

LA UTILIZACIÓN DEL ANÁLISIS DE DIATOMEAS (*BACILLARIOPHYTA*) EN LA INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA: UNA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINARIA

JUAN CARLOS MARTÍNEZ MACCHIAVELLO*

GUILLERMO DE LA FUENTE**

NORMA RATTO***

A pesar de que los análisis diatomológicos se vienen aplicando en la investigación arqueológica desde hace aproximadamente 40 años, existen muy pocas publicaciones que ejemplifiquen su uso, quedando relegados éstos últimos a meros apéndices de los informes arqueológicos.

Las diatomeas son indicadores de alta confiabilidad de parámetros ambientales simples comp pH, pH óptimo, alcalinidad, nutrientes, salinidad, especto saprobio, temperatura, y un rango de variables relacionadas con la calidad de los cuerpos de agua.

El objetivo general de este trabajo es explicar y ejemplificar el potencial de los estudios diatomológicos en la investigación arqueológica, enfatizando la necesidad de una perspectiva interdisciplinaria entre arqueólogos y diatomólogos. Se aborda la

-
- * Investigador Independiente C.O.N.I.C.E.T. Laboratorio de Diatomeas Fósiles. Museo de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Av. A. Gallardo 470. - C.C. 220. (1405) Buenos Aires
 - ** Escuela de Arqueología. Av. Belgrano 300. C.C. N° 189. Universidad Nacional de Catamarca. (4700) Catamarca.
 - *** Sección Arqueología (ICA-FFyL-UBA) y Escuela de Arqueología. (UNCa) 25 de Mayo 217 3er. piso (1002) Buenos Aires.

potencialidad del análisis diatomológico en los estudios paleoambientales y los estudios de fuentes de aprovisionamiento de materias primas cerámicas (arcillas) y su importancia como instrumento explicativo en los análisis de procedencia de artefactos cerámicos.

Se realiza también una revisión no exhaustiva de la literatura existente.

INTRODUCCIÓN

Los análisis diatomológicos constituyen un campo relativamente nuevo de aplicación en la investigación arqueológica (Battarbee 1988). Generalmente, su mayor contribución ha sido en el campo de la paleoecología, ya que las diatomeas son indicadores biológicos de alta confiabilidad de parámetros ambientales simples como pH, alcalinidad, nutrientes, salinidad, temperatura y un rango de variables relacionadas con la calidad y productividad de los cuerpos de agua. Otra de sus contribuciones se realizó dentro del campo de la procedencia de artefactos y materias primas cerámicas arqueológicas (Rice 1987).

Los estudios paleoecológicos fueron realizados en países con larga tradición de colaboración entre diatomólogos, geólogos del Cuaternario y arqueólogos (cf. Florin 1948, Florin y Olsson 1965, Foged 1968, 1978, Akeroyd 1972, Bradbury 1975, Bradbury *et al.* 1981, Battarbee 1983, 1984, 1986, 1988, Battarbee *et al.* 1985, Straub 1990, Harris 1989, Reavie *et al.* 1995, Cameron 1997, entre otros). Dentro de esta línea los Países Escandinavos realizaron los aportes más tempranos para luego culminar en la *arqueología ambiental* desarrollada en el Reino Unido (cf. Butzer 1982). Curiosamente en nuestro país se cuenta con aportes tempranos realizados en la década del 50' (Capannini 1950, Frenguelli 1940) pero sin continuidad en el tiempo, viéndose la línea reactivada recién en la década del 90' (Maidana 1994, Maidana y Kligmann 1996).

Por su parte, los estudios de procedencia de artefactos y materias primas cerámicas arqueológicas se iniciaron con los trabajos de Jansma (1977, 1981, 1982, 1984, 1988, 1990) desarrollados en los Países Bajos. Asimismo, también se cuenta con aportes generados por investigadores de los Países Escandinavos (Håkansson y Hulthén 1986, 1988, Alhonen *et al.* 1980, Alhonen y Matiskainen 1980, Alhonen y Väkeväinen 1981). En nuestro país esta línea de investigación fue desarrollada por primera vez por uno de nosotros (De La Fuente 1997) dentro del marco del Proyecto Arqueológico Chaschuil.

