

El límite Pleistoceno – Holoceno en el yacimiento arqueológico de la Cueva de Nerja (Málaga, España): nuevas aportaciones cronoestratigráficas y paleoclimáticas

The Pleistocene – Holocene boundary at the Nerja Cave archaeological site (Málaga, Spain): new chronostratigraphical and palaeoclimatological contributions

Jesús Francisco Jordá Pardo⁽¹⁾ y Joan Emili Aura Tortosa⁽²⁾

⁽¹⁾ Laboratorio de Estudios Paleolíticos. Departamento de Prehistoria y Arqueología. UNED. Paseo Senda del Rey, 7. E-28040 Madrid (España). jjorda@geo.uned.es

⁽²⁾ Departamento de Prehistòria i Arqueologia. Universitat de València. Avda. Blasco Ibañez, 28. E-46001 València (España). emilio.aura@uv.es

ABSTRACT

During the Late Upper Pleistocene and the Lower and Middle Holocene an important sedimentary record was deposited in the ancient entry of Nerja Cave (Málaga, Spain). The 41 calibrated valid ¹⁴C dates obtained from this record show a chronological spread between 30 and 3,6 ky. cal. BP for the archaeological record of Nerja Cave. This large stratigraphic record constitutes one of the most important archaeological and palaeobiological sequences of the western Mediterranean, which contains remains of the Gravettian, Solutrian, Magdalenian, Epipaleolithic, Neolithic and Cooper Age. In this paper we establish a narrower correlation between the main palaeoclimatological events detected in Alborán Sea and the sedimentary and occupational episodes of the cave.

Key words: Nerja Cave, archaeological record, radiocarbon, Palaeoclimatology, Chronostratigraphy

Geogaceta, 46 (2009), 95-98

ISSN: 0213683X

Introducción

La Cueva de Nerja está situada en la localidad de Maro (Nerja, Málaga) (Fig. 1), a 1 km de distancia de la línea de costa (UTM 30S VF26, $x=424.695$, $y=4.069.025$) y a 158 m de altitud. La cavidad se localiza en el borde SO de Sierra Almijara y se desarrolla sobre los mármoles dolomíticos de edad triásica de la unidad superior del Manto de La Herradura (Complejo Alpujarride, Cordillera Bética) (García-Dueñas y Avidad, 1981), equivalente al Manto de Almijara (Sanz de Galdeano, 1986). Unos metros al S de la entrada a la cueva, se extiende el abanico aluvial de Maro de edad Pleistoceno inferior-medio (Guerra-Merchán y Serrano, 1993; Jordá, 2004). El interior de la cueva y sus depósitos, tanto detríticos como químicos, han sido intensamente estudiados (p.e.: Durán *et al.*, 1993, 2002).

Las actuales galerías cercanas a la paleoentrada contienen un importante yacimiento arqueológico que se extiende por las salas de la Mina, el Vestíbulo y la Torca (Fig. 1), cuya secuencia sedimentaria comprende el Pleistoceno superior final y gran parte del Holoceno. Diferentes aspectos de esta secuencia han sido tratados en numerosas publicaciones, cuya relación *in*

extensum puede consultarse en Villalba *et al.* (2007). A partir de la correlación de las secuencias litoestratigráficas y arqueológicas de la Mina y el Vestíbulo hemos obtenido la secuencia estratigráfica sintética del yacimiento (Fig. 2), en la que hemos distinguido doce etapas de sedimentación y erosión que corresponden a siete unidades litoestratigráficas y a cinco discontinuidades estratigráficas que las separan (Jordá *et al.*, 1990).

Antecedentes, objetivos y metodología

En la 9ª Sesión Científica de la SGE celebrada el 23/02/1990 en la Universidad de Zaragoza presentamos el trabajo titulado «El límite Pleistoceno-Holoceno en el yacimiento de la Cueva de Nerja (Málaga)» (Jordá *et al.*, 1990), en donde planteamos una primera interpretación cronoestratigráfica de los depósitos cuaternarios del Vestíbulo y la Mina, haciendo especial énfasis en la posición del límite Pleistoceno-Holoceno.

