

Nueva evidencia sobre la edad del tránsito endorreico-exorreico de la cuenca de Guadix-Baza

New evidence about the age of the endorheic-exorheic transition of the Guadix-Baza basin

F.J. García Tortosa⁽¹⁾, C. Sanz de Galdeano⁽²⁾, P. Alfaro⁽³⁾, R. Jiménez Espinosa⁽¹⁾, J. Jiménez Millán⁽¹⁾ y M. Lorite Herrera⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geología, Facultad Ciencias, Universidad de Jaén, Campus de Las Lagunillas, 23071 Jaén, Spain. gtortosa@ujaen.es

⁽²⁾ Instituto Andaluz Ciencias Tierra (CSIC-Univ. Granada), Facultad Ciencias, Univ. Granada, 18071 Granada. csanz@ugr.es

⁽³⁾ Departamento de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente, Facultad Ciencias, Univ. Alicante, 03080 Alicante. pedro.alfaro@ua.es

ABSTRACT

The Guadix-Baza basin was an endorheic continental basin during the Pliocene and part of the Pleistocene, later being captured by a tributary of the Guadalquivir River which would turn into the Guadiana Menor River. This event had significant implications in the evolution of the basin, leading to a stage in which erosion dominated over sedimentation. However, there is no consensus about the time in which the fluvial capture took place and various authors have proposed different ages using diverse chronological criteria. This work describes a different hypothesis about the age of the fluvial capture and also provides new insights on the evolution of the basin. The presence of metamorphic clasts in the fluvial sediments that comprise the upper terrace of the middle and upper course of the Guadalquivir River allowed us to establish new criteria about the age of the mentioned fluvial capture process.

Key words: Guadix-Baza Basin. Endorheic-Exorheic Basin. Stream capture. Guadalquivir River.

Geogaceta, 44 (2008), 211-214

ISSN: 0213683X

Introducción y marco geológico-geomorfológico de la Cuenca de Guadix-Baza

La cuenca continental de Guadix-Baza está situada en la parte central de la Cordillera Bética sobre el contacto entre sus zonas Interna y Externa (Fig. 1). El borde septentrional de la cuenca está constituido por materiales fundamentalmente carbonatados, pertenecientes a la Zona Externa de la Cordillera Bética. El meridional está formado en general por materiales metamórficos de la Zona Interna, de manera que las marcadas diferencias litológicas entre ambos dominios permiten reconocer con facilidad el área fuente de los sedimentos de la cuenca y de las terrazas de los ríos que la drenan.

La cuenca tuvo un carácter continental endorreico desde finales del Mioceno. Durante el Plioceno y gran parte del Pleistoceno se desarrolló un gran lago en la mitad oriental (Vera, 1970; Peña, 1979 y 1985; Gibert, 2006; etc.), en el que se acumularon gran cantidad de sedimentos carbonatados y evaporíticos. Simultáneamente, en la mitad occidental, se depositaron principalmente sedimentos detríticos en ambientes fluviales (Vera, 1970; Viseras, 1991). Estas diferencias en