La información generada a través de los análisis diatomológicos constituye una línea de evidencia independiente para la contrastación de hipótesis de trabajo arqueológicas. Esta afirmación es válida dentro del contexto de la investigación europea desde sus inicios, pero en nuestro país el aporte de la diatomología recién pudo integrarse a fines de la década del 90', ya que los primeros estudios quedaron relegados a meros apéndices de trabajos arqueológicos (cf. Menghin y Bórmida 1950) donde la información diatomológica no enriqueció la discusión arqueológica. Por lo tanto, no constituyeron trabajos interdisciplinarios.

El objetivo general del trabajo es presentar la potencialidad del análisis diatomológico para la investigación arqueológica, enfatizando los alcances y limitaciones del indicador dentro del marco de investigaciones interdisciplinarias. Para ello, se presenta una batería de casos donde las diatomeas fueron utilizadas como indicadores para la resolución de diferentes problemáticas arqueológicas. Los casos son analizados tanto a nivel bibliográfico como a partir de la contribución directa realizada en el marco del Proyecto Arqueológico Chaschuil'.

LAS DIATOMEAS

Su validez como bioindicador arqueológico

Las diatomeas son algas unicelulares -eucariotas- pertenecientes a la División *Bacillariophyta* -ver foto 1 - (Round *et al.* 1990:4).

Su medio de vida son los hábitats húmedos y acuáticos en ambientes de agua dulce, salobres y marinos, como así también los que se denominan ambientes de transición, por ejemplo, los estuarinos. Sin embargo, también se las puede encontrar en hábitats terrestres, ya que pueden soportar largos periodos de sequedad ambiental (ver Battarbee 1988).

Las diatomeas presentan dos valvas o tecas: la epiteca y la hipoteca. que recubren sus células. Los frústulos están formados por las dos valvas y una banda o conectivo perimetral que las sella.

La composición de cada pared celular es de sílice amorfo hidratado, y en algunos casos puede llegar a ser de ópalo en relación a su antigüedad (cf. Martínez Macchiavello 1997). Esta última característica de las diatomeas favorece su buena preservación en los sedimentos en los que se depositan.

La gran mayoría posee una distribución cosmopolita. Esta distribución se evidencia más a nivel de género, mientras que a nivel específico, subespecífico, e infraespecífico (variedades y formas de especies), es donde se encuentra la mayor variación.

La clasificación taxonómica y sistemática de las diatomeas se encuentra en constante revisión y actualización. Por lo tanto, requiere amplia experiencia en la materia y acceso a las floras más utilizadas. Por lo tanto, es necesario que sea llevada a cabo por diatomólogos (cf. Schmidt *et al.* 1874-1959; Hustedt 1930-66, 1937-9; Cleve-Euler 1951-55; Germain 1981; Hendey 1964; Renberg y Hellberg 1982; Patrick y Reimer 1966, 1975; Krammer y Lange-Bertalot 1986, 1988).

De acuerdo a Battarbee (1986, 1988) las diatomeas presentan las siguientes características:



Diatomea pennada.
Cymbella cystula
Ehrenberg (x 1000)
(De La Fuente 1997)

a) Sus formas varían en relación a su hábitat o micro hábitat: planctónica o bentónica.

b) El crecimiento de algunas diatomeas bentónicas se efectúa sobre diferentes tipos de sustratos: *plantas* -epifiton-, *piedras* -epiliton-, *granos de arena* -episammon- o *fango* -epipelon.

c) Son excelentes indicadores de situaciones de cambio o estabilidad ambiental, dado que son extremadamente sensibles a las modificaciones que operan en el ambiente.

d) Son de alta confiabilidad en las reconstrucciones paleoecológicas, dado su buena preservación en los sedimentos, su distribución cosmopolita y su sensibilidad ambiental.

Parámetros ambientales-ecológicos

El análisis diatomológico requiere del conocimiento de la ecología, hábitat y distribución de las especies contemporáneas para caracterizar las asociaciones diatomológicas presentes en las muestras procesadas².

Alrededor de 10 parámetros ambientales-ecológicos pueden ser reconstruidos a partir del estudio de las asociaciones de conjuntos diatomológicos, aunque no todos ellos con el mismo nivel de precisión y confiabilidad -ver Tabla 1. A partir de la calibración de estos parámetros ambientales-ecológicos es posible encarar:

1. Estudios orientados tanto a la reconstrucción paleoambiental³ (cf. Martínez Macchiavello 1997), especialmente aplicados a las reconstrucciones de las historias de vida o evolución de cuerpos de agua como lagos, lagunas, acidificación, periodos de sequedad, cambios en la salinidad y pH y otras situaciones de cambio ambiental.