Coincidiendo con el 50 aniversario del descubrimiento de la Cueva de Nerja (12/01/1959), creemos conveniente actualizar el trabajo que publicó *Geogaceta* hace casi veinte años, a la luz de los nuevos datos que disponemos sobre el registro sedimentario, arqueológico, radiométrico y

paleobiológico de las salas de la paleoentrada de la Cueva de Nerja y de las nuevas metodologías de análisis e interpretación existentes.

A partir de muestras tomadas en los depósitos arqueológicos de la Cueva de Nerja,

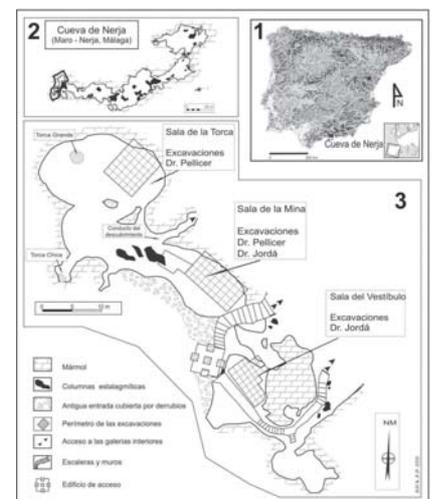


Fig. 1.- Situación geográfica y plano de la Cueva de Nerja, con indicación de la posición de las salas de la paleoentrada.

Fig. 1.- Geographical location and map of the Nerja Cave, with indication of the ancient entry halls.

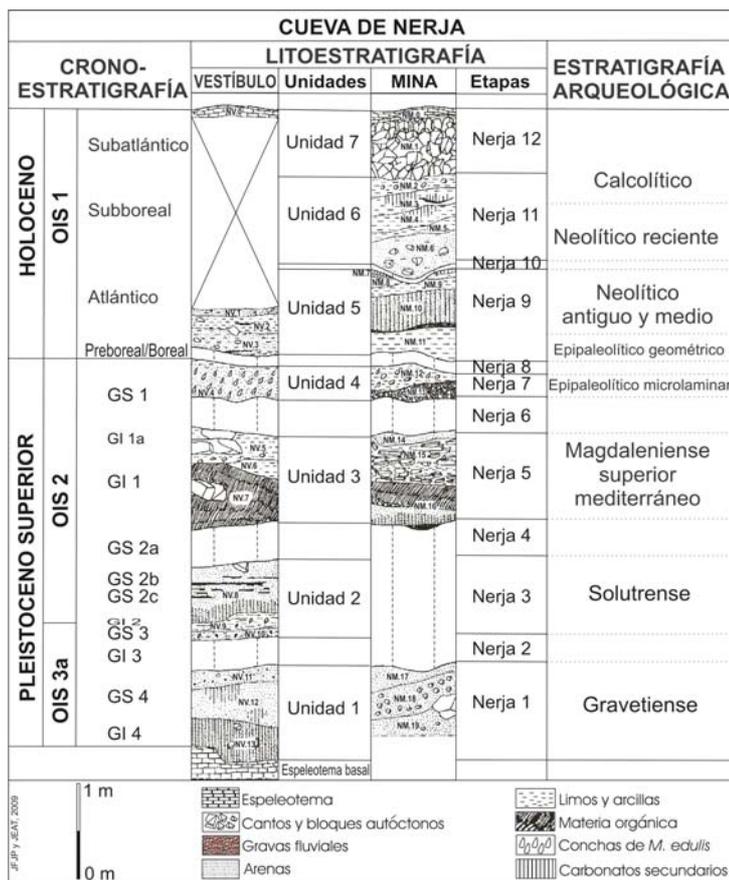


Fig. 2.- Cueva de Nerja: litoestratigrafía, estratigrafía arqueológica y cronoestratigrafía de las secuencias sedimentarias de las salas del Vestíbulo y de la Mina.