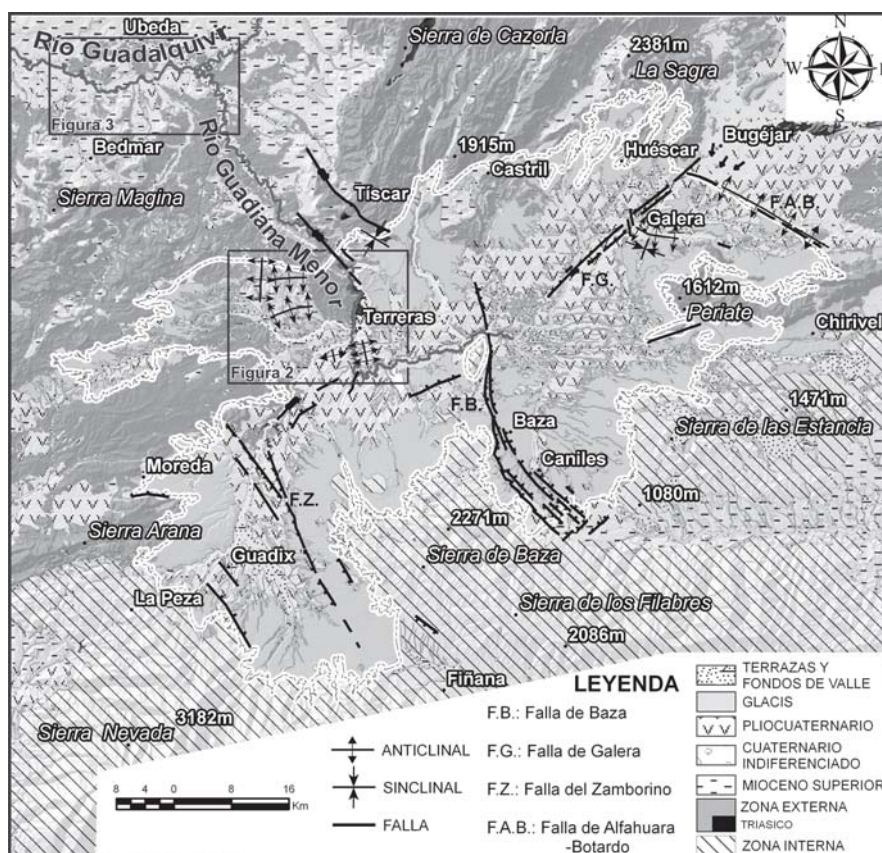


Fig. 1.- Mapa geológico de la cuenca de Guadix-Baza.

Fig. 1.- Geologic map of the Guadix-Baza Basin.

el tipo de sedimentación estuvieron fuertemente controladas por la tectónica.

A lo largo de la historia endorreica de la cuenca se desarrolló una amplia superficie de glacis desde los bordes hacia el centro de la misma (García Tortosa *et al.*, 2007 y 2008). Gran parte de esta superficie de glacis se conserva en la actualidad, representando el último vestigio de la etapa endorreica.

El carácter endorreico finalizó en un momento indeterminado del Pleistoceno, cuando la cuenca fue capturada por un tributario del río Guadalquivir. A partir de entonces, en la cuenca pasan a dominar los fenómenos erosivos sobre los deposicionales y la superficie de glacis comienza a desmantelarse por el encajamiento de la nueva red de drenaje.

La captura fluvial: el tránsito de las condiciones endorreicas a exorreicas

La cuenca fue endorreica hasta el momento en el que uno de los tributarios del Guadalquivir, que pasaría a formar parte del futuro río Guadiana Menor, logró rebasar la divisoria de aguas entre ambas cuencas. Este tributario partía con una diferencia de cota superior a 500 m respecto a la cuenca de Guadix-Baza (la altitud actual de la terraza más alta del Guadalquivir en la zona donde desemboca el Guadiana Menor es de unos 380 m, frente a los 940 m del glacis en el sector de la paleodivisoria de aguas entre las cuencas del Guadalquivir y Guadix-Baza (Fig. 2).

El curso del Guadiana Menor se sitúa al norte del Negratín sobre líneas de falla y áreas diapíricas que condicionaron el trazado de dicho río. Antes de la captura, en el sector al NO del domo del Negratín, las aguas de la red fluvial de ese sector fluían en dirección opuesta a la actual, transportando materiales hacia el E (Fig. 2). Su recorrido también pudo estar condicionado en parte por el domo del Negratín.

Edades propuestas para el glacis y para el tránsito endorreico-exorreico de la cuenca

Actualmente no existe un consenso sobre la edad de la captura y son varios los criterios utilizados por distintos autores. La mayoría estima que la superficie de glacis es un buen marcador para calcular la edad. El problema radica, por tanto, en la datación de esta superficie, ya que al no tratarse de un nivel litológico, sino de una superficie geomorfológica, requiere de niveles litológicos asociados y coetáneos con ella, y los seleccionados has-



Fig. 2.- Esquema sobre el modelo digital del terreno en el que se muestra la paleo-red de drenaje en el sector de la captura de la cuenca.

Fig. 2.- Scheme of the possible drainage paleo-network represented on the digital elevation model in the capture sector of the basin.

ta ahora para su datación absoluta han dado edades no coincidentes.

Vera (1970) y Peña (1985) indican que la generación de esta superficie de glacis está relacionada con el último depósito de la cuenca endorreica, una unidad litoestratigráfica de origen aluvial que denominan «nivel de colmatación», la cual se extiende según estos autores a lo largo de las subcuencas de Guadix y de Baza. Peña (1985) y Vera *et al.* (1994) indican que la edad de este nivel es de unos 100 ka, basándose en las dataciones del yacimiento de la Solana del Zamborino (Botella *et al.*, 1985, 1986), que sitúan en dicho nivel de colmatación.