2. Estudios de procedencia de artefactos y materias primas cerámicas (Cf. Jansma 1977, 1984), especialmente orientados a diseñar estrategias de movilidad, intercambio, comercio de bienes muebles cerámicos, entre otros.

TABLA 1 - Precisión y confiabilidad de los parámetros ambientales-ecológicos

Parámetros Ambientales	Precisión	Confiabilidad
1. pH	Alta	Alta
2. pH óptimo	Baja	Alta
3. Espectro halobio (salinidad)	Alta	Alta
4. Espectro de saprobio	Baja	Alta
5. Espectro de corrientes	Baja	Alta
6. Habitat general	Baja	Intermedia
7. Habitat específico	Baja	Intermedia
8. Distribución estacional	Baja	Baja
9. Temperatura	Baja	Intermedia
10. Temperatura óptima	Baja	Intermedia

(basado en Martínez Macchiavello y Salas Aramburu 1994)

Tanto el pH⁵ y la salinidad⁶ (Kolbe 1927, 1932, Hustedt 1957) aparecen como los dos parámetros ambientales-ecológicos que pueden ser reconstruidos con mayor precisión.

A su vez, la *reconstrucción de la salinidad* ha sido la más utilizada en la investigación arqueológica, tanto en las reconstrucciones paleoambientales como en los estudios de fuentes de arcilla para la manufactura cerámica, ya que permite determinar el tipo de ambiente (agua dulce, salobre, marino y estuarino). Al respecto, Battarbee (1986:555) manifiesta que "Of the environmental factors that influence the distribution of diatoms *salinity* is probably the strongest".

Alcances y limitaciones en la aplicación del bioindicador

Battarbee (1988) menciona tanto aspectos negativos como positivos en el análisis diatomológico de depósitos de arcillas y cerámicas arqueológicas:

- 1- No todas las arcillas contienen diatomeas.
- 2- Los frústulos de las diatomeas pueden ser destruidos durante el proceso de cocción de la cerámica, principalmente cuando las temperaturas superan el umbral de los 800° C -esta observación también es planteada por Jansma (1981).
- 3- Las concentraciones de diatomeas en la cerámica son generalmente muy bajas, ocasionando un alto grado de incertidumbre en las comparaciones estadísticas.
- 4- Las valvas observadas en microscopía óptica están frecuentemente fracturadas. Este estado puede ser causado por varios factores, actuando tanto en forma aislada como combinada: (a) transporte del material, tornándose de este modo como un indicador de aporte alóctono (cf. Jansma 1981), (b) por la ingestión de otros organismos previo a la acumulación de los sedimentos y (c) por los procesos de manufactura y cocción de artefactos cerámicos (cf. Håkansson y Hulthén 1986).
- 5- Dado que solamente pequeños trozos de cerámica son analizados, se asume que las diatomeas presentes en ese fragmento son representativas del artefacto completo. De este modo, a menos que arcillas provenientes de diferentes fuentes estén combinadas, esta asunción es probablemente válida.
- 6- La frecuencia del material diatomológico depende de las técnicas usadas en laboratorio para su recuperación, especialmente por la acción de ácidos, centrifugado,

decantación, etc. Además, la molienda de los fragmentos de cerámica puede ocasionar la fracturación total o parcial de los frústulos, haciendo imposible su identificación taxonómica.

7- En la conformación de un cuerpo de arcilla pueden ser adicionados distintos tipos de antiplástico orgánicos con fines diferentes (cf. Ratto y Williams 1995), algunos pueden presentar la característica de ser potenciales contaminantes de la muestra, principalmente los moluscos -pueden transportar diatomeas aerófilas- y vegetales.

8- El estudio de las asociaciones florísticas presentes en un conjunto diatomológico específico garantiza la *caracterización diatomológica del depósito*, debiéndose tener en cuenta las posibles perturbaciones o mezclas que pudieran haberse ocasionado en tiempo post formación del mismo. Por lo tanto, deben realizarse estudios geomorfológicos en forma paralela a los diatomológicos, evitando las interpretaciones directas sin esos controles previos.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ARQUEOLÓGICOS ESPECÍFICOS

1) Reconstrucción de líneas de costa

Los estudios de isostasia, de desplazamientos de líneas de costa y de aislamiento de lagos fueron las principales aplicaciones de los análisis diatomológicos. Florin (1948) realizó el estudio diatomológico para reconstruir las posiciones primarias de las líneas de costa Holocénicas, en relación con los asentamientos Mesolíticos y Neolíticos en el este de Suecia Central (Mar Báltico).

