

Tres escenarios lacustres del Pleistoceno de la Cuenca de Guadix-Baza (Granada)

J.E. Ortiz¹, T. Torres¹, y A. Delgado²

1 Laboratorio de Estratigrafía Biomolecular. E.T.S.I. Minas de Madrid. C/Ríos Rosas 21, 28003 Madrid. e-mail: jeortiz@dinge.upm.es, trino@dinge.upm.es

2 Laboratorio de Isótopos Estables. Estación Experimental "El Zaidín" (CSIC). C/Profesor Albareda 1, 18008 Granada. antodel@eez.csic.es

ABSTRACT

In the Pleistocene Guadix-Baza lacustrine Basin, the different ostracode species are related to the hydro-geochemical characteristics (mainly salinity) of the subenvironments occurring in each particular area, whereas the $d18O$ measured in ostracode valves reflects the global climatic conditions. This lack of correspondence is due to the high sensitivity of ostracodes to a change in the environmental conditions and, furthermore because of the local characteristics, which can produce uncertainties in the palaeoenvironmental interpretation. This has been defined as the "mosaic effect", which is described as the assembly of characteristics typical of a shallow water-body, defined by its position within the basin, materials of the catchment area, runoff and underground water inputs, among others, that affect, in a different way, the ecology and geochemistry of nearby water-bodies. In conclusion, the palaeoenvironmental interpretation cannot only be based on a single proxy.

Key words: ostracodes, palaeoenvironment, Guadix-Baza Basin, Pleistocene.

INTRODUCCIÓN

La cuenca de Guadix-Baza se sitúa en el SE de la Península Ibérica, en la Comunidad Autónoma de Andalucía (Fig. 1) con una extensión aproximada de 4500 km². Es una cuenca intramontañosa rellena por materiales de origen fluvio-lacustre del Plioceno y Pleistoceno, enmarcada en el sector central de la Cordillera Bética. Entre los trabajos más relevantes sobre la paleogeografía de la cuenca se encuentran los de Vera (1970), Peña (1985) y Torres *et al.* (2003).

En ella se han establecido diversos escenarios paleoclimáticos a lo largo del Pleistoceno inferior y medio (Ortiz, 2000, Torres *et al.*, 2003) que reflejan la instalación de cuatro grandes períodos con condiciones cálidas-áridas alternando con otros cuatro de condiciones frías-húmedas.

Desde el punto de vista sedimentológico la cuenca siguió un modelo deposicional centrípeto: abanicos aluviales y un sistema de canales que iban a desembocar a un sistema lacustre central. La sedimentación continuó hasta la parte más alta del Pleistoceno medio. Posteriormente tuvo lugar el encajamiento de la red fluvial actual y comenzó el vaciado erosivo de la cuenca en el Pleistoceno medio-superior.

En este trabajo se realiza un estudio comparativo a partir de indicadores paleoambientales (características litológicas, contenido de ostrácodos y geoquímica) de tres escenarios lacustres: margen lacustre *s.s.* (sección de Cortes de Baza), margen lacustre con influencia fluvial (yacimientos de Huéscar), margen lacustre con aguas salinas (sección de Norte de Orce).

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLOGÍA

En la figura 1 se han situado los puntos a comparar. De las secciones de Cortes de Baza y Norte de Orce se ha seleccionado el tramo inferior (50 primeros metros) para establecer el estudio comparativo. En la sección estratigráfica de Cortes de Baza (Fig. 2) predominan los materiales detríticos, arenas y lutitas con gran cantidad de ostrácodos, correspondientes a un margen lacustre al pie del abanico aluvial de Laneros, que tiene su área fuente situada en materiales carbonatados del Prebético. En la sección de Norte de Orce (Fig. 2) abundan las lutitas y areniscas depositadas en un margen lacustre al pie del abanico aluvial de Orce, con su área fuente en materiales carbonatados mesozoicos y yesíferos del Triásico y Mioceno. En el yacimiento de Huéscar aparecen gravas y arenas distales del abanico aluvial de Huéscar. Para una descripción más detallada, ver Ortiz (2000) y Torres *et al.* (2003).