Calvache y Viseras (1997) piensan que el cambio al exorreísmo tiene lugar entre 100 ka (basándose nuevamente en la edad del yacimiento de la Solana del Zamborino) y 17 ka (edad asignada a algunos de los depósitos supuestamente más antiguos de la red de drenaje actual; Jiménez de Cisneros, 1994).

Gibert *et al.* (2007) datan en más de 550 ka materiales asignados previamente al techo de la serie en el sector oriental de la cuenca, edad mucho más antigua, por tanto, que la estimada para el techo de la serie según Peña (1985), Vera *et al.* (1994) y Calvache y Viseras (1997), entre otros. Para Gibert (2007), los nuevos datos magnetoestratigráficos y cronoeestratigráficos obtenidos en la parte oriental de la cuenca sitúan su captura en torno a 550 ka.

Azañón *et al.* (2007) datan mediante U/Th una calcreta de origen edáfico desarrollada en sedimentos lacustres y fluviales de grano fino situados a techo de la sucesión estratigráfica del sector. Indican que la edad de esta calcreta es de 42 ka que, según estos autores, sería la edad mínima del final de la sedimentación activa en la cuenca de Guadix.

Díaz Hernández y Juliá (2006) realizan varias dataciones radiométricas de travertinos en el sector occidental de la cuenca de Guadix-Baza, que aparecen en terrazas escalonadas encajadas dentro de la red de drenaje actual. Estos autores obtienen edades de entre 205 y 115 ka para la terraza más antigua, que necesitaba para su formación el encajamiento previo de la red de drenaje en ese sector. Diferencian varias superficies de glacis y asignan a las dos superficies más altas (más antiguas) una edad de entre 350 y 205 ka. Por tanto, concluyen que el tránsito al endorreísmo debió ser anterior a 205 ka, edad de la terraza encajada más antigua. Según estos autores, el glacis tiene una edad comprendida entre 350 y 205 ka.

García Tortosa *et al.* (2007, 2008) consideran que el tránsito pudo producirse mucho antes de lo indicado anteriormente, en torno a los 400 ka. Para ello tienen en cuenta, además de todos los trabajos previos, las importantes deformaciones generadas en el glacis por estructuras como la Falla de Baza, pues una edad menor requeriría tasas de desplazamiento no conocidas en la Cordillera Bética.

Nueva evidencia: cantos metamórficos en la terraza alta del río Guadalquivir

Previamente a este trabajo se había citado de forma genérica la presencia de cantos metamórficos de la Zona Interna Bética en las terrazas del Guadalquivir (Roldán *et al.*, 1991) y se había planteado la conveniencia de determinar en qué momento comenzaron a llegar para estimar cuándo se produjo la captura de la Cuenca de Guadix-Baza (Viseras, 1991). En este estudio se ha podido comprobar que, en relación con la terraza alta del Guadalquivir, los cantos metamórficos

aparecen solo a partir de la confluencia con el Guadiana Menor. Este dato tiene implicaciones muy importantes en la edad de la captura de la cuenca y, por tanto, en la edad del tránsito endorreico-exorreico. Antes de discutir estas implicaciones en el siguiente apartado, hacemos una breve descripción de las terrazas del Guadalquivir y de su edad.

Las terrazas del río Guadalquivir

El río Guadalquivir disecta gran parte de la cuenca terciaria que lleva su nombre. La depresión queda limitada al norte por el basamento varisco de Sierra Morena; al sur predominan los materiales pertenecientes al Subbético (Zona Externa de la Cordillera Bética), con abundantes rocas carbonatadas de edad mesozoica; al este, el Prebético (igualmente de la Zona Externa), en el que se encaja el tramo superior del valle, está también constituido fundamentalmente por materiales carbonatados mesozoicos. Desde su curso medio-alto hasta su desembocadura, el río Guadalquivir ha desarrollado un conjunto de terrazas que, si bien varía en número hacia la desembocadura, es clasificado por los diferentes autores que han trabajado en ellas en tres conjuntos: altas, medias y bajas.

La confluencia entre el Guadalquivir y el Guadiana Menor se produce en el sector de La Junta - Alto de la Sierrezuela (Figs. 1 y 3), perteneciente al tramo medio-alto del río Guadalquivir. En este tramo se han diferenciado fundamentalmente tres niveles de terrazas por encima de la actual llanura de inundación (Roldán *et al.*, 1991; Lorite *et al.*, en prensa). La dinámica fluvial que ha generado las distintas terrazas ha sido parecida y en todas ellas se distingue un número similar de episodios importantes bien diferenciados (Santos-García *et al.*, 1991).

