

CAMBIOS AMBIENTALES DURANTE EL HOLOCENO EN EL VALLE MEDIO DEL EBRO: SUS IMPLICACIONES ARQUEOLOGICAS

A. C. STEVENSON(1); M. G. MACKLIN (1); J. A. BENAVENTE (2),
C. NAVARRO (2); D. PASSMORE (1) & B. A. DAVIS (1).

(1) Departamento de Geografía, Universidad de Newcastle,
Newcastle upon Tyne, NE1 7RU, UK.

(2) Taller de Arqueología de Alcañiz, Apdo. 127, Alcañiz, Teruel.

Resumen. A través de un estudio interdisciplinar desarrollado en los últimos años por un equipo de investigación compuesto por palinólogos, geomorfólogos y arqueólogos, se pretenden conocer los cambios ambientales durante el Holoceno en el Valle Medio del Ebro.

Estos cambios medioambientales permiten examinar la relación entre la historia climática, la actividad humana y los procesos sedimentarios sobre una amplia base temporal y espacial.

De forma preliminar, y en espera de resultados de análisis y de ampliación del estudio, se concluye que los sistemas lago-salinos (saladas) y fluviales del área de estudio proporcionan secuencias sedimentarias apropiadas para una reconstrucción paleoambiental de la zona. Las variaciones climáticas y ambientales observadas en los distintos registros debieron incidir de forma importante en la ocupación humana de esa zona habiéndose observado importantes variaciones a lo largo del tiempo en los sectores más intensamente prospectados (área endorreica de Alcañiz).

Se considera necesario, por tanto, aumentar considerablemente los registros arqueológicos, los distintos tipos de análisis y clarificar la interacción entre la actividad humana y los cambios climáticos para llegar a conclusiones más firmes.

Palabras clave: Holoceno, cambios ambientales, áreas endorreicas, Valle del Ebro, C14.

Summary. Sediments within the region's lakes and rivers basins contain a record of Quaternary environmental change and allow unrivalled opportunities to examine the relationships between climate history, human activity and the sedimentary record over a wide spatial and temporal scale.

This study conclusively demonstrates that the Saladas and the river systems of the middle Ebro valley provide suitable sedimentary sequences for palaeoenvironmental studies should considerably enhance regional archaeological records as well as clarifying the impact of human activities on landscapes in northeastern Spain.

Key words: Holocene, environmental changes, saline lake systems, Ebro Valley, C14.

1. Introducción

Existe un creciente interés en la dinámica de cambios medioambientales a largo plazo en áreas semiáridas porque son especialmente aptos para reflejar los cambios climáticos (Melillo *et al.*, 1990, Thornes 1990). El semiárido Valle Medio del Ebro, en el N.E. de España, es una zona muy interesante en este aspecto ya que contiene una serie de cubetas endorreicas y valles fluviales de aluvión y encajados que han sido foco de atracción de poblamiento desde la Prehistoria Reciente (Benavente, 1987, 1988; Benavente *et al.*, 1991).

Se ha sugerido que la deforestación producida como consecuencia de las primeras actividades agrícolas condujo a la erosión del suelo y aceleró la sedimentación en estos sistemas, transformando paulatinamente las lagunas desde productivos ecosistemas de agua dulce en improductivas "saladas" (sistemas lago-salinos) (Benavente, 1984) y causando una significativa sedimentación aluvial en los valles fluviales (Van Zuidam, 1975, 1976). De forma superpuesta, el efecto de cambios climáticos globales ha controlado el tamaño, volumen y calidad de agua de las Saladas, así como la superficie inundada y el límite de agua y de la sedimentación en las cuencas fluviales. En una región con un balance hídrico negativo las cubetas lacustres cerradas constituyen un potente registro paleohidrológico y paleoclimático (Street-Perrot & Roberts, 1983, Fritz, 1990).

Las fluctuaciones en el balance entre la precipitación y la evaporación dan como resultado cambios en el nivel del agua y en la concentración y disolución de las sales. Estas fluctuaciones de salinidad constituyen un registro con respecto a una gama de indicadores paleolinológicos que incluyen el polen (Bradbury *et al.*, 1989), las diatomeas (Bradbury *et al.*, 1989, Gasse *et al.*, 1987) y los ostrácodos (De Deckker & Forester, 1988), la composición de elementos-traza de las valvas de los ostrácodos (Chivas *et al.*, 1986), la geoquímica de los precipitados carbonatados (Last and Scheweyen, 1983) y el particionamiento de isótopos en carbonatos no detríticos (Gasse *et al.*, 1987).

Los sedimentos existentes en las lagunas y cubetas de la región registran los cambios medioambientales en el Cuaternario permitiendo examinar la relación entre la historia climática, la actividad humana y los procesos sedimentarios sobre una amplia base temporal y espacial. Si los registros de salinidad pueden ser establecidos en el área, los cambios hidrogeológicos y climáticos del pasado pueden empezar a ser entendidos y de ahí inferir las respuestas geomorfológicas y de vegetación en el futuro (Houghton *et al.*, 1990).

Este trabajo explora el potencial de un área a través de la información paleoambiental que ofrecen sus lagunas y ríos. Se pretende llegar a conocer la interrelación existente entre los cambios climáticos, la vegetación y la acción antrópica, así como la respuesta medioambiental durante el Holoceno a través de estos indicadores. Para ello se presentan resultados obtenidos en dos diferentes medioambientes sedimentarios: tres cubetas endorreicas y un arroyo, localizados ambos en el Valle medio del Ebro.

2. Area de estudio

El área en estudio (Figura 1), comprendida entre Zaragoza al Oeste, Gandesa al Este, Bujaraloz al Norte y Alcañiz al Sur, experimenta en la actualidad un régimen climático semiárido con una media de precipitación anual de 381 mm y una temperatura media mínima de 5.8º en invierno y una media máxima de 23.7º en verano. Los materiales del Mioceno Inferior, constituidos por arcillas, arenas y conglomerados con intercalaciones de yesos y calizas, son los dominantes en la geología de la zona (Ibañez, 1973, 1975, 1977; IGME 1981).

3. Geoquímica, hidrología y vegetación de lagunas

La naturaleza endorreica de las lagunas junto a la lixiviación selectiva y el desgaste de los niveles de sal y yeso garantiza que la composición química del agua presente una elevada concentración de cloruro sódico y sulfato magnésico. Las distintas características hidrológicas dan como resultado regímenes de inundación diferentes que van desde: 1.- Inundación permanente en la Laguna Salada de Chiprana. 2.- Semi-permanentes, como en la Salada Pequeña de Alcañiz y la Laguna de la Playa de Bujaraloz. 3.- Casi nunca inundadas como la Balsa Salada de Alcañiz.

Esta combinación de composición química del agua y régimen de inundación da como resultado una vegetación dominada por las halófitas *Ruppia spp* y *Potamogeton pectinatus* en las de inundación casi permanente y de *Artemisia Chenopodiaceae* en las semipermanentes y secas.