Fig. 2.- Nerja Cave: lithostratigraphy, archaeological stratigraphy and chronostratigraphy of the sedimentary sequences of Vestibulo and Mina halls.

diferentes equipos de investigación han obtenido 70 dataciones ¹⁴C (Jordá y Aura, 2006, 2008; Sanchidrián y Márquez, 2005), que una vez sometidas a un análisis de validez se reducen a 41 fechas válidas (Jordá y Aura, 2008). Las fechas válidas las hemos sometido a calibración utilizando la curva de calibración CalPal 2007 Hulu del software CalPal (junio 2007) (Weninger et al., 2007) y los intervalos cronológicos que ofrecen las fechas calibradas los calculamos con la máxima probabilidad (2σ).

Además, con objeto de situar con precisión la secuencia arqueológica de la Cueva de Nerja en la escala cronoestratigráfica del Cuaternario manejada actualmente, que se articula en estadios fríos o *Greenland Stadial* (GS) e interestadios cálidos o *Greenland Interstadial* (GI) (Björck et al., 1998; Lowe et al., 2008), hemos comparado mediante el software CalPal las curvas de probabilidad acumulada de las fechas ¹⁴C calibradas con diferentes *proxies* de alta resolución, como la curvas δ¹⁸O GISP2 Hulu Age Model (Grootes et al., 1993; Stuiver et al., 1993; Meese et al., 1994; Sowers et al., 1993) y SST MD95-2043 obtenida en el Mar de Alborán (Cacho et al., 2001). La reciente definición del límite Pleistoceno-Holoceno, fijada en 11700 años b2k (*before AD 2000*) con un error (2σ) estimado de ± 99 años (Walker et al., 2008), y las nuevas dataciones ¹⁴C con que contamos

(Jordá y Aura, 2006, 2008), nos permiten situar con precisión la posición del límite Pleistoceno-Holoceno en la secuencia de la Cueva de Nerja.

Cronoestratigrafía y paleoclimatología

Las 41 dataciones ¹⁴C calibradas (Vestíbulo, Mina y Torca) (Jordá y Aura, 2006, 2008) sitúan claramente la secuencia estratigráfica de la Cueva de Nerja en el Pleistoceno superior final y en el Holoceno inferior y medio (Fig. 2), abarcando los momentos finales del estadio isotópico 3a (OIS 3a), el OIS 2 y la mitad del OIS 1.

La secuencia estratigráfica conocida comienza con la sedimentación de los niveles inferiores del Vestíbulo (NV13, NV12 y NV11; Jordá et al., 1990) (Fig. 2) que constituyen la Unidad 1 (etapa Nerja 1) y que descansan sobre un potente espeleotema en el que se ha labrado el pasillo de acceso a las galerías turísticas. Las tres dataciones ¹⁴C validas de esta unidad (Jordá y Aura, 2009), una vez calibradas, la sitúan entre 30180 y 28580 cal. BP. Esta etapa de sedimentación de características frías podemos correlacionarla con el final del OIS 3a, en un momento coincidente con el final del evento de Heinrich 3 (H3) que abarcaría el GS 5 y el GI 4. Para el momento representado por Nerja 1, la temperatura de la superficie del mar (TSM) en el Mar de Alborán