METODOLOGÍA

Las muestras (3 kg) fueron tamizadas y estudiadas bajo una lupa binocular para seleccionar los ostrácodos. Para los análisis de los isótopos estables de carbono y oxígeno se seleccionaron de 30 a 50 valvas de la especie *Cyprideis torosa* (Jones) que se calentaron a 400°C durante una hora en atmósfera de nitrógeno para eliminar la materia orgánica.

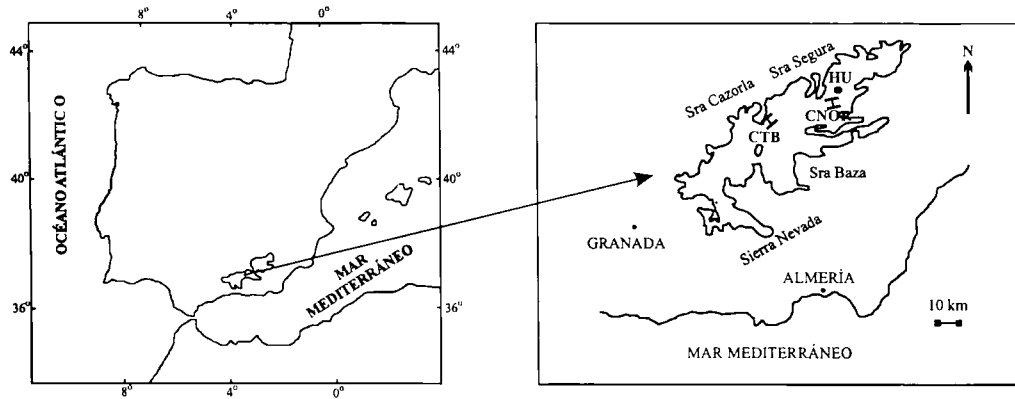


FIGURA 1. Situación Geográfica de los puntos estudiados. CTB: Sección de Cortes de Baza, HU: yacimiento de Huéscar, CNOR: Sección Norte de Orce.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de isótopos estables de la Estación Experimental "El Zaidín" en un espectrómetro de masas Finnigan MAT 251. Para obtener el dióxido de carbono (CO_2) de las muestras se empleó ácido fosfórico al 100% durante 30 minutos en un baño termostático a 80°C . El error experimental para los carbonatos fue inferior a $\pm 0,05\%$, usando como estándares internos, Carrara y EEZ-1 que fueron previamente comparados con NBS-18 y NBS-19. Todas las medidas se expresaron con la notación δ (delta) ‰ , tomando de referencia el PDB.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características paleoambientales de un lago se pueden interpretar a partir de las especies de ostrácodos. De todos los factores que afectan a su desarrollo la salinidad es el más importante aunque también el ión predominante en el agua tiene gran influencia en la diversidad de los ostrácodos. Los valores de tolerancia a la salinidad de las diversas especies de ostrácodos están muy bien conocidos (De Deckker, 1981).

El ostrácodo más representativo en la Cuenca de Guadix-Baza es *Cyprideis torosa* (Jones) que puede habitar en aguas con un amplio rango de salinidad (Carbonnel, 1983), pudiendo llegar a soportar salinidades de hasta 140‰ . Además, esta especie necesita masas de agua permanente y es típica de ambientes con predominio de aguas clorurado-sulfatadas (Carbonel *et al.*, 1988). Por tanto, cuando la salinidad es alta, puede ser la única especie presente, pudiendo constituir, en ocasiones, una lumaquela mono-específica. Sin embargo, cuando la salinidad es baja o moderada, *Cyprideis torosa* (Jones) se asocia a otros ostrácodos, principalmente pertenecientes a los grupos *Candona*, *Ilyocypris* y *Potamocypris*, y, generalmente, representa menos del 50% de las valvas contenidas en una muestra. Por lo tanto, se puede emplear el porcentaje de individuos de *C. torosa* en una muestra como indicador de la paleosalinidad.