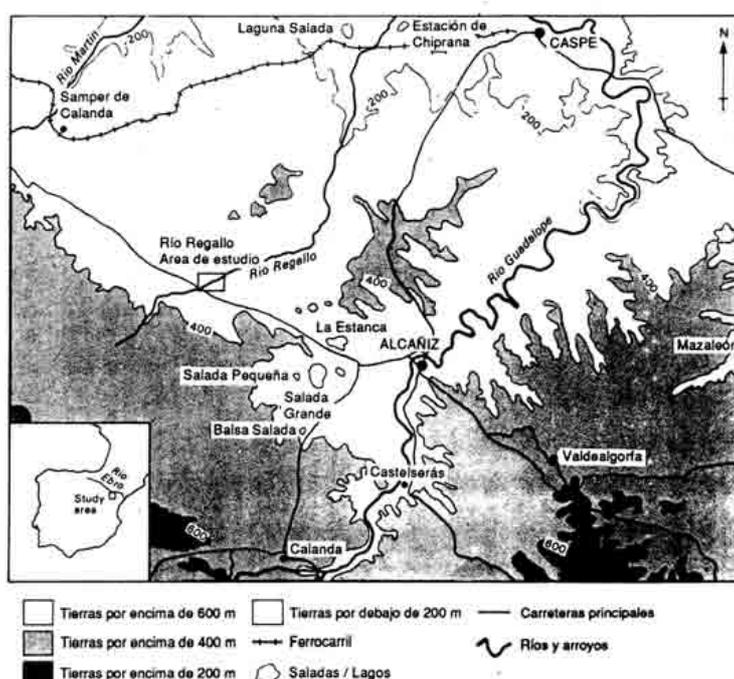


Fig. 1. Área de estudio

4. Vegetación de la zona

Tres tipos principales de vegetación boscosa caracterizan la zona: 1) *Juniperus thurifera*, muy común al norte del área de estudio, especialmente en Los Monegros, 2) Bosque mediterráneo de *Pinus halepensis-Quercus coccifera* y 3) Bosque de *Quercus rotundifolia*, por encima de los 750 m de altitud.

Una intensa actividad agrícola y ganadera ha dado como resultado la restricción de estas áreas boscosas a zonas intermedias rocosas no cultivables y su degradación como consecuencia del pastoreo y quemado (Braun-Blanquet & de Bolós, 1957). A lo largo de los valles fluviales la mayor parte del bosque original ha sido reemplazado por huertos de regadío, sin embargo en algunos sitios la vegetación de las riberas y dentro del cauce consiste en *Phragmites australis*, *Typha angustifolia* y *Tamarix africana*. Para una más exhaustiva descripción veasé Braun-Blanquet & de Bolós (1957).

5. Metodología

Los análisis polínicos en las secuencias sedimentarias de lagos y ríos estuvieron orientados a proporcionar datos sobre la historia vegetal y climática tanto local como regional. Los análisis geoquímicos y de magnetismo mineral fueron llevados a cabo para: 1) Identificar los períodos de aporte sedimentario hacia el interior de la cuenca lacustre, 2) determinar el carácter y procedencia del material erosionado dentro del área de drenaje del río y de la laguna y 3) reconstruir las condiciones químicas del medio sedimentario.

6. Lagunas

Se realizó una prospección inicial de la profundidad de los sedimentos de las varias cubetas endorreicas que se expanden en dirección Norte desde Alcañiz hacia Caspe y Bujaraloz (Figura 1), usando una combinación de barrena de suelo de un alcance de 2 m y extractores de testigo de sondeo Hiller y Livingstone. Se eligieron tres emplazamientos para un estudio posterior de los que se extrajeron sendos testigos de sondeo: 1) Salada Pequeña de Alcañiz, de inundación actual semipermanente, en la que se alcanzan 5.20 m de espesor, 2) Laguna Salada de Chiprana, de inundación actual permanente y con un testigo de 2.9 m hasta la base y 3) Laguna de la Playa, en Bujaraloz, que con una inundación actual semipermanente ofreció 2.3 m de sedimentos analizables. Los testigos de sondeo fueron sometidos a análisis físicos, geoquímicos, biológicos y de paleomagnetismo a intervalos de 2.5 m.

7. Ríos

Un gran número de afluentes de la margen derecha del Ebro fueron prospectados para obtener información acerca de la intensidad y naturaleza de los depósitos sedimentarios en el Holoceno. Uno de ellos, el río Regallo, en el término municipal de Alcañiz, fue examinado con más detalle a lo largo de 1 km, partiendo del denominado Puente del Regallo, sobre la carretera de Alcañiz a Zaragoza. A partir de este punto y aguas abajo, el río presenta un encajonamiento que muestra un corte de 6 m de materiales aluviales holocenos. Se confeccionó un mapa geomorfológico de los depósitos aluviales y se estableció una relación de la altura por perfiles cruzados recogiendo muestras para posteriores análisis granulométricos, geoquímicos y palinológicos.

Además, y previamente a esto, se examinaron las terrazas pleistocenas y holocenas desarrolladas en el río Guadalupe, al Norte de Castelserás, encontrando ocasionalmente en su superficie algunas piezas de sílex paleolíticas. En un punto se encontraron artefactos (probablemente mesolíticos o anteriores) dentro del relleno sedimentario de un paleocanal.

8. Métodos de laboratorio

Se utilizaron submuestras para medir la pérdida por ignición a 450°C de la susceptibilidad magnética (X) y la susceptibilidad magnética dependiente de frecuencia (X_q), los valores se obtuvieron utilizando un medidor de susceptibilidad magnética Bartington (M.S.1). La concentración de sodio, magnesio, calcio, potasio, manganeso, hierro, cadmio, cobre, cinc y plomo se midieron en un Phillips (Pye-Unicam) SP9 AAS usando una llama de aire-acetileno después de una reacción de ácido nítrico. Otras submuestras se utilizaron para la preparación del polen incluyendo una descalcificación inicial en ClH al 10 % antes de seguir el proceso normal de preparación (Moore & Webb, 1978).

9. Reconstrucción paleoambiental de las lagunas

Hasta ahora sólo se han realizado análisis de pólen y geoquímicos estando los registros de restos de diatomeas y ostrácodos todavía en estudio.

Salada pequeña

Aquí sólo se proporcionan unos pocos datos acerca de estas cubetas puesto que una información más amplia se puede encontrar en Stevenson *et al* (1991). La secuencia polínica de la Salada Pequeña proporciona una división tripartita (Figura 2). La parte más profunda contiene polen degradado y en baja concentración (principalmente *Artemisia* y *Chenopodiaceae*) y un alto contenido en cationes así como una alta susceptibilidad magnética. Todo esto sugiere un proceso de sedimentación bajo un régimen pronunciadamente erosivo. La ausencia de taxones halófitos y arbóreos junto con los altos valores de polen de *Chenopodiaceae* sugieren además un clima árido con la cubeta en pocas ocasiones inundada durante más de tres meses al año.

La zona media muestra un cambio en el régimen hidrológico en cuanto que el polen de tipo acuático (*Ruppia*) aparece en gran abundancia y el polen de *Chenopodiaceae* y los valores de cationes y