estaría situada entre 10° y 14° C (Cacho et al., 2001) (Fig. 3), con un descenso por debajo de los 10° C –el mínimo de toda la secuencia de la Cueva de Nerja– en el último episodio frío del OIS 3a. La Unidad 1 engloba restos de industrias líticas y óseas relacionables con el Gravetiense, cuya intensidad aumenta hacia el techo. En su tramo basal (NV13) detectamos coprolitos atribuidos a *Crocota crocuta spelaea* que indican la ausencia de humanos en la cavidad en los primeros momentos del registro sedimentario (Arribas et al., 2004). La secuencia del Vestíbulo continua con un hiato estratigráfico, estimado entre 1000 y 2700 años y generado por un proceso erosivo que se observa en la secuencia litoestratigráfica. Este hiato, denominado etapa Nerja 2 (Jordá et al., 1990), separa la Unidad 1 de la suprayacente, y se puede relacionar con el episodio de características interestadiales GI 3 y el inicio del estadal frío GS 3 (Aura et al., 2006). Bajo estas condiciones se constata una reactivación kárstica, ligada a una mayor humedad, responsable de la erosión que afecta al techo de la Unidad 1 y la posterior carbonatación secundaria de ésta.

Tras este hiato, un nuevo episodio sedimentario tiene lugar en el Vestíbulo, representado por los niveles de la Unidad 2 (NV10, NV9, NV8; Jordá et al., 1990) (Fig. 2) depositados durante la etapa Nerja 3, que se extiende entre 25810 y 18930 cal. BP, lapso de tiempo de características frías, pero no rigurosas, con TSM en Alborán de 12/13° C (Cacho et al., 2001) (Fig. 3). Según nuestra reciente interpretación (Aura et al., 2006) la sedimentación de los dos niveles inferiores (NV10 y NV9), estaría situada en pleno episodio frío GS 3. Por encima de este episodio, el análisis estratigráfico permite reconocer un contacto erosivo entre NV9 y NV8, mientras que el sedimentológico indica que la formación de NV8 también se produjo bajo un clima ligeramente frío y húmedo que tiende a la aridez hacia el techo (Aura et al., 2006). Este hiato *intra* Unidad 2 podría correlacionarse con GI 2, mientras que el tramo superior de la Unidad 2, NV8, podría serlo con GS 2c. Los materiales arqueológicos de esta unidad son del Solutrense. Continua la secuencia con un nuevo hiato estratigráfico (etapa Nerja 4) producido por el desarrollo de procesos erosivos unidos a una posible ausencia de sedimentación (Jordá et al., 1990), que derivan en la inexistencia de un máximo de 4000 años del registro en el Vestíbulo. Este hiato corresponde a la pulsación fría del inicio del estadio GS 2a, con TSM en Alborán en torno a los 10° C (Cacho et al., 2001) (Fig. 3).

El siguiente episodio sedimentario (Unidad 3, etapa Nerja 5) (Jordá et al., 1990) detectado en el Vestíbulo, la Mina y

