hildebrand, A.R.; Pennfield, G.T.; Kring, D.A.; Pilkington, M.; Camargo, Z.A.; Jacobsen, S.B.; y Boynton, W.V., 1991, Chicxulub crater—a possible Cretaceous/Tertiary boundary impact crater on the Yucatán Peninsula, Mexico: *Geology* (Boulder), v. 19, núm. 9, p. 867-871.

Keller, Gerta, 1988, Extinction, survivorship and evolution of planktic foraminifera across the Cretaceous/Tertiary boundary at El Kef, Tunisia: *Marine Micropaleontology*, v. 13, núm. 3, p. 239-263.

———1989, Extended period of extinctions across the Cretaceous/Tertiary boundary in planktonic foraminifera of continental-shelf sections—implications for impact and volcanism theories: *Geological Society of America Bulletin*, v. 101, núm. 11, p. 1408-1419.

———1996, The K/T mass extinction in planktic foraminifera—biotic constraints for catastrophe theories, in Keller, Gerta, and MacLeod, N., eds., *Cretaceous-Tertiary mass extinctions—biotic and environmental changes*: Nueva York: W.W. Norton & Company, p. 49-84.

Keller, Gerta, and Barrera, Enriqueta, 1990, The Cretaceous/Tertiary boundary impact hypothesis and the paleontological record, in Sharpton, V.L., y Ward,