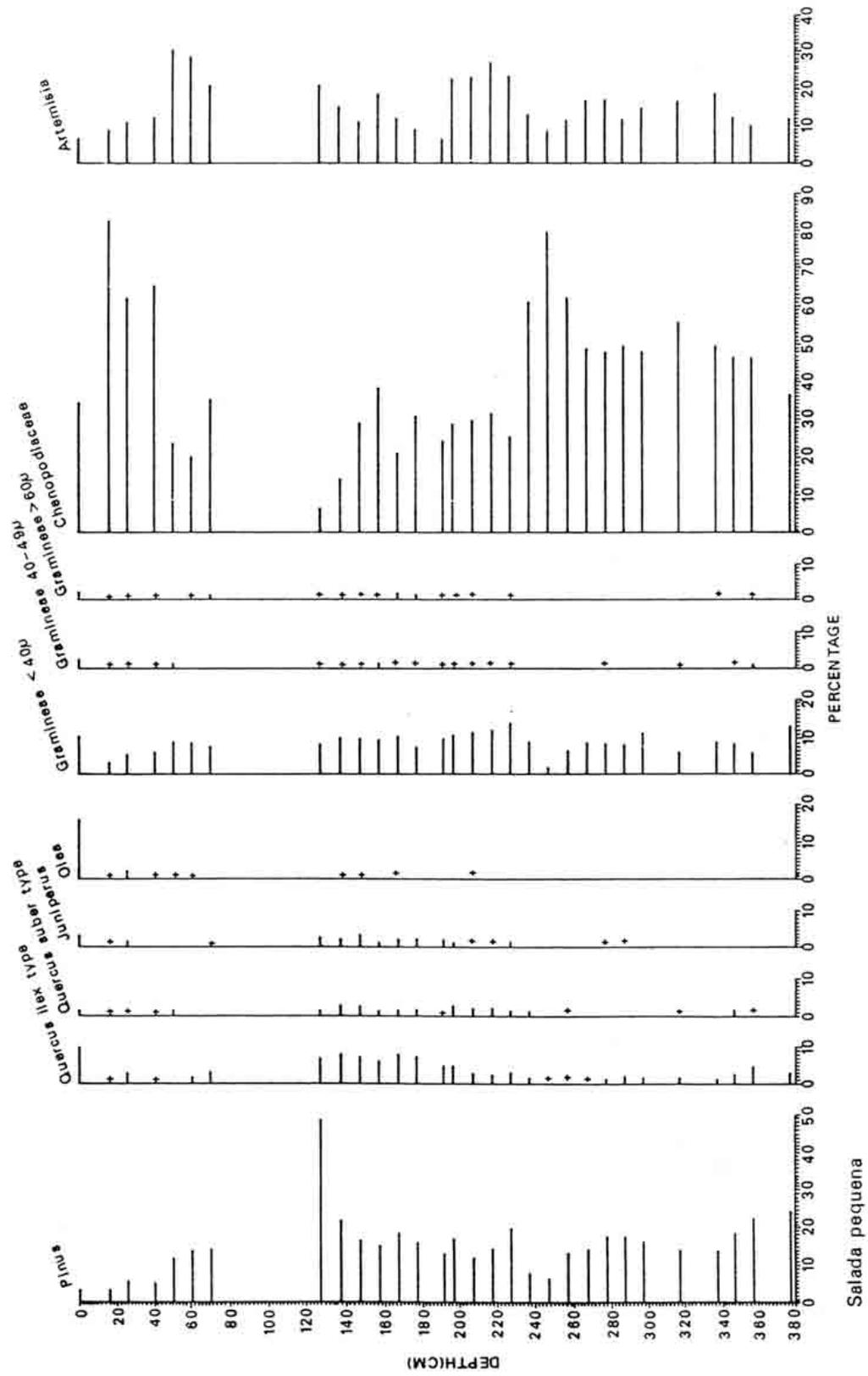


Fig. 2. Salada Pequeña (Alcañiz, Teruel). Diagrama polínico

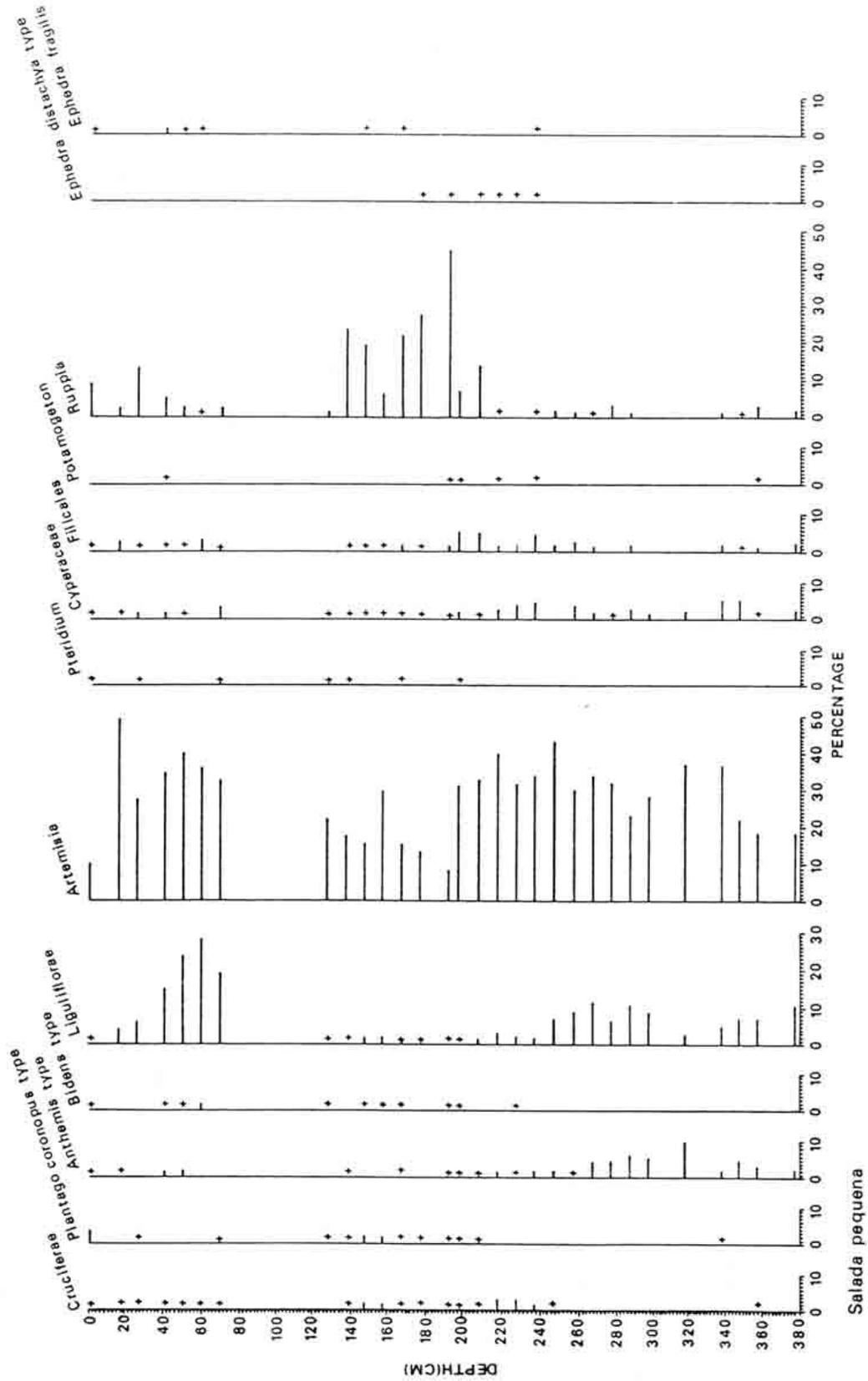


Fig. 2. Salada Pequeña (Alcañiz, Teruel). Diagrama polínico

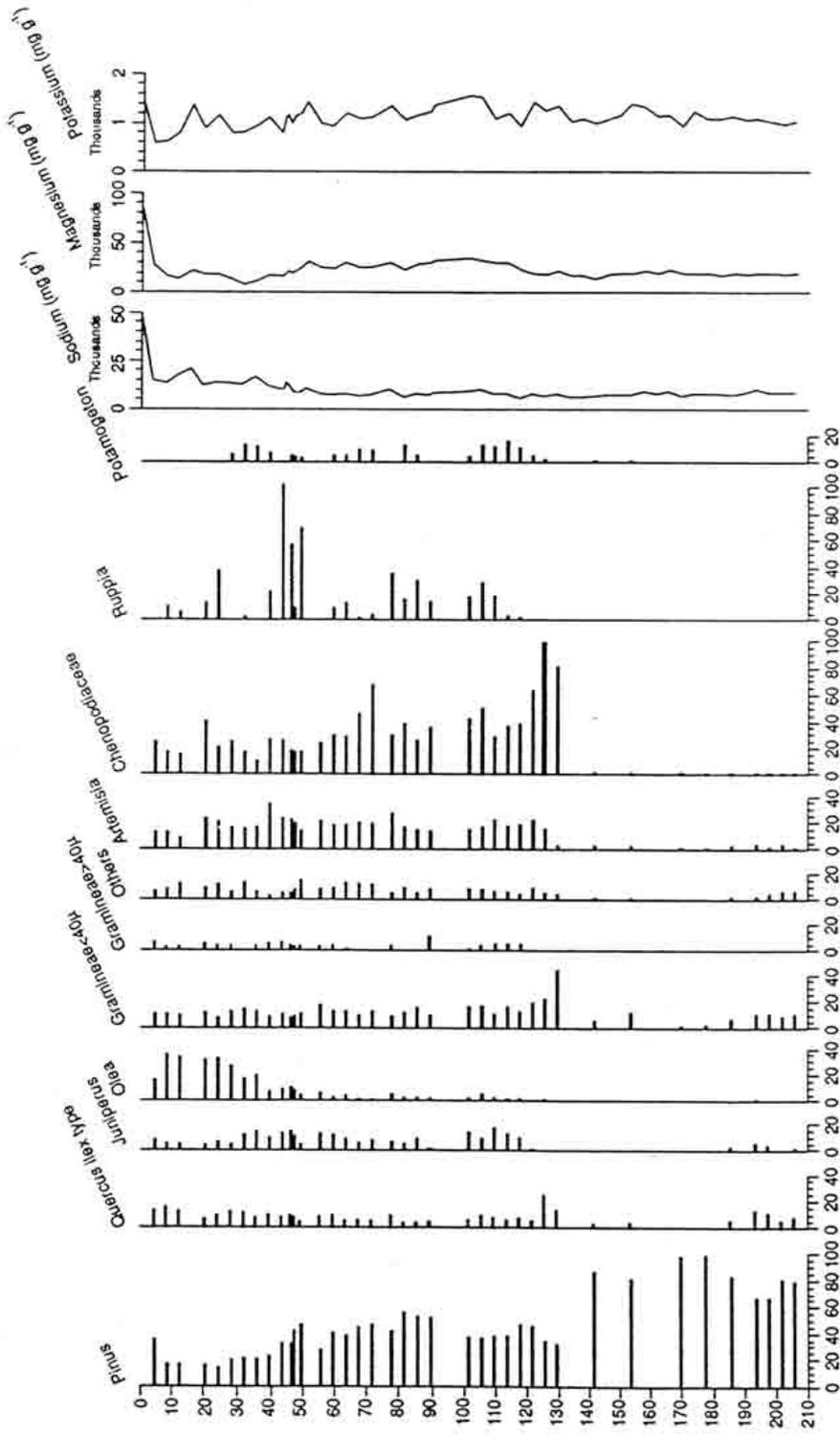


Fig. 3. Laguna Salada (Chiprana, Zaragoza). Diagrama Polínico

susceptibilidad magnética experimentan un descenso. La presencia de *Ruppia* sugeriría un régimen de inundación casi permanente (Verhoeven, 1979) que podría explicar la presencia de polen de gramíneas de grano menor de 60 micras, indicativo del cultivo local de cereales bajo condiciones hidrológicas más favorables. Este período más húmedo parece ser brevemente interrumpido a los 160 cm del testigo de sondeo por condiciones más predominantemente erosivas.

La zona más superficial comienza con un retorno a condiciones de incremento en la aridez, en cuanto que la fase de *Ruppia* se interrumpe bruscamente en una sección del testigo de sondeo que contiene poco y muy degradado polen. La conservación y concentración de polen se incrementa de nuevo a partir de los 70 cm y aquí dominan los taxones halófitos y resistentes a la sequía como *Chenopodiaceae*, *Artemisia* y *Ruderalis*. La curva de *Ruderalis* está compuesta en su mayor parte de *Liguliflorae* conteniendo además *Plantago* y *Rumex*. Esto, junto con la ausencia de cantidades significativas de *Ruppia*, sugieren un retorno a condiciones más áridas y erosivas. Sin embargo, la presencia aunque limitada de *Ruppia* podría sugerir que esta zona no representa un período tan árido como el que se registra en la zona basal. Los pólenes arbóreos, como los del pino, decrecen según se asciende en el testigo de sondeo y reflejan una deforestación continuada dentro del área drenada por la cubeta concomitante con la intensificación de prácticas agrícolas. El cultivo extensivo del olivo, que parece poder situarse en los inicios del siglo XVII, sólo se registra en la parte más superficial del sondeo.

Laguna salada, Chiprana

En la figura 3 se presenta el diagrama de análisis geoquímicos y palinológicos. Aquí también se establece una división tripartita. Los sedimentos de la zona inferior fueron depositados cuando el área drenada por la laguna estaba dominada por un bosque de pino y en la que los taxones xerófilos, como los de *Artemisia*, no aparecen. Poco se puede saber acerca de la naturaleza de la laguna en este periodo debido a la ausencia de pólenes halófilos aunque la ausencia de pólenes de *Chenopodiaceae* que ahora son dominantes en las márgenes de la laguna podrían sugerir condiciones dulceacuícolas.