De los tres niveles de terrazas identificados, el intermedio es el más desarrollado, mientras que la terraza superior aparece en gran medida erosionada. Sin embargo, parte de ella ha quedado bien representada en la confluencia entre el río Guadalquivir y el Guadiana Menor, además de en las inmediaciones de la Estación de Garcéz-Bedmar, unos kilómetros aguas abajo de la confluencia (Fig. 3). Ambos reductos aparecen cartografiados en Roldán *et al.* (1991).

Composición litológica de la terraza superior en el sector estudiado

Los restos conservados de la terraza superior aparecen entre 40 y 55 metros por encima del *talweg* del río Guadalquivir, si bien su parte superior está parcial-

mente erosionada. Al igual que los otros dos niveles de terrazas, está formada por conglomerados y gravas con matriz arcilloso-limosa y, en menor medida, por niveles arenosos y limosos. Entre los cantos que constituyen las gravas y conglomerados hemos podido identificar cantos de naturaleza metamórfica provenientes de la Zona Interna Bética, fundamentalmente de los complejos Nevado Filábride y Alpujárride y, en menor proporción, algunos atribuibles a unidades de transición Alpujárride-Málagaide. Entre otros, se han reconocido mármoles, cuarzoesquistos, cuarzoesquitos con granates, cuarzos de exudación y metareniscas rojas. En todos los casos se trata de litologías competentes resistentes al transporte. Igualmente se ha comprobado que aguas arriba del río Guadalquivir, desde su confluencia con el Guadiana Menor, los cantos metamórficos desaparecen.

Edades asignadas a las terrazas altas del Guadalquivir

No existen dataciones absolutas de la terraza superior para el sector estudiado, pero existen estudios cronológicos detallados de las terrazas en los tramos medio y bajo del Guadalquivir. En estos estudios, que han sido utilizados por diferentes autores para la correlación entre terrazas de los cursos bajo, medio y alto, se les asigna una edad de Pleistoceno medio a los conjuntos de terrazas más altos.

Aguirre *et al.* (1973) asignan al Pleistoceno medio restos fósiles de macrovertebrados encontrados en una terraza situada a 20 metros por encima del *talweg* actual, en las inmediaciones de Almodóvar del Río (Córdoba). Baena (1993) estudia las terrazas del Guadalquivir en su tramo medio, reconociendo hasta 14 niveles que engloba en cinco complejos de terrazas: muy altas, altas, medias, bajas y muy bajas, algunas de las cuales data con la integración de métodos magnetoestratigráficos, radiométricos, paleontológicos y arqueológicos. Al complejo de terrazas altas, situadas entre 139 y 73 m por encima del cauce actual, le asigna una edad de entre 800 y 300 ka. El complejo de terrazas medias, situadas entre 55 y 26 m sobre el cauce actual, es datado entre 300 ka y 80 ka. En este complejo, este autor diferencia tres terrazas (que en su trabajo designa, de más antigua a más moderna, como T10, T11 y T12). A partir de varios métodos de datación llega a la conclusión que la terraza media más antigua, la T10, situada entre 50 y 55 m sobre el cauce actual, tiene una edad comprendida entre los 180 y los 300 ka.

Dataciones similares pueden encontrarse en Díaz del Olmo *et al.*, (1993), Baena y Díaz del Olmo (1994), etc. Basándose en los dos últimos trabajos citados, Bridgland *et al.* (2006), en un estudio para la correlación a nivel mundial de restos arqueológicos del Pleistoceno en terrazas fluviales, asignan las terrazas del