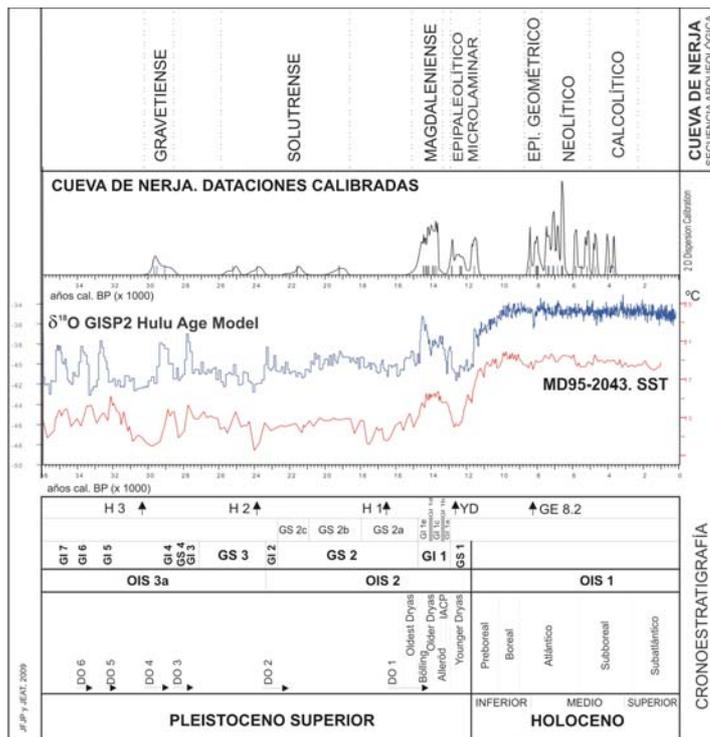
la Torca, está comprendido entre 14860 y 13570 cal. BP. Esta etapa sería coincidente con el GI 1 o interstadio Tardiglaciario de características climáticas templadas, que precede a la crisis climática del GS 1 o *Younger Dryas*. El nivel NM15, que se caracteriza por la gran acumulación de gelifractos, es uno de los momentos más fríos de la secuencia de Nerja y podría correlacionarse con el episodio frío GI 1b o *Intra-Alleröd Cold Period* (IACP) de breve duración, con TSM en Alborán en torno a 12/14° C (Cacho *et al.*, 2001) (Fig. 3). Estas características más frías se verifican por la existencia de una vegetación arbustiva abierta (Badal, 2001) y por la aparición de especies ornitológicas de ambientes igualmente fríos (Eastham, 1986). La etapa Nerja 5 finalizaría con la sedimentación del NM14 y NV5 (Jordá *et al.*, 1990), de características templadas, durante el GI 1a. La etapa Nerja 5 presenta una ocupación humana del Magdaleniense Superior Mediterráneo con arpones.

Una nueva fase erosiva de carácter fluvial (etapa Nerja 6) elimina unos 600 años de registro, da paso a una nueva sedimentación (Unidad 4, etapa Nerja 7) caracterizada por la gran acumulación de restos de *Mytilus edulis* en las secuencias de Mina y Vestíbulo que llega a configurar en esta última sala un auténtico conchero de origen antrópico (Jordá *et al.*, 1990). Además, esta unidad contiene fauna marcadamente fría, como el bivalvo noratlántico *Pecten maximus*, *Melanogrammus aeglefinus*, especie ictiológica de la familia Gadidae actualmente en las costas de Noruega, y *Pinguinus impennis*, especie propia del Atlántico Norte en épocas históricas (Aura *et al.*, 2002). Esta etapa se extiende temporalmente entre 12980 y 11360 cal. BP, periodo de tiempo que coincide con el estadio frío que culmina el OIS 2 y el Pleistoceno superior, el GS 1 o *Younger Dryas*. El final de esta etapa llega hasta los momentos fríos iniciales del OIS 1, ya en los inicios del Holoceno. En estos momentos la TSM en Alborán alcanzaría un mínimo de 12° C (Cacho *et al.*, 2001) (Fig. 3). La Unidad 4, con una ocupación humana del Epipaleolítico microlaminar, corresponde a los últimos momentos del Pleistoceno superior representados por el *Younger Dryas* y al inicio del Holoceno, teniendo en cuenta la reciente definición de la base de este (Walker *et al.*, 2008). Estos depósitos se ven afectados por una nueva fase erosiva, responsable de un hiato estratigráfico (etapa Nerja 8) (Jordá *et al.*, 1990) que se extiende durante 4430 años durante el periodo del Holoceno inferior que culmina con el enfriamiento del evento 8.2 (Weninger *et al.*, 2006).

Sigue la secuencia con la sedimentación de la Unidad 5 (etapa Nerja 9) (Jordá

Fig. 3.- Interpretación cronológica y paleoclimática de los depósitos arqueológicos de la Cueva de Nerja.