En la zona media se observa un máximo en la concentración de carbones concomitante con una disminución del pino y un incremento en varios pólenes de tipo ruderal, especialmente *Artemisia*, indicando deforestación y un establecimiento de estepa de *Artemisia* derivado del pastoreo. El incremento asociado de pólenes de *Quercus ilex* y *Juniperus* puede ser lo que influyese en que el bosque de pinos se hiciese más disperso permitiendo un transporte más fácil del polen. Sin embargo puede ser también el resultado de pastoreo y quemado puesto que ambos tipos polínicos podrían derivar de árboles supuestamente favorecidos por tales acciones (*Quercus coccifera*, *Juniperus phoenicea*).

Un dato importante dentro de la cubeta en la evolución de *Potamogeton* y *Ruppia* quizá indicando variaciones en la salinidad de la Laguna ya que *Potamogeton* es característico de condiciones menos salinas que *Ruppia*. Para evaluar la naturaleza de estos cambios se necesita esperar el análisis de restos de ostrácodos y diatomeas y el establecimiento de un registro geocronológico independiente.

En la parte superior se aprecia una mayor reducción del pino probablemente como resultado de deforestación para sustituirlo por el cultivo del olivo cuya expansión generalizada puede situarse en el Bajo Aragón a principios del siglo XVII.

Aunque no se dispone de un marco geocronológico independiente parece ser que los sedimentos de esta cubeta comprenden un período que puede abarcar desde el cambio de era hasta nuestros días. En general, es importante considerar que la historia temprana de la laguna sugiere una importante acción antrópica en las inmediaciones mientras ésta registra una posible secuencia de cambios climáticos cíclicos.

Laguna de la Playa, Bujaraloz

La Laguna de la Playa se divide asimismo en tres zonas distintas (Figura 4). Los sedimentos más profundos (130-110 cm) con altos valores de *Ruppia* fueron depositados bajo condiciones de inundación casi permanente siendo la vegetación del área de captación un bosque abierto de *Juniperus/Pinus*. A partir de los 110 cm se observa un gran incremento en los valores de polen de *Juniperus* que, debido a su baja producción y dispersión (Stevenson, 1985, Birks, 1973) indicaría el establecimiento de una gran población probablemente de *Juniperus thurifera* en las laderas de las colinas adyacentes.