La información arqueológica provenía del sitio Dammstuga, revelando la existencia de una serie de estratos de ocupación de diferentes edades separados por complejas secuencias de arcillas y arenas que indicaban el abandono y reocupación del sitio en función de la oscilación de la línea costera. Florin (1948) reconstruyó su historia mediante análisis diatomológicos, basándose en los cambios en las condiciones de salinidad en cuencas lacustres.

Como resultado de su trabajo se construyó una curva de desplazamiento de costa, mostrándose que el sitio Dammstuga estuvo expuesto y disponible para ser ocupado por lo menos en tres momentos: en el Mesolítico Tardío, el Neolítico Temprano y el Neolítico Tardío. El sitio fue cubierto totalmente por sedimento por la primera transgresión Litorina entre el 8000-8500 BP, estimándose como causa de abandono.

Fue reocupado al producirse el retiro del mar y nuevamente abandonado y reocupado al producirse la segunda transgresión Litorina (ca. 6500 BP).

Miller (1973, 1982a, 1982b) estudió los movimientos isostáticos de las líneas de costa y sus respectivas altitudes sobre el nivel del mar, confirmando la curva construida por Florin (1948) -ver también Eronen 1983.

2) *Arqueología Fluvial Urbana*

Este tipo de estudios es de interés para la arqueología de ciudades o poblados localizados en zonas costeras fluviales. Battarbee (1983) realizó un estudio diatomológico sobre depósitos de sedimentos en zonas intertidales en la costa del río Támesis en la ciudad de Londres. Estos depósitos se localizaban en antiguos puertos construidos durante el Imperio Romano. El objetivo de la investigación fue determinar las condiciones de salinidad del río en la época de la construcción del puerto. La hipótesis de trabajo era que el Támesis fue un río de agua dulce durante tiempos romanos (Akeroyd 1972, en Battarbee *op. cit.*)

Los análisis diatomológicos de las muestras sedimentarias revelan la existencia de taxones de agua dulce, salobre y marinos, interpretándose que el río Támesis constituía un ambiente estuarino durante el período en el cual los depósitos sedimentarios se estaban formando, dada la baja salinidad registrada para ese momento. Por lo tanto, se concluye que el río Támesis no siempre fue de agua dulce, ya que la presencia de taxones marinos indica que el área cabecera tidal del río se encontraba mucho más cerca de la ciudad de Londres en los tiempos romanos.

3) *Análisis Diatomológicos en Cerámica Arqueológica y Depósitos de Arcilla*

Los arqueólogos determinaron tres fases de ocupación -I, II, II red y III- en el sitio Neolítico de Hekelingen (3000 BC), caracterizadas por la presencia de distintos tipos cerámicos (cf. Louwe Kooijmans y van der Velde 1980). El sitio estaba localizado sobre una terraza fluvial. Jansma (1988) realiza el análisis diatomológico para determinar la presencia de manufactura local de los artefactos cerámicos recuperados. Se analizaron tuestos perteneciente a las 3 fases arriba mencionadas (N=15) y muestras de arcilla (N=4) depositadas en forma de bancos a lo largo de las terrazas del río. Para cada una de las muestras se calcularon los porcentajes de taxones correspondientes a ambientes marino, agua dulce y salobre, como así también se registraron sus tasas de fractura.

Como resultado de los análisis se obtuvo que la cerámica de las fases I, II, y II red presentaban abundancia de taxones marinos, mientras que la cerámica de la fase III estaba dominada por diatomeas de agua dulce.

Las muestras procedentes del banco de arcilla indican que su origen es marino, correlacionándose con los contenidos de los fragmentos cerámicos de las fases I, II, y II red.

Jansma (1988) concluye que la arcilla de origen local pudo haber sido utilizada para manufacturar los artefactos cerámicos de las fases I, II y II red. En cambio, los artefactos de la fase III es probable que hayan sido: (a) manufacturados en zonas alejadas a la costa e importados al sitio Hekelingen, (b) manufacturados con arcillas no sometidas a influencias marinas, de formación posterior, pero dentro de la misma área del sitio o (c) manufacturados en el sitio de Hekelingen con arcilla importada de tierra adentro.