Fig. 3.- Chronological and palaeoclimatological interpretation of the Nerja Cave archaeological deposits.



et al., 1990) con restos de una ocupación del Epipaleolítico geométrico/Mesolítico, que se sitúa en la horquilla 8550 y 7950 cal. BP, en pleno óptimo térmico del Holoceno medio, en la base de la cronozona Atlántico, con TSM en Alborán alrededor de 18/19° C (Cacho *et al.*, 2001) (Fig. 3). A partir de este momento prosigue la sedimentación en las tres salas y las interrupciones en el registro son apenas perceptibles. La secuencia continúa con niveles que contienen materiales del Neolítico antiguo y medio situados en la horquilla 8190-6940 cal. BP, correspondientes a los tramos superiores de la etapa sedimentaria Nerja 9 (Unidad 5) (Jordá *et al.*, 1990), situados en la parte media-superior de la cronozona Atlántico, con TSM en Alborán de 19°/20° C (Fig. 3). Sobre la Unidad 5 existe en la secuencia de la Mina una cicatriz erosiva (etapa Nerja 10), que da paso a la sedimentación de la Unidad 6 (etapa Nerja 11), con materiales del Neolítico reciente, cuya cronología se extiende entre 6900 y 5060 cal. BP, en el tramo final de la cronozona Atlántico y comienzo de la Subboreal, dentro del Holoceno medio, con un suave descenso de la TSM en Alborán situada sobre los 19,5/18,5° C (Fig. 3). A techo de esta unidad se encuentran los niveles del Calcolítico, que en la Torca tienen una cronología comprendida entre 4830-3600 cal. BP en la cronozona Subboreal, con TSM en Alborán de 19°/19,5° C (Fig. 3). Sobre estos depósitos, en la Sala de la Mina y posiblemente también en el Vestíbulo, descansa la Unidad 7 constituida por una brecha coronada por una corteza estalagmítica bandeada

(etapa Nerja 12) (Jordá *et al.*, 1990), desarrollada al final del Subboreal o al inicio del Subatlántico, durante una nueva pulsación templada con TSM en Alborán de 18°/19° C (Fig. 3) hacia el cambio de era, ya en el Holoceno superior.

Conclusiones

El registro sedimentario de las salas de la paleoentrada de la Cueva de Nerja se desarrolla entre los últimos momentos del Pleistoceno superior final y el Holoceno medio y abarcan los momentos finales del OIS 3, el OIS 2 y la mitad del OIS 1. Con una mayor precisión, podemos situar el inicio de la sedimentación de los depósitos de Nerja inmediatamente después del evento de Heinrich 3 (H3), desde el complejo interstadial GI 4 hasta el Subboreal, con doce etapas de erosión y sedimentación que presentan cinco episodios ocupacionales bien definidos separados por hiatos de mayor o menor duración (Jordá *et al.*, 1990; Jordá y Aura, 2006, 2008).

El tiempo registrado en la Cueva de Nerja se extiende entre 29600 y 3940 años cal. BP, intervalo que, salvando los hiatos explicados anteriormente, supone 25660 años en los que, tras las trazas de la presencia de hiénidos sobre el espeleotema basal de la secuencia del Vestíbulo, poblaciones de *Homo sapiens* ocuparon la cueva de manera discontinua con momentos de intensa ocupación y momentos de abandono. Hasta el momento, no se han recuperado evidencias de Paleolítico medio, por lo que no es posible plantear una ocupación por parte de

los últimos Neandertales. Las primeras ocupaciones humanas descritas se corresponden con industrias líticas y óseas relacionables con el Gravetiense occidental.

En ese amplio registro destaca la clara identificación del límite Pleistoceno-Holoceno, que ya habíamos apuntado hace veinte años (Jordá *et al.*, 1990). En aquella ocasión situamos el límite en la parte media de la Unidad 4, en el seno del conchero antrópico que constituye esta unidad. En la actualidad, con las nuevas dataciones ¹⁴C disponibles y la revisión geoarqueológica de las secuencias litoestratigráficas del Vestíbulo y de la Mina, podemos situarlo con mayor precisión en el techo de la Unidad 4 e incluso en la cicatriz erosiva que separa las Unidades 4 y 5, cicatriz que corresponde a la etapa Nerja 8, cuyo carácter erosivo se identifica claramente en el registro del Vestíbulo y de la Mina.