A partir de los 70 cm desaparece *Juniperus* siendo reemplazado por *Pinus* suponiendo un importante descenso de la cobertura vegetal de este taxón en la región. Harrison (comunicación personal) sugiere que

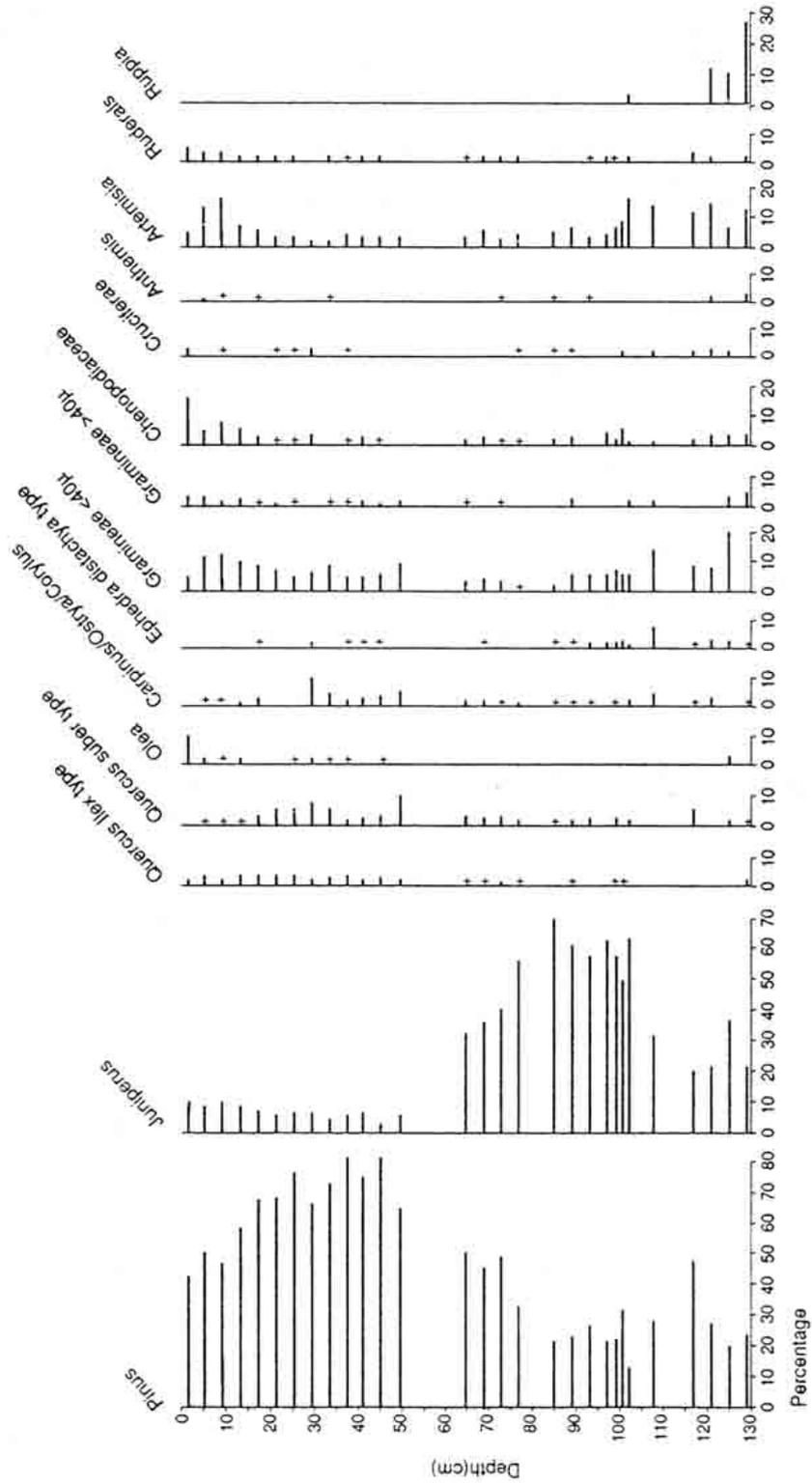


Fig. 4. Laguna de la Playa (Bujaraloz, Huesca). Diagrama Polínico

esta pérdida es el resultado de una deforestación masiva que se sabe tuvo lugar a partir del siglo XIV. Sin embargo es interesante notar que al mismo tiempo aumentan los pólenes del tipo *Quercus suber* (un tipo de polen estrechamente relacionado con *Quercus faginea*) y *Carpinus/Ostrya* indicando que las condiciones climáticas pudieron haber sido más favorables (más húmedas y/o más frescas) en posible relación con la Pequeña Edad de Hielo del Norte y Centro de Europa.

El resto de la zona superior presenta una pérdida de pino relacionada con la expansión de la agricultura. Al contrario que en la Laguna Salada, la expansión del cultivo de olivo del siglo XVII se registra sólo en la parte más alta del testigo.

En principio, se podría sugerir que los sedimentos de esta laguna son más antiguos que los de la Laguna Salada. En general, esta laguna presenta cambios significativos que pueden ser interpretados tanto como resultado de la actividad humana como de cambios climáticos.

Conclusiones

Como se puede observar han tenido lugar importantes cambios en los regímenes tanto de vegetación, climáticos y erosivos en el período cubierto por los testigos de sondeo. En ausencia de un marco geocronológico consistente las implicaciones de estos cambios para las comunidades prehistóricas e históricas de la zona sólo pueden ser objeto de especulación por el momento. Sin embargo los datos disponibles permiten algunas hipótesis que serán posteriormente contrastadas cuando se tengan más datos arqueológicos y geocronológicos. En cuanto a datos arqueológicos hay que decir que la única de estas zonas exhaustivamente prospectada es el área endorreica de Alcañiz-Calanda y por lo que respecta a datos geocronológicos se está a la espera de dataciones por C14 y termoluminiscencia de 18 muestras.

1.- En la Salada Pequeña parece ser que las condiciones fueron más favorables para la ocupación humana entre los 210-110 cm. Posteriormente parece que unas condiciones de mayor aridez condujeron a una inestabilidad en el área y aceleraron la erosión y que esto fue más intenso en el período representado en la parte superior del testigo, posiblemente como consecuencia de una mayor perturbación del área por el hombre de la que había tenido lugar en períodos anteriores. La relación inversa entre el aumento de la humedad y la tasa de acumulación de sedimentos en la cubeta demuestra la crucial importancia de la vegetación en ambientes semiáridos a la hora de prevenir la erosión.

2.- La Laguna Salada registra una expansión del olivo que se cree tuvo lugar en el siglo XVII. Todavía más importante es darse cuenta de que parece ser que hubo una fuerte influencia humana sobre la masa forestal en los primeros tiempos de la historia de La Laguna y de que además se registra una posible secuencia de cambios climáticos cíclicos.

3.- La Laguna de la Playa muestra importantes cambios en la vegetación que pueden ser interpretados como resultado de la acción antrópica pero que sin embargo también podrían representar cambios en el umbral climático.