- P.D., eds., *Global catastrophes in Earth history—an interdisciplinary conference on impacts, volcanism and mass mortality*: Geological Society of America, Special Paper 247, p. 563-575.
- Keller, Gerta; Li, L.; and MacLeod, N., 1995, The Cretaceous-Tertiary boundary stratotype section at El Kef, Tunisia—how catastrophic was the mass extinction?: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 119, núms. 3 y 4, p. 221-254.
- Keller, Gerta; López-Oliva, J.G.; Stinnesbeck, Wolfgang; y Adatte, Thierry, 1997, Age, stratigraphy and deposition of near-K/T siliciclastic deposits in Mexico—relation to bolide impact?: *Geological Society of America Bulletin*, v. 109, núm. 4, p. 410-428.
- Keller, Gerta, and Stinnesbeck, Wolfgang, 1996, Sea-level changes, clastic deposits, and megatsunamis across the Cretaceous-Tertiary boundary; *in* Keller, Gerta, y MacLeod, N., eds., *Cretaceous-Tertiary mass extinctions—biotic and environmental changes*: Nueva York, W.W. Norton & Company, p. 415-449.
- Keller, Gerta; Stinnesbeck, Wolfgang; Adatte, Thierry; López-Oliva, J.G., y MacLeod, N., 1994a, The K/T boundary clastic deposits in northeastern Mexico as product of noncatastrophic geologic processes?, *in* Keller, Gerta; Stinnesbeck, Wolfgang; Adatte, Thierry; MacLeod, Norman; y Lowe, D.R., eds., *Field guide to Cretaceous-Tertiary boundary sections in northeastern Mexico*: Houston, TX., Lunar and Planetary Institute, Contribution núm. 827, p. 65-94.
- Keller, Gerta; Stinnesbeck, Wolfgang; y López-Oliva, J.G., 1994b, Age, deposition and biotic effects of the Cretaceous/Tertiary boundary event at Mimbral, NE Mexico: *Palaios*, v. 9, núm. 2, p. 144-157.
- López-Oliva, J.G., 1996, *Stratigraphy of the Cretaceous/Tertiary (K/T) boundary in northeastern and east-central Mexico*: Princeton University, disertación doctoral, 246 p. (inérita).
- López-Oliva, J.G., y Keller, Gerta, 1994, Biotic effects of the K/T boundary event in northeastern Mexico—New developments regarding the K/T event and other catastrophes in Earth history: Houston, TX., Lunar and Planetary Institute, Contribution núm. 825, p. 72-73.
- 1996, Age and stratigraphy of near-K/T boundary siliciclastic deposits in northeastern Mexico, *in* Ryder, Graham; Fastovsky, David; y Gartner, Stefan, eds., *The Cretaceous-Tertiary event and other catastrophes in Earth history*: Geological Society of America, Special Paper 307, p. 227-242.
- MacLean, D.M., 1982, Deccan volcanism—the Cretaceous-Tertiary marine boundary timing event: *EOS Transactions American Geophysical Union*, v. 63, núm. 18, p. 462.
- 1985, Deccan traps mantle degassing in the terminal Cretaceous marine extinctions: *Cretaceous Research*, v. 6, núm. 3, p. 235-259.
- Officer, C.B., 1994, Chicxulub structure—a volcanic sequence of Late Cretaceous age, *in* Rosenberg, G.D., y Wolberg, D.L., eds., *Dino Fest Conference*: Paleontological Society Special Publication, v. 7, p. 425-436.
- Pardo, A.; Ortiz, N.; y Keller, Gerta, 1995, Latest Maastrichtian and K/T boundary foraminiferal turnover and environmental changes at Agost, Spain, *in* Keller, N.M., y Keller, Gerta, eds., *Cretaceous-Tertiary mass extinctions—biotic and environmental changes*: Nueva York, W.W. Norton & Company, p. 139-171.
- Pope, K.O.; Ocampo, C.A., y Duller, C.E., 1991, Mexican site for K/T impact crater?: *Nature*, v. 351, núm. 6322, p. 105.
- Quezada-Muñetón, J.M.; Marín, L.E.; Sharpton, V.L.; Ryder, Graham; y Schuraytz, B.C., 1992, The Chicxulub impact structure—shock deformation and target composition: *Lunar and Planetary Science, Conference 23rd.*, Houston, TX., Abstracts, v. 23, p. 1121-1122 (resumen).
- Sharpton, V.L.; Marín, L.E.; y Schuraytz, B.C., 1994, The Chicxulub multiring impact basin—evaluation of geophysical data, well logs, and drill core samples. *New developments regarding the K/T event and other catastrophes in Earth history*: Houston, TX., Lunar and Planetary Institute LPI, Contribution núm. 825, p. 108-110.
- Smit, Jan, 1982, Extinction and evolution of planktonic foraminifera after a major impact at the Cretaceous/Tertiary boundary; *in* Silven, L.T., y Schultz, P.H., eds., *Geological implications of impacts of large asteroids and comets on the Earth*: Geological Society of America, Special Paper, v. 190, p. 329-352.
- 1990, Meteorite impact, extinctions and the Cretaceous-Tertiary boundary: *Geologie en Mijnbouw*, v. 69, núm. 2, p. 187-204.
- Smit, Jan, and Hertogen, Jan, 1980, An extraterrestrial event at the Cretaceous-Tertiary boundary: *Nature*, v. 285, núm. 5762, p. 198-200.
- Smit, Jan; Montanari, Alessandro; y Álvarez, Walter, 1994, Tsunami-generated beds at the K/T boundary in northeastern Mexico, *in* Keller, Gerta; Stinnesbeck, Wolfgang; Adatte, Thierry; MacLeod, Norman; y Lowe, R.D., eds., *Field guide to Cretaceous-Tertiary boundary sections in northeastern Mexico*: Houston, TX., Lunar and Planetary Institute, LPI, Contribution núm. 827, p. 95-101.
- Stinnesbeck, Wolfgang; Keller, Gerta; Adatte, Thierry; López-Oliva, J.G.; y MacLeod, Norman, 1996, Cretaceous-Tertiary boundary clastic deposits in northeastern Mexico—Impact tsunami or sea-level lowstand? *in* Keller, Gerta, y MacLeod, N., eds., *Cretaceous-Tertiary mass extinctions—biotic and environmental changes*: Nueva York, W.W. Norton & Company, p. 471-517.
- Stinnesbeck, Wolfgang; Barbarin, J.M.; Keller, Gerta; López-Oliva, J.G.; Pivnik, D.A.; Lyons, J.B.; Officer, C.B.; Adatte, Thierry; Graup, G.; Rocchia, R.; y Robin, E., 1993, Deposition of channel deposits near the Cretaceous/Tertiary boundary in northeastern Mexico—Catastrophic or “normal” sedimentary deposits?: *Geology (Boulder)*, v. 21, núm. 9, p. 797-800.
- Stinnesbeck, Wolfgang; Keller, Gerta; y Adatte, Thierry, 1994, K/T boundary deposits in northeastern Mexico—Bolide impact or sea-level lowstand?—New developments regarding the K/T event and other catastrophes in Earth history: Houston, TX., Lunar and Planetary Institute, Contribution núm. 825, p. 121-123.