Los materiales de la Unidad 4, constituidos básicamente por una acumulación antrópica de conchas de *Mytilus edulis* se depositaron durante la última gran pulsación fría del Pleistoceno superior, el GS 1 o *Younger Dryas*, hecho esté corroborado, no solo por las dataciones ¹⁴C disponibles, si no también por el carácter marcadamente frío de la fauna que contiene. Este depósito constituye uno de los mayores concheros descritos para esta cronología, englobando también uno de los contextos de restos de foca mediterránea más interesantes del sur de Europa (Pérez y Raga, 1998).

La erosión representada por la etapa denominada Nerja 8 deja un vacío sedimentario estimado en casi 4500 años que corresponde a la base del Holoceno y comprende las cronozonas Preboreal y Boreal. Durante ese periodo de tiempo, en el que la cueva no tiene ocupación humana, se produce un atemperamiento climático que se interrumpe de forma brusca y rápida por el evento 8.2, de carácter frío-árido, para dar paso a un nuevo atemperamiento en la cronozona Atlántico durante la cual se deposita la Unidad 5, de nuevo asociada a presencia antrópica.

Finalmente, un aspecto importante, que se deriva del estudio detallado de los depósitos que colmatan la paleoentrada del la Cueva de Nerja, es la verificación de la hipótesis ya esgrimida por nosotros de que las diferentes salas de la antigua entrada de la Cueva de Nerja configuran un único yacimiento (Jordá y Aura, 2006, 2008). En este espacio original y único, donde se desarrollaron las ocupaciones humanas, la acreción vertical producida por los procesos de sedi-

mentación naturales y antrópicos ha dado lugar a varias salas por contacto de los sedimentos con el techo rocoso de la cavidad.

Agradecimientos

A todos los investigadores que a lo largo de los últimos veinte años han participado en el estudio de los materiales recuperados en las excavaciones del Prof. F. Jordá Cerdá (1979-1987). Al Dr. Bernhard Weninger de la Universität zu Köln, que nos proporcionó la versión de CalPal que incluye a petición nuestra la curva SST MD95-2043. A los editores y revisores anónimos cuyos comentarios han contribuido a la mejora del trabajo.