10. Reconstrucción paleoambiental del río Regallo

La historia sedimentaria y erosiva del río Regallo en el Cuaternario Reciente fue investigada a lo largo de un encajonamiento al sur del "Puente del Regallo" donde un estrechamiento del cauce había producido un profundo arroyo (6.5 m) en el relleno de un fondo de valle aluvial. Una compleja secuencia de sedimentos holocenos aparece bien expuesta en los escarpes del arroyo (Figura 5) en una cantera de gravas cercana que formaron las bases de las investigaciones geomorfológicas, sedimentológicas y palinológicas. Tres problemas fueron investigados: I) la estratigrafía cuaternaria del relleno fluvial; II) su posible significado climático y III) la relación del relleno fluvial con los restos arqueológicos. Una interpretación más completa de estos sedimentos se puede encontrar en Stevenson *et al* (1991).

11. Cronología y control de la aluviación holocena en el río Regallo: implicaciones para la arqueología

Tres ciclos aluviales holocenos de "cut and fill" son evidentes en el río debajo del Puente del Regallo. La mayor erosión del Holoceno inferior y medio (Unidad Viejo) fue seguida por una agradación en el fondo del valle que dió lugar a un nuevo relleno del sustrato del mismo con aluviamiento de materiales de

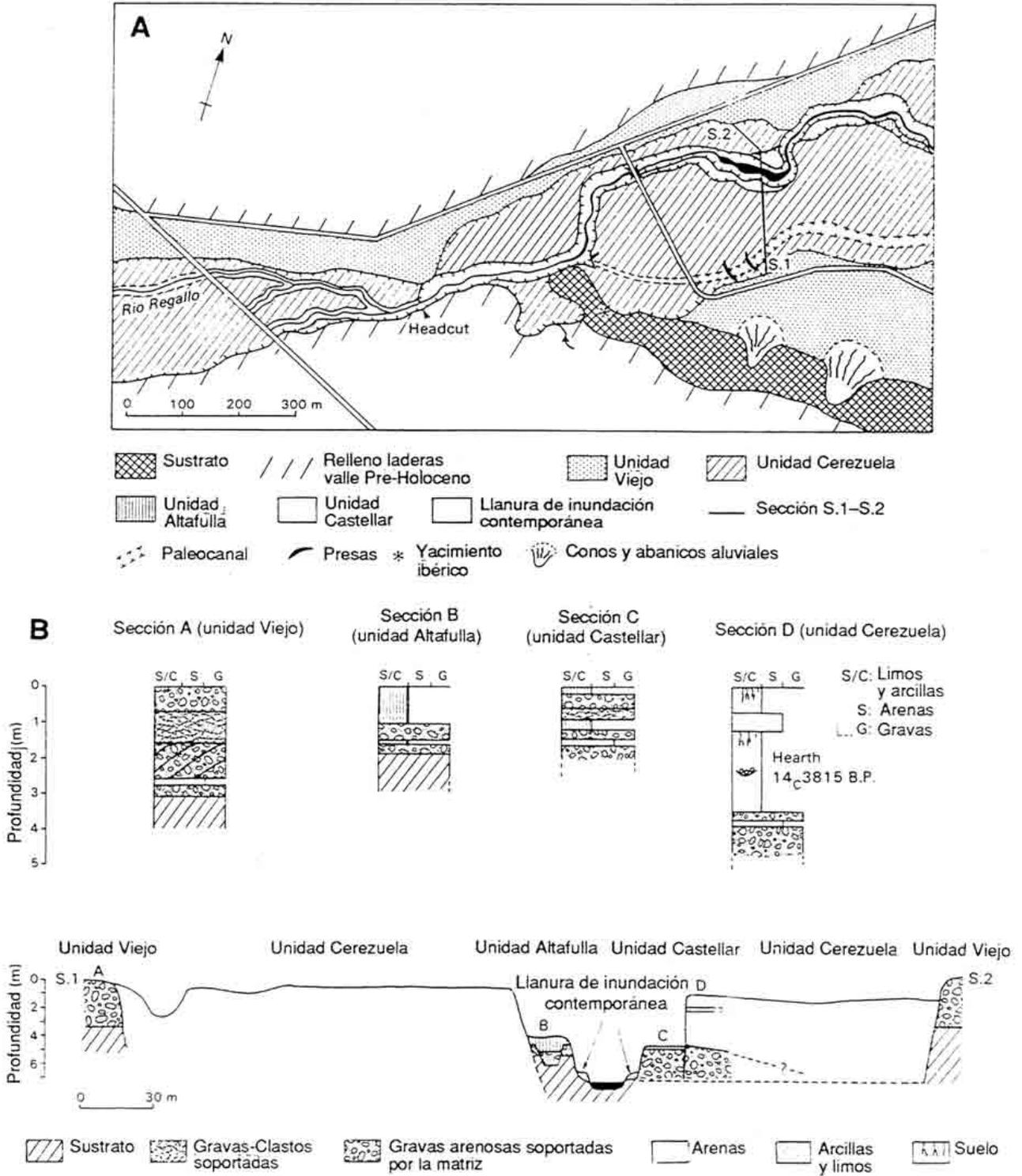


Fig. 5. Geomorfología del área del Regallo (Alcañiz)