4) Análisis de Procedencia de materias primas cerámicas (arcillas)

La región de estudio pertenece a la Puna meridional catamarqueña, comprendiendo el curso superior del Río Chaschuil y cuencas hídricas aledañas (cf. Ratto 1994, 1995, 1998). Los resultados preliminares alcanzados permiten plantear que para las poblaciones agropastoriles la región funcionó como un *corredor de circulación de bienes, energía e información* donde los *loci* de mayores densidades artefactuales se presentan como nodos que integran una red cuyos límites exceden la región en estudio, especialmente relacionándose con instalaciones ubicadas en los fondos de valles mesotermiales, conformando de esta manera una macroregión interactuante (Orgaz 1995, Martín 1996, Luna 1996, Ratto 1998). Dentro de este esquema de movilidad no se espera una manufactura local de artefactos cerámicos⁷, siendo éstos transportados y depositados en los sitios arqueológicos a la manera de *reservorios* para funciones específicas. Esta hipótesis se puso a prueba a través del análisis diatomológico realizados tanto en muestras de sedimentos arcillosos y arcillas procedentes de la región (N=9) como de fragmentos cerámicos (N=80)⁸, siendo éstos sometidos, además, a un análisis tecnológico (De La Fuente 1997).

El análisis diatomológico en base a los 10 parámetros ambientales-ecológicos definidos -ver tabla I- reveló diferencias significativas entre las asociaciones registradas entre las muestras de arcillas y fragmentos cerámicos analizados. Además, se estableció la ausencia de correlación a nivel regional entre los taxones presentes en ambas clases

de muestras, habiéndose registrado taxones de ambientes de agua dulce y/o salobre. En base a los resultados obtenidos se infiere que la manufactura de artefactos cerámicos no es local, procediendo las fracciones de arcilla de los fragmentos cerámicos analizados de depósitos de materias primas localizados fuera de la región de estudio, principalmente localizados en el Bolsón de Fiambalá (Dpto. Tinogasta, Catamarca).

CONCLUSIÓN

Las investigaciones presentadas en este trabajo plantean la potencialidad de los análisis diatomológicos aplicados a diferentes problemáticas arqueológicas, habiéndonos centrado en aquellas de corte paleoecológico y de procedencia de materias primas cerámicas.

Cualquier investigación arqueológica que involucre la realización de *estudios paleoambientales* debería contemplar los análisis diatomológicos dentro del conjunto de herramientas potencialmente útiles. Sin embargo, su aplicabilidad es aún mayor, ya que puede ser utilizada con otros fines:

a) en etapas iniciales de una investigación arqueológica con el objeto de orientar la búsqueda de datos, ya que, tanto la reconstrucción de las posiciones de las líneas de costa como la evolución de ríos y/o lagos son herramientas útiles en el diseño de prospecciones arqueológicas.

b) en el campo de la Antropología Biológica, ya que el conocimiento de la contaminación de cuerpos de agua puede incidir directamente en las poblaciones humanas del pasado, a través de la búsqueda de concentraciones de contaminantes y/o patologías en los restos óseos.

La realización de mayor cantidad de análisis diatomológicos orientados a resolver problemáticas arqueológicas específicamente definidas y el énfasis en el trabajo interdisciplinario entre arqueólogo y diatomólogo permitirán calibrar este bioindicador y definir en formas más precisas sus campos de aplicación específicos en la investigación arqueológica.

Sin embargo, la calidad y/o confiabilidad de las inferencias arqueológicas que se realizan no dependen únicamente de las limitaciones que presenta el bioindicador -ver más arriba- sino de aspectos metodológicos inherentes a la investigación, como por ejemplo:

- a) el diseño de muestreo o su ausencia, tanto a nivel local como regional,
- b) la clase y tamaño de la muestra analizada,
- c) los parámetros ambientales-ecológicos utilizados,
- d) las técnicas de laboratorio empleadas para la recuperación de los conjuntos diatomológicos y
- e) la información diatomológica preexistente dentro del área de estudio.

Los aspectos antes mencionados se ven claramente reflejados en los trabajos realizados por Jansma (1988) y De La Fuente (1997). Ambos trabajos abordan un problema similar (movilidad artefactual y/o poblacional, manufactura cerámica, intercambio, etc.). Sin embargo se observan diferencias significativas, ya que: (a) por un lado, presentan igualdad en los parámetros ambientales-ecológicos y técnicas de laboratorio utilizadas pero (b) desigualdad en cuanto a la clase y tamaño de la muestra analizada, como así también, su representatividad. Ambos realizan inferencias arqueológicas de amplio alcance pero Jansma (1988) estudia una muestra de fragmentos cerámicos reducida y no analiza muestras de bancos arcillosos localizados en áreas externas al sitio arqueológico en cuestión. Se observa claramente que la elaboración de un diseño de muestreo de depósitos de arcilla a nivel local y/o regional es una condición *sine quanon* para acceder al rango de variabilidad intraregional existente, no sólo en relación a su contenido diatomológico, sino al espectro de las calidades de las materias primas utilizadas.