Referencias

- Arribas, A., Aura, J.E., Carrión, J.S., Jordá, J.F. y Pérez-Ripoll, M. (2004). *Revista Española de Paleontología*, 19 (1), 109-121.
- Aura, J.E., Jordá, J.F. y Fortea, F.J. (2006). *Zephyrus*, 59, 67-88.
- Aura, J.E., Jordá, J.F., Pérez-Ripoll, M., Rodrigo, M.J., Badal, E. y Guillém, P. (2002). *Quaternary International*, 93-94, 19-30.
- Badal, E. (2001). En: *De Neandertales a Cromañones. El primer poblamiento en tierras valencianas* (V. Villaverde, Dir.). Universitat de València, 101-104.
- Björck, S., Walker, M.J.C., Cwynar, L.C., Johnsen, S., Knudsen, K.L., Lowe, J.J., Wohlfarth, B. e Intimate-Members (1998). *Journal of Quaternary Science*, 13, 283-292.
- Cacho, I., Grimalt, J.O., Canals, M., Saffi, L., Shackleton, N.J., Schönfeld, J. y Zahn, R. (2001). *Paleoceanography*, 16 (1), 40-52.
- Durán, J.J., Grün, R. y Ford, D. (1993). En: *Geología de la Cueva de Nerja* (F. Carrasco, Ed.). Trabajos sobre la Cueva de Nerja, 3, 231-248.
- Durán, J.J., López-Martínez, J., Andreo, B., Carrasco, F., Jiménez, C., Caballero, E. y Julià, R. (2002). *Geogaceta*, 31, 65-70.
- Eastham, A. (1986). En: *La Prehistoria de la Cueva de Nerja* (J.F. Jordá, Ed.). Trabajos sobre la Cueva de Nerja, 1, 107-131.
- García-Dueñas, V. y Avidad, J. (1981). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 1.055 (Motril)*. I.G.M.E.
- Guerra-Merchán, A. y Serrano, F. (1993). En: *Geología de la Cueva de Nerja* (F. Carrasco, Ed.). Trabajos sobre la Cueva de Nerja, 3, 53-90.
- Grootes, P.M., Stuiver, M., White, J.W.C., Johnsen, S. y Jouzel, J. (1993). *Nature*, 366, 552-554.
- Jordá, J.F. (2004). *Zona Arqueológica*, 4, 52-71.
- Jordá, J.F. y Aura, J.E. (2006). *Zona Arqueológica*, 7 (1), 578-597.
- Jordá, J.F. y Aura, J.E. (2008). *Espacio, Tiempo y Forma, Serie I. Nueva Época. Prehistoria y Arqueología*, 1, 253-269.
- Jordá, J.F., Aura, J.E. y Jordá, F. (1990). *Geogaceta*, 8, 102104.
- Lowe, J.J., Rasmussen, S.O., Björck, S., Hoek, W.Z., Steffensen, J.P., Walker, M.J.C., Yu, Z.C. e INTIMATE group (2008). *Quaternary Science Reviews*, 27, 6-17.
- Meese, D., Alley, R., Gow, T., Grootes, P.M., Mayewski, P., Ram, M., Taylor, K., Waddington, E y Zielinski, G. (1994). *CRREL Special Report*, 94-1. Cold Regions Research and Engineering Laboratory, 66 p.
- Pérez Ripoll, M. y Raga, J.A. (1998). En: *Las Culturas del Pleistoceno Superior en Andalucía* (J.L. Sanchidrián y M.D. Simón, Eds), 251-275.
- Sanchidrián, J.L. y Márquez, A.M. (2005). En: *IV Simposio de Prehistoria Cueva de Nerja*. (J.L. Sanchidrián, A.M. Márquez y J.M. Fullola, Eds.), 272-282.
- Sanz de Galdeano, C. (1986). *Estudios Geológicos*, 42, 281-289.
- Sowers, T., Bender, M., Labeyrie, L., Martinson, D., Jouzel, J., Raynaud, D., Pichon, J.J. y Korotkevich, Y.S. (1993). *Paleoceanography*, 8, 737-766.
- Stuiver, M. y Becker, B. (1993). *Radiocarbon*, 35 (1), 35-65.
- Villalba, M.P., Jordá, J.F. y Aura, J.E. (2007). *Cuaternario y Geomorfología*, 21(3-4), 133-148.
- Walker, M., Johnsen, S., Rasmussen, S.O., Steffensen, J.-P., Popp, T., Gibbard, P., Hoek, W., Lowe, J., Andrews, J., Björck, S., Cwynar, L., Hughen, K., Kershaw, P., Kromer, B., Litt, T., Lowe, D.J., Nakagawa, T., Newnham, R. y Schwander, J. (2008). *Episodes*, 31 (2), 2008 (on line).
- Weninger, B., Alram-Stern, E., Bauer, E., Clare, L., Danzeglocke, U., Jöris, O., Kubatzki, C., Rollefson, G., Todorova, H. y van Andel, T. (2006). *Quaternary Research*, 66, 401-420.
- Weninger, B., Jöris, O. y Danzeglocke, U. (2007). *Glacial radiocarbon age conversion. Cologne radiocarbon calibration and palaeoclimate research package <CALPAL> User manual*. www.calpal.de, Universität zu Köln, Institut für Ur- und Frühgeschichte. Köln.