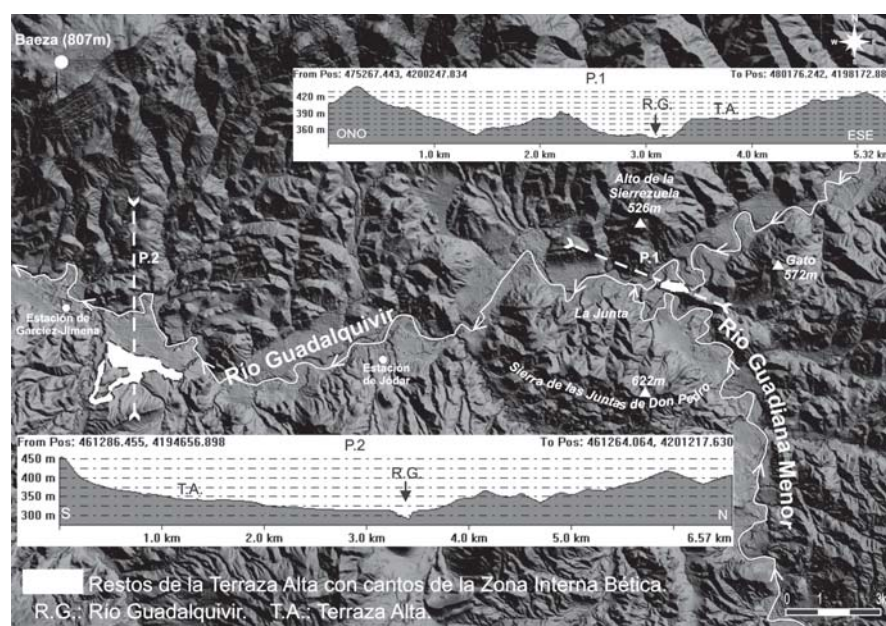


Fig. 3.- Modelo digital del terreno del curso alto del Guadalquivir en el que se muestran los restos de la terraza alta y la situación de los dos perfiles topográficos estudiados.

Fig. 3.- Digital elevation model of the upper course of the Guadalquivir River showing the remains of the upper terrace, and the location of two studied topographic profiles.

Guadalquivir, localizadas entre Córdoba y Sevilla y situadas entre 25 y 70 m por encima del *talweg* actual, al Achelense.

Discusión y conclusiones

La diferencia de cotas entre el río Guadalquivir y la divisoria de aguas con la cuenca de Guadix-Baza era de unos 500 m en el sector de Huesa-Hinojares, donde se encuentra la zona de falla de Huesa-Hinojares (Sanz de Galdeano *et al.*, 2007; García Tortosa *et al.*, 2007) y donde abundan materiales fácilmente erosionables (olistostroma de arcillas y yesos triásicos junto a margas y arcillas del relleno sedimentario). La conjunción de ambos factores facilitó que un tributario del Guadalquivir remontara y alcanzara la cuenca de Guadix-Baza, generándose el Guadiana Menor. Estos rasgos favorables no se han dado en otros sectores, y así el río Almanzora aún no ha llegado a capturar la cuenca en su parte sudoriental. Cuando la cuenca fue capturada por la red de drenaje del Guadalquivir el glacis comenzó a desmantelarse, en un proceso que ha sido muy activo.

Durante el relleno de la cuenca de Guadix-Baza la Zona Interna Bética fue una de las principales áreas fuentes. Por tanto, gran parte de los sedimentos detríticos depositados en la cuenca de Guadix-Baza tienen esta procedencia y son de naturaleza metamórfica. Dado que la cuenca de Guadix-Baza era endorreica, éstos no tuvieron salida hacia la cuenca del Guadalquivir hasta que la cuenca de Guadix-Baza fue capturada por la red de drenaje del Guadalquivir, pasando a formar parte de la misma.

En el sector de estudio la terraza con cantos metamórficos aparece en torno a 55 m sobre el *talweg* del río, estando parcialmente erosionada en su parte superior, por lo que ésta sería su altura mínima sobre el cauce actual. Teniendo en cuenta su altitud sobre el *talweg* y las correlaciones hechas en cartografías previas a este trabajo para las terrazas de los tramos medio y alto del Guadalquivir, es muy probable que la terraza descrita en este trabajo corresponda a la terraza más alta del complejo de terrazas medias (la T10 *sensu* Baena, 1993). Por tanto, si esta correlación y las edades asignadas a las terrazas aguas abajo del Guadalquivir respecto al sector estudiado son ciertas, los cantos metamórficos que aparecen en la terraza alta en el sector de la confluencia

de los ríos Guadalquivir y Guadiana Menor debieron depositarse hace al menos 180 ka. Esto significa que en esos momentos la cuenca de Guadix-Baza ya era exorreica.

Agradecimientos

Este trabajo se ha financiado a través de los proyectos CGL2006-10202/BTE, CGL2007-60535/BTE, CSD2006-00041/MEC y TOPO-IBERIA CONSOLIDER-INGENIO CSD2006-00041, y de los grupos de la Junta de Andalucía RNM 217 y 325.