En sistemas lacustres las oscilaciones de la $\delta^{18}\text{O}$ se deben, principalmente, a variaciones en el ratio evaporación/aportes (E/I), siendo la $\delta^{18}\text{O}$ más alta cuando el ratio E/I crece y, por tanto, hay un incremento en la salinidad y un descenso de la lámina de agua. La $\delta^{18}\text{O}$ medida en las conchas de ostrácodos de la cuenca de Guadix-Baza refleja, principalmente, las variaciones climáticas globales y la temperatura como consecuencia de los cambios en el ratio de evaporación/aportes a la masa de agua y de la cantidad de lluvia (Ortiz, 2000). Así, se ha interpretado que durante un período frío y húmedo la $\delta^{18}\text{O}$ es más baja que durante un período cálido y árido.

1) El escenario correspondiente a un margen lacustre s.s. está representado en la sección de Cortes de Baza (Pleistoceno inferior, Ortiz *et al.*, 2004), alimentado por el Abanico Aluvial de Laneros. En la figura 2 se ha representado un tramo de la sección donde se han incluido los valores de la $\delta^{18}\text{O}$ y el porcentaje de *C. torosa*. Se observan oscilaciones en el porcentaje de *C. torosa* que se interpretan como cambios en la salinidad de la masa de agua. Asimismo hay variaciones de la $\delta^{18}\text{O}$ que sugieren cambios en las condiciones climáticas (temperatura, precipitaciones) globales (Ortiz, 2000). Existe, por lo general una buena correlación entre ambas variables ya que, por un lado, los valores más altos del porcentaje de *C. torosa* se producen durante el 1^{er} Período Cálido y Árido definido en la Cuenca a partir de los valores de isótopos estables de oxígeno y, por otro, en tramos donde existe una mayor diversidad de especies de ostrácodos (descenso del porcentaje de *C. torosa*) se observa un descenso en la $\delta^{18}\text{O}$.

2) El escenario correspondiente a un margen lacustre con dominio fluvial está representado por el yacimiento de Huéscar (ca 500 ka, Ortiz *et al.*, 2000). Los análisis de biomarcadores de la materia orgánica (Torres *et al.*, 2003) reflejan la existencia de aguas someras, con ausencia de condiciones anóxicas. También se ha determinado la alternancia de episodios de aguas estancadas y corrientes, aunque con tendencia a predominio de sistemas acuáticos tranquilos.