Por último, la naturaleza de la problemática de procedencia de materias primas cerámicas no permite analizar sólo el aspecto del *bioindicador*, sino que es necesaria la búsqueda de correlaciones entre los atributos macro o microscópicos, cuali y/o cuantitativos, de los artefactos cerámicos y su contenido composicional diatomológico. La interdisciplinariedad se logra al cruzar información tecnológica (distintas clases de cocción, texturas y porosidad de las pastas, técnicas de manufactura cerámica posiblemente involucradas, etc.) con la variabilidad de los conjuntos diatomológicos.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Antorchas por haber financiado parcialmente el trabajo de tesis de Licenciatura de Sr. Guillermo De La Fuente a través de una Beca para Estudiantes Avanzados (1995-1996).

A los diatomólogos Hannelore Hakansson y B. Hulthén (Universidad de Lund), Richard Battarbee (Environmental Change Research Centre, University College London) y Stephen Droop (Royal Botanic Garden, Edinburgh) por haber facilitado bibliografía específica imposible de conseguir por otros medios.

Finalmente, a todos los integrantes del Proyecto Arqueológico Chaschuil, Escuela de Arqueología, Universidad Nacional de Catamarca.

NOTAS

- ¹ El aporte es la tesis de Licenciatura en Arqueología de Guillermo De La Fuente, bajo la dirección de Norma Ratto y codirección de Carlos Martínez Macchiavello.
- La información ecológica pertinente a cada una de las especies registradas es posible consultarla en la literatura internacional editada (floras y catálogos- (cf. Battarbee 1988 para información general).
- ² Ver Macchiavello y Salas Aramburu (1994) para una descripción de los parámetros y tolerancias ambientales utilizados en los estudios diatomológicos.
- ³ La escala espacial de resolución de la información generada está en el orden de las micro-escalas (cf. Dincauze 1987:262). La escala regional de análisis es solamente accesible a partir de la consideración de la incorporación de la mayor cantidad de información sobre estudios sobre cuerpos de agua y su posterior correlación y análisis.
- ⁴ El índice más utilizado es Renberg & Hellberg (1982).
- ⁵ Se utiliza el sistema halobiano Hustedt (1957) que consiste en dividir los conjuntos diatomológicos en función de las concentraciones de sal presentes en un ambiente determinado.
- ⁶ La tecnología cerámica no es el medio más adecuado para ser utilizado en el transporte de bienes, dado que presenta un alto riesgo de fractura, pudiéndose utilizar otras materias primas alternativas para la manufactura de contenedores como vegetales y/o cueros (De La Fuente 1997).
- ⁷ Los fragmentos analizados provienen de un submuestreo realizado sobre 474 fragmentos seleccionados al azar simple de la muestra total de 1356 fragmentos recuperados a nivel regional (cf. De La Fuente 1997, Ratto 1998).

BIBLIOGRAFÍA

ALHONEN, P., J. KOKKONEN, H. MATISKAINEN, y A. VUORINEN

1980 Applications of AAS and diatom analysis and stylistic studies of subneolithic pottery in Finland. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 52: 193-206.

ALHONEN, P. y H. MATISKAINEN

1980 Diatom Analysis from Prehistoric Pottery Sherds. An Archaeological Evaluation. *Proceedings of the Nordic Meeting of Diatomists*, pp. 45-62, Lammi.

ALHONEN, P. Y L. VÄKEVÄINEN

1981 Diatom-analytical studies of early comb ceramic vessels in Åland. *Eripainos Suomen Museo*, pp. 67-77.

AKERROYD, A.

1972 Archaeological and historical evidence for subsidence in Southern Britain. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London A272: 151-169.

BATTARBEE, R. W.

1983 Diatom analysis of River Thames foreshore deposits exposed during the excavation of a Roman waterfront site at Pudding Lane, London. *Working Paper* 2, Palaeoecological Research Unit, University College London, 9 pp.

1984 Diatom analysis and the acidification of lakes. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London B305, 451-477.

1986 Diatom analysis. En (B. E. Berglund, Ed.) *