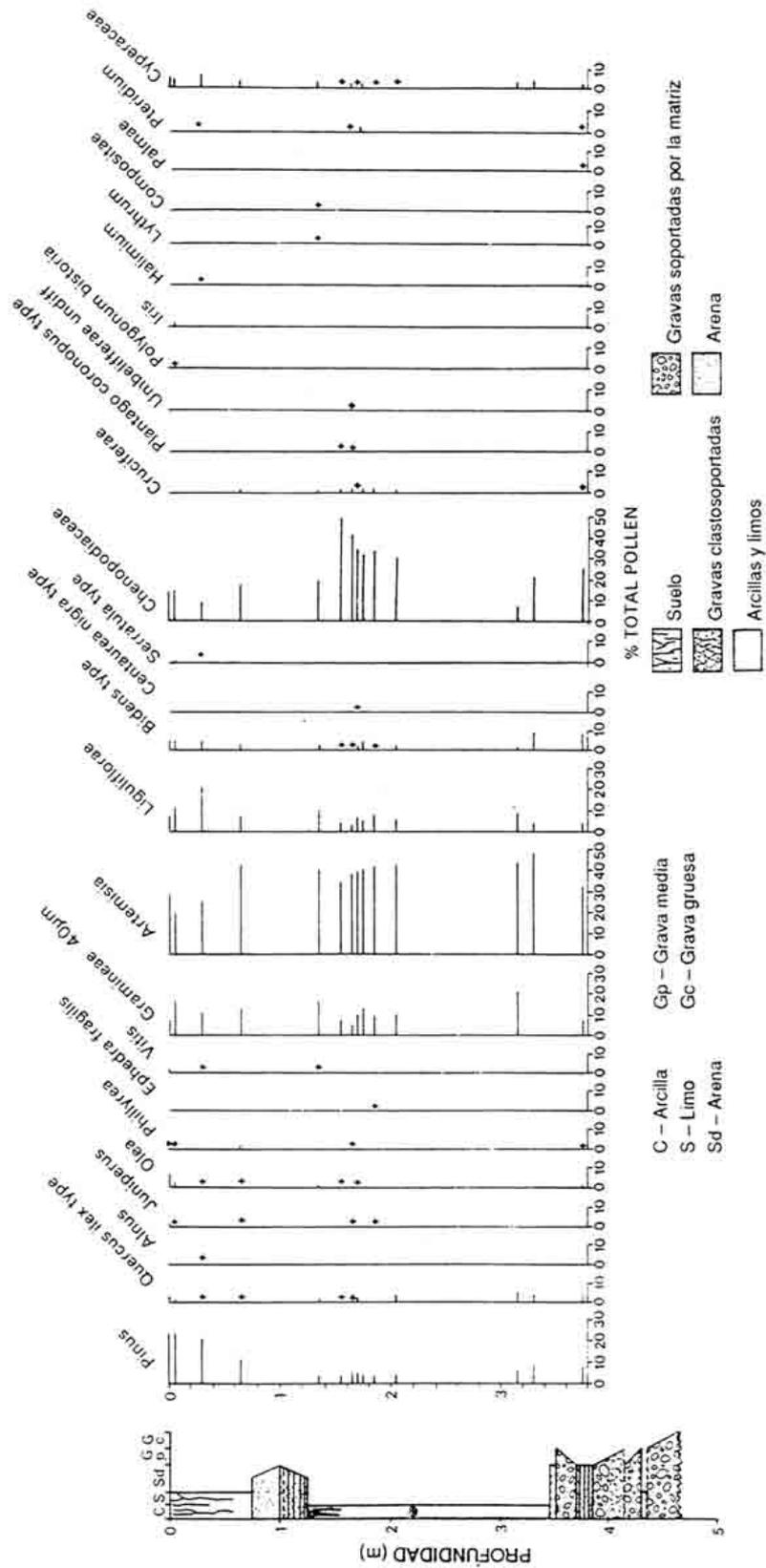


Fig. 6. Unidad Cerezuela (Alcañiz). Diagrama Polínico

grano fino (Unidad Cerezuela) hasta casi el nivel del suelo del valle durante el Pleistoceno reciente. La datación por C14 de carbones recuperados aproximadamente en el nivel medio de la Unidad Cerezuela ha sido datada AMG C14 - ETH 5697-3815 +/- 80 B.P. (calibrada a 2356-2199 A.C., Stuiver y Becker 1986). Los análisis de polen y las evidencias arqueológicas indican una significativa aluviación durante la Edad del Bronce pero también tasas más bajas de sedimentación en el fondo del valle durante la Epoca Ibérica. Stevenson *et al* (1991), Burillo *et al* (1986) también registran procesos de aluvionamiento alrededor de esta época (ca. 1200 A.C.-400 D.C.) en el valle del Ebro. En amplios términos el análisis de polen muestra que el significativo relleno del canal y/o del valle se asocia a modificaciones en la vegetación que implican un cambio hacia condiciones más áridas.

La probable construcción de presas en Epoca Ibérica a través del paleocauce en la parte sur del valle, con el aparente intento de prevenir un corte erosivo aguas arriba, indicaría que la degradación del canal podía haber comenzado durante este periodo. En el lado del valle, un extensivo sistema de riego que podrían datar de Epoca Ibérica (como podría desprenderse del hecho de haberse hallado materiales cerámicos de esta época en el interior de los canales) proporcionarían otra evidencia más de una sofisticada manipulación del agua en dicha época. La incisión del canal, como se ha visto en otros sistemas fluviales semiáridos (por ejemplo, Graf (1983), fue probablemente iniciada por una mayor inundación o una serie de inundaciones eventuales (quizás representada por una prominente unidad de arenas en la parte superior de la Unidad Cerezuela) que pudieron haber evacuado los aluviones y bajado los niveles del canal aguas abajo causando una onda de incisión que se propagaría aguas arriba.

En el Holoceno Inferior y Medio la erosión del fondo del valle, la sedimentación de los rellenos de Cerezuela y el subsiguiente desarrollo de arroyos reflejan importantes cambios hidroclimáticos que pudieron tener un significado más bien regional que local. Si este fuera el caso, acontecimientos sedimentarios y erosivos similares podrían ser registrados en otros ríos y lagos de la región. Se requeriría la datación geocronológica de los rellenos aluviales holocenos y de los sedimentos de sistemas fluviales y lacustres en otras partes del Noreste de España para confirmar o modificar esta hipótesis. Una significativa y extensiva aluviación entre el 4000-1400 B.P. sugiere la posibilidad de enterramiento y conservación de material arqueológico en los fondos de los valles dentro de un buen contexto estratigráfico.

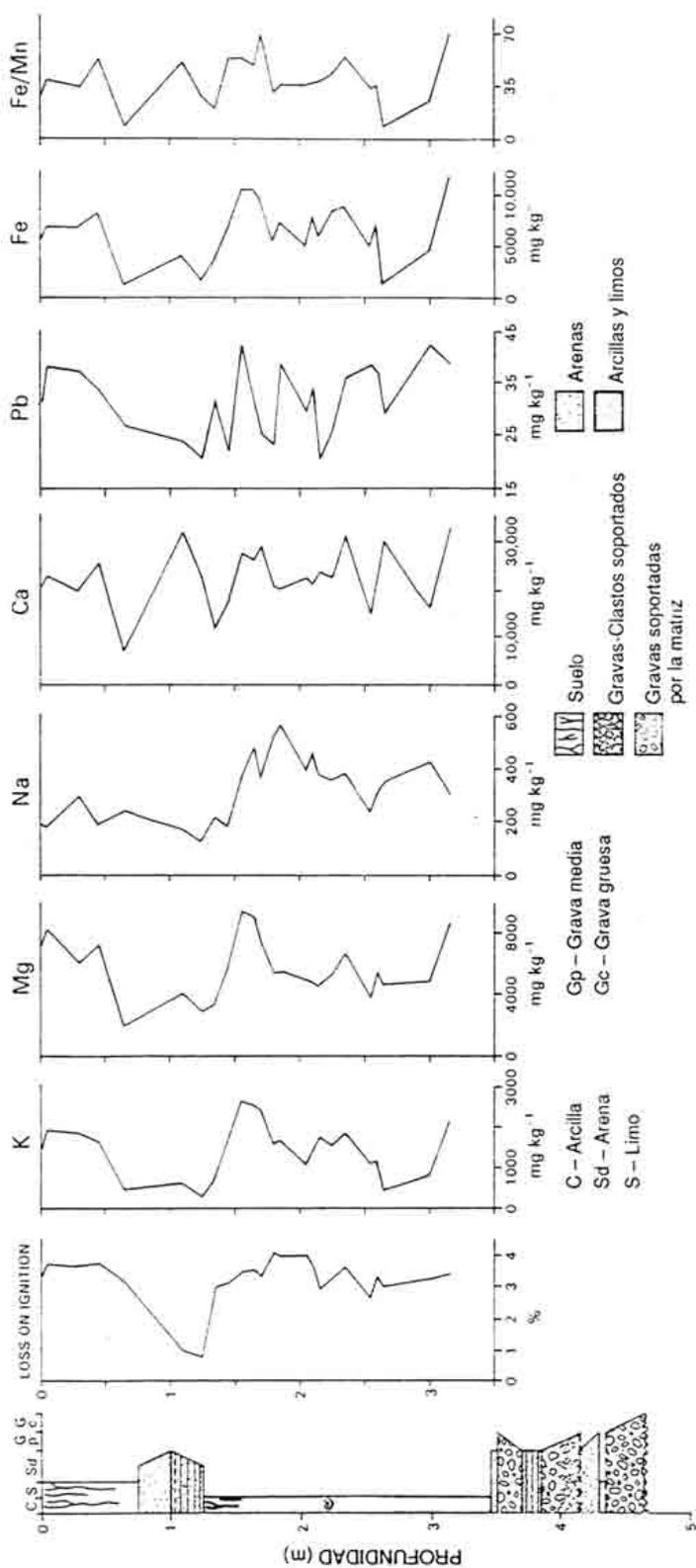
12. Conclusiones

En ausencia de un marco geocronológico consistente no se puede establecer todavía una correlación firme entre las secuencias sedimentarias. Sin embargo, una correlación bioestratigráfica provisional utilizando las evidencias polínicas sugiere que la fase húmeda de *Ruppia* representada por la sección del testigo de la Salada Pequeña comprendida entre los 210-150 cm está en relación con los sedimentos más superiores de la Unidad Cerezuela que como se ha sugerido probablemente pueden datarse en época ibérica. Evidentemente, la confirmación de estos vínculos entre los asentamientos y las inferencias expuestas, la relación entre ocupación humana, clima y erosión debe esperar a ser dotada de una cronología con los resultados de dataciones por C14 y termoluminiscencia todavía no disponibles.