Referencias

- Aguirre, E., Lhenaff, R. y Zazo, C. (1973). *Estudios Geológicos*, 29, 295-306.
- Azañón, J.M., Tuccimei, P., Azor, A., Sánchez Almazo, I.M., Alonso Zarza, A.M., Soligo, M. y Pérez Peña, J.V. (2007). En: *Paleoenvironmental Record and Applications of Calcretes & Palustrine Carbonates*. Geological Society of America. Special Paper 416, 223-239.
- Baena, R. (1993). *Evolución cuaternaria (3 M.a) de la Depresión del Medio-Bajo Guadalquivir y sus márgenes (Córdoba y Sevilla)*. Tesis Doctoral, Univ. de Sevilla. 589 p.
- Baena, R. y Díaz del Olmo, F. (1994). *Geogaceta*, 15, 102-104.
- Botella, M., Martínez, C., Cárdenas, F.J. y Cañabate, M.J. (1986). En: *Libro Honor a Luis Siret*, Junta de Andalucía, 79-95.
- Botella, M., Martínez, C. y Cárdenas, F.J. (1985). *Antropología y Paleoecología Humana*, 1, 59-74.
- Bridgland, D. R., Antoine, P., Limondin-Lozouet, N., Santisteban, J. I., Westaway, R. and White, M. J. (2006). *Journal of Quaternary Science*, 21, 437-455.
- Calvache, M.L. y Viseras, C. (1997). *Earth Surface Processes and Landforms*, 22, 93-105.
- Díaz del Olmo, F., Vallespí, E. y Baena, R. (1993). En: *IV Jornadas de Arqueología Andaluza*, 193-210.
- Díaz Hernández, J.L. y Juliá, R. (2006). *Quaternary Research*, 65, 467-477.
- García Tortosa, F.J., Alfaro, P., Galindo Zaldívar, J., Gibert, L., López Garrido, A.C., Sanz de Galdeano, C. y Ureña, M. (2008). *Geomorphology*, 97, 374-391.
- García Tortosa, F.J., Sanz de Galdeano, C., Alfaro, P. y Ureña, M. (2007). En: *La cuenca de Guadix-Baza. Estructura, tectónica activa, sismicidad, geomorfología y dataciones existentes* (Sanz de Galdeano C. y Peláez J.A., Eds.). Univ. de Granada, 111-126.
- Gibert, L. (2006). *Análisis de facies y magnetostratigrafía de la cuenca de Baza*. Tesis Doctoral, Univ. Politècnica de Catalunya. 261 p.
- Gibert, L. (2007). En: *La cuenca de Guadix-Baza. Estructura, tectónica activa, sismicidad, geomorfología y dataciones existentes* (Sanz de Galdeano C. y Peláez J.A., Eds.). Univ. de Granada, 29-54.
- Gibert, L., Scott, G., Martin, R. y Gibert, J. (2007). *Quaternary Science Reviews*. (en prensa).
- Jiménez de Cisneros, C. (1994). *Geoquímica de carbonatos relacionados con etapas de emersión*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada. 216 p.
- Lorite-Herrera, M., Jiménez-Millán, J., Jiménez-Espinoza, R. y García-Tortosa, F.J. (en prensa). *Geological Journal*.
- Peña, J.A. (1979). *La Depresión de Guadix-Baza: Estratigrafía del Plioceno-Pleistoceno*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada, 160 p.
- Peña, J.A. (1985). *Estudios Geológicos*, 41, 33-46.
- Roldán, F.J., Lupiani, E., Villalobos, M. y Jerez, L. (1991). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja n° 927 (Baeza)*. ITGE.
- Santos-García, J.A., Jerez-Mir, F. y Saint-Aubin, J. (1991). *Estudios Geológicos*, 47, 43-55.
- Sanz de Galdeano C., López-Garrido A.C., García Tortosa, F.J., Alfaro, P. y Galindo-Zaldívar, J. (2007). En: *La cuenca de Guadix-Baza. Estructura, tectónica activa, sismicidad, geomorfología y dataciones existentes* (Sanz de Galdeano C. y Peláez J.A., Eds.). Univ. de Granada, 177-191.
- Viseras, C. (1991). *Estratigrafía y sedimentología del relleno aluvial de la Cuenca de Guadix (Cordilleras Béticas)*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada, 327 p.
- Vera, J.A. (1970). *Boletín Geológico y Minero*, 91, 429-462.
- Vera, J.A., Rodríguez, J., Guerra, A. y Viseras, C. (1994). *Documents et Travaux de l'IGAL*, 14, 1-17.