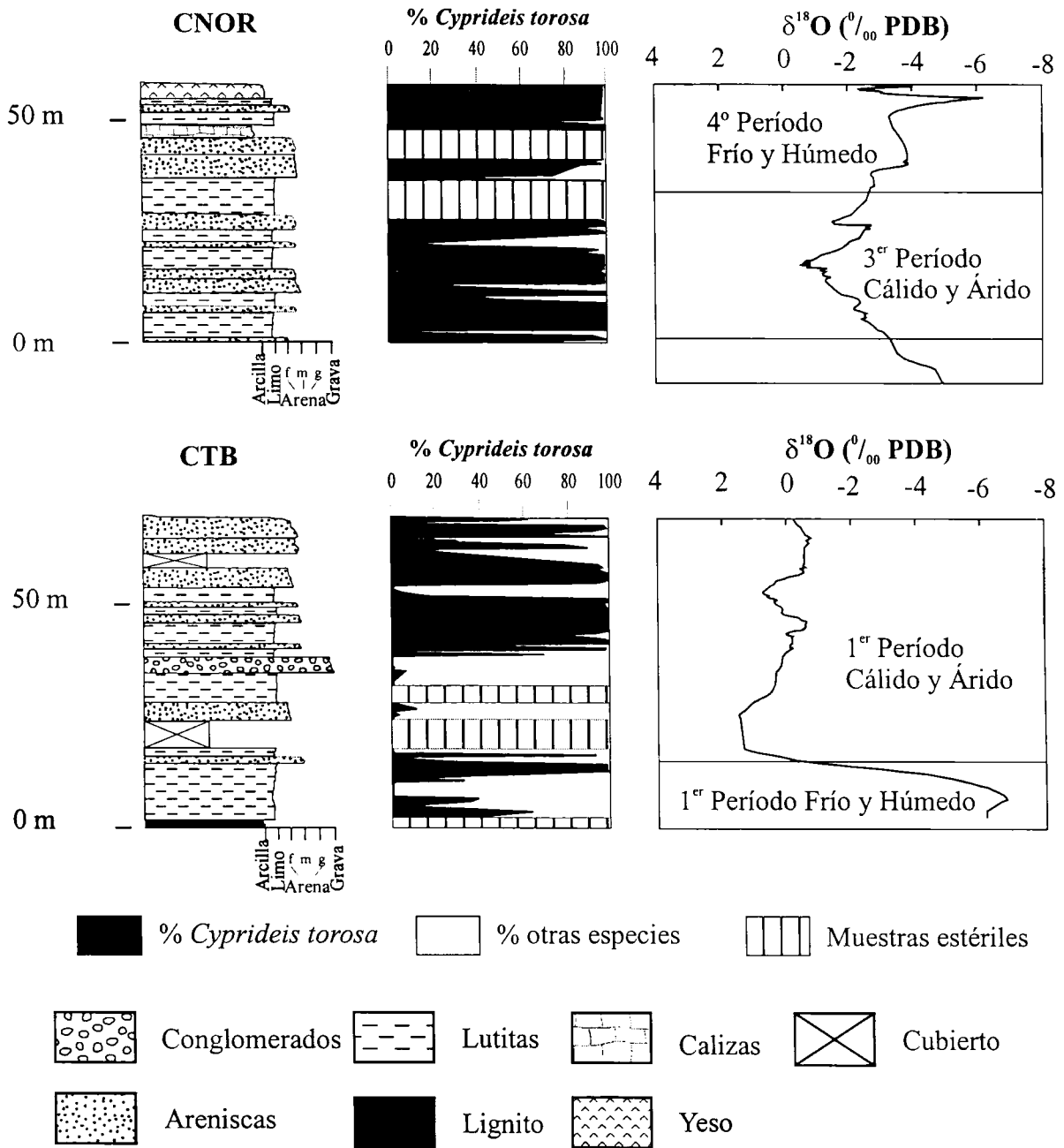


FIGURA 2. Columnas estratigráficas CTB y CNOR con la evolución de la paleosalinidad basada en los porcentajes de *Cyprideis torosa* (en negro) respecto a otras especies de ostrácodos (en blanco) y $\delta^{18}O$ medida en ostrácodos (*C. torosa*) con los períodos paleoclimáticos identificados por Ortiz (2000).

La existencia de una gran variedad de especies de ostrácodos, predominando *Ilyocypris gibba* (Ramdohr), *Ilyocypris bradyi* Sars, *Candona neglecta* Sars, *Candona cf. bitruncata* Carbonnel, *Prionocypris cf. zenkeri* (Chyzer y Tóth), *Herpetocypris reptans* (Baird) y *Cyprinotus salinus* (Brady) sugiere la existencia de aguas dulces. No se han podido realizar análisis de isótopos estables en los ostrácodos de este yacimiento, aunque por correlación se puede decir que Huéscar se acumuló durante el 3^{er} Gran Período Cálido y Árido del Pleistoceno definido en la cuenca (Ortiz, 2000).

3) En la sección Norte de Orce (Pleistoceno medio, Ortiz *et al.*, 2004) se observa una clara predominancia de valvas de la especie *Cyprideis torosa* (Fig. 2) lo que en una primera interpretación sería indicativo de condiciones salinas con predominio de iones clorosulfatados en las aguas en un margen lacustre salino. En consecuencia, se podría deducir que el clima debió ser cálido y árido. Sin embargo, la interpretación de la $\delta^{18}O$ analizada en las valvas de este ostrácodo refleja condiciones frías con aumento de la humedad (Ortiz, 2000). Esta falta de correspondencia entre los indicadores paleoambientales biológicos y geoquímicos

se explica por la situación paleogeográfica de la zona de Orce, alimentada por abanicos aluviales cuya área fuente estuvo localizada en rocas triásicas y miocenas ricas en evaporitas.

En definitiva, las tres zonas tuvieron unas condiciones hidrogeoquímicas distintas debido a diferencias en el *input* hidrológico/hidrogeológico, que afectaron a la asociación faunística en cada una de ellas: en la primera zona predominaron las aguas bicarbonatadas sulfatadas cálcicas mientras que en la segunda zona (Huéscar) son aguas dulces corrientes (influencia fluvial) de tipo bicarbonatado y en la tercera son aguas sulfatadas.