Este estudio demuestra concluyentemente que las Saladas y los sistemas fluviales proporcionan secuencias sedimentarias adecuadas para una reconstrucción paleoambiental. Estudios arqueológicos y paleoambientales coordinados y más amplios deberán aumentar considerablemente los registros arqueológicos regionales además de clarificar la interacción entre actividad humana y medio ambiente en el Noreste de España.

Agradecimientos

Quisieramos agradecer a los Drs. S.T. Patrick, S. JugginS Y Mr. B.A. Davis por su ayuda en el trabajo de campo y a Mr. W. Stelling por los análisis de laboratorio. El trabajo fue parcialmente subvencionada mediante una pequeña ayuda de la Universidad de Newcastle upon Tyne a ACS y MGM, un premio del Comité de Investigación de la Universidad de Newcastle upon Tyne a ACS y MGM y por el Taller de Arqueología y Prehistoria de Alcañiz.



Río Regollo: Cerezuolo. Unidad Geoquímica

Referencias bibliográficas

- Benavente, J.A.** (1984). Cambios geomorfológicos y distribución del hábitat prehistórico: Una aplicación en los focos endorreicos del Bajo Aragón". *Arqueología Espacial* 2, 53-74, Teruel.
- Benavente, J.A.** (1987). *Arqueología en Alcañiz*. Diputación General de Aragón, Departamento de Cultura y Educación.
- Benavente, J.A.** (1988). Las Lagunas de origen endorreico como focos de atracción del poblamiento antiguo: El ejemplo de La Estanca de Alcañiz (Teruel). *Kalathos*, 7-8: 45-61.
- Benavente, J.A., Navarro, C., Ponz, J.L. & Villanueva, J.C.** (1991). El poblamiento antiguo en el área endorreica de Alcañiz (Teruel), *Al-Qannis*, 2, Bol. del Taller de Arqueología de Alcañiz, Zaragoza, pp. 36-92.
- Birks, H.B.J.** (1973) *Past and Present Vegetation on the Isle of Skye: palaeoecological study*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bradbury, J.P., Forester, R.M. & Thompson, R.S.** (1989). Late Quaternary Paleolimnology of Walker Lake, Nevada. *Journal of Paleolimnology* 1, 249-267.
- Braun-Blanquet, J. & de Bolós, O.** (1957). Les Groupements Vegetaux du Bassin Moyen de L'Ebre et leur Dynamisme. *Anales de la Estación Experimental del Aula Dei* 5: 1 - 266, CSIC, Zaragoza.
- Burillo, F.B., Elorza, M.G., Peña, J.L. & Marcén, C.S.** (1986). Geomorphological processes as indicators of climatic changes during the Holocene in the North-East of Spain. In: López, ed. *Quaternary Climate in Western Mediterranean*. Madrid.
- Chivas, A.R., De Deckker, P. & Shelley, J.M.G.** (1986). Magnesium content of non-marine ostracods shells: A new paleosalinometer and paleothermometer. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology* 54, 43-61.
- De Deckker, P., & Forester, R.M.** (1988). The use of ostracods to reconstruct continental palaeoenvironmental records. pp: 175-198. In: P. De Deckker et al., eds. *Ostracoda in the Earth Sciences*. Elsevier.
- Fritz, S.C.** (1990). Twentieth-century salinity and water-level fluctuations in Devils lake, North Dakota: Test of a diatom-based transfer function. *Limnology and Oceanography* 35, 1771 - 1781.
- Gasse, F., Fontes, J.C., Plaziat, J.C., Carbonel, P., Kaczamarska, I., De Deckker, P., Soulie-Marsche, I., Callot, Y. & Dupeuble, P.A.**, (1987). Biological remains, geochemistry and stable isotopes for the reconstruction of environmental and hydrological changes in the Holocene lakes from North Sahara. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology* 60, 1 - 46.
- Graf, W.L.**, (1983). The arroyo problem - palaeohydrology and palaeohydraulics in the short term. In: K.J. Gregory, ed. *Background to Palaeohydrology: A Perspective*. Wiley, Chichester.
- Houghton, J.T., Jenkins, G.J. & Ephraums, J.J.**, eds. (1990). *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ibañez, M.J.** (1973). Contribución al estudio del endorreísmo de la depresión Ebro: el foco endorreico al W y SW de Alcañiz (Teruel). *Geographica* 1, 21 - 32, Madrid.
- Ibañez, M.J.** (1975). El endorreísmo del sector central de la depresión del Ebro. *Cuadernos de Investigación: Geografía e Historia*. Logroño, pp 35 - 48.
- Ibañez, M.J.** (1976). *El piedemonte Ibérico Bajoaragonés. Estudio Geomorfológico*, Madrid. pp 337-8.
- IGME**, (1981). Mapa Geológico de España. Hojas 414, 441, 442, 468, 494, 495.
- Last, W.M. & Scweyen, T.H.** (1983). Sedimentology and geochemistry of saline lakes of the Great Plains. *Hidrobiologia* 105, 245 - 263.
- Melillo, J.M., Callaghan, T.V., Woodward, F.I., Salati, E., & Sinha, S.K.** (1990). Effects of Ecosystems. In: J.T.Houghton, G.J. Jenkins and J.J. Ephraums, eds. *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Moore, P.D. & Webb, J.A.**, (1978). *An illustrated Guide to Pollen Analysis*. Hodder & Stoughton, London.
- Stevenson, A.C.**, (1985). Studies in the vegetational history of S.W. Spain. I. Modern pollen rain in the Doñana National Park, Huelva. *Journal of Biogeography* 12, 243 - 268.

- Stevenson, A.C., Macklin, M.G., Passmore, D.G. & Benavente, J.A., (1991).** Respuesta de los sistemas lacustres y fluviales a los cambios medioambientales y a la actividad humana en Alcañiz (Bajo Aragón). *Al-Qannis 2, Boletín del Taller de Arqueología y Prehistoria de Alcañiz, Zaragoza* 25-35.
- Street-Perrot, F.A., & Roberts, N., (1983).** Fluctuations in closed lakes as an indicator of past atmospheric circulation patterns. pp, 331 - 345. I: F.A. Street-Perrot et al, eds. *Variations in the Global Water Budget*. Reidel.
- Stuiver, M. & Becker, B. (1986).** High-precision decadal calibration of the radiocarbon timescale AD 1950 - 2500 BC. *Radiocarbon*, 28, 863 - 910.
- Thornes, J.T., ed., (1990).** *Vegetation and Erosion: Processes and Environments*. Wiley, Chichester.
- Van Zuidam, R.A. (1975).** Geomorphology and Archaeology: Evidences of interrelation at historical sites in the Zaragoza region, Spain. *Z. Geomorph.* N.F. 19, 319 - 328.
- Van Zuidam, R.A. (1976).** *Geomorphological Development of the Zaragoza Region, Spain*. I.T.C. 211 pp Enschede.
- Verhoeven, J.T.A., (1979).** The ecology of *Ruppia*-dominated communities in Western Europe: I. Distribution of *Ruppia* representatives in relation to their autecology. *Aquatic Botany* 6, 197 - 268.