CONCLUSIONES

La proporción de ostrácodos (y, en particular, de la especie *Cyprideis torosa*) en los puntos estudiados refleja las características hidrogeoquímicas de cada área (preferentemente la salinidad), a diferencia de la $\delta^{18}\text{O}$ medida en las valvas de los ostrácodos de la cuenca de Guadix-Baza, que refleja las variaciones de las condiciones climáticas globales. Esta falta de correspondencia se explica por la gran sensibilidad de los ostrácodos a las variaciones de las condiciones ambientales locales: en lagos someros un cambio de las precipitaciones provoca variaciones bruscas de la salinidad.

En definitiva, las condiciones locales y el comportamiento de los cuerpos lacustres pueden ser origen de incertidumbres en la interpretación paleoambiental, que se ha definido como "efecto mosaico". Esto es debido a la posición de los cuerpos lacustres dentro de la cuenca, a los materiales presentes en el área fuente, aportes de agua superficial y subterránea, entre otros factores, que afectarán diferencialmente a las características ecológicas y geoquímicas de cuerpos que están próximos.

En conclusión la interpretación paleoambiental no debe basarse únicamente en un tipo de indicador.

AGRADECIMIENTOS

Al Prof. Jorge Civis de la Universidad de Salamanca por su ayuda en la determinación de los ostrácodos. El estudio ha estado subvencionado por el proyecto EQUIP (FI4W/CT96/0031) de la Unión Europea y el proyecto Paleoclima (703381) financiado por el CSN y ENRESA.

REFERENCIAS

- Carbonnel, G. (1983): Morphométre et hypersalinité chez *Cyprideis torosa* (Jones) (Ostracoda, Actuel) dans les salines de Santa-Pola (Alicante, Espagne). *Sciences Géologiques Bulletin*, 36(4): 211-219.
- Carbonel, P., Colin, J.P., Danielpol, D., Löffler, H., y Neustreva, I. (1988): Paleoecology of limnic ostracodes: A review of some major topics. *Palaeoecology, Palaeoecology, Palaeoecology*, 62: 413-461.
- De Deckker, P. (1981): Ostracods of athalassic saline lakes. *Hydrobiologia*, 81: 131-144.
- Ortiz, J.E. (2000): *Evolución paleoclimática durante el Pleistoceno de la mitad sur de la Península Ibérica mediante el estudio paleontológico y geoquímico de ostrácodos de la cuenca de Cúllar-Baza (Granada, España)*. Tesis Doctoral, Univ. Politécnica de Madrid, 567 p.
- Ortiz, J.E., Torres, T., Llamas, J.F., Canoira, L., García-Alonso, P., García de la Morena, M.A., y Lucini, M. (2000): Dataciones de algunos yacimientos paleontológicos de la cuenca de Guadix-Baza (sector de Cúllar-Baza, Granada, España) y primera estimación de edad de la apertura de la cuenca mediante el método de racemización de aminoácidos. *Geogaceta*, 28: 109-112.
- Ortiz, J.E., Torres, T., Delgado, A., Julià, R., Llamas, F.J., Soler, V., y Delgado, J. (2004): Numerical dating algorithms of aminoacid racemization ratios analyzed in continental ostracodes of the Iberian Peninsula (Spain). Application to Guadix-Baza basin (southern Spain). *Quaternary Science Reviews*, 23(5-6): 717-730.
- Peña, J.A. (1985): La Depresión de Guadix-Baza. *Estudios Geológicos*, 41: 33-46.
- Torres, T., Ortiz, J.E., Alcalde, C., Badal, E., Castroviejo, R., Cobo, R., Chacón, E., Delgado A., Demoustier, A., Fernández-Gianotti, J., Figueiral, I., García-Amorena, I., García-Martínez, M.J., Llamas, J.F., Julià, R.; Postigo, J.M., Rubiales, J.M., Reyes, E., Sepherd, T., Soler, V. y Valle, M. (2003): *Evolución paleoambiental de la mitad sur de la Península Ibérica. Aplicación a la evaluación del comportamiento de los repositorios de residuos radiactivos*. ENRESA, publicación técnica 04: 173 p.
- Vera, J.A. (1970): Estudio estratigráfico de la Depresión de Guadix-Baza. *Boletín del Instituto Geominero de España*, 81: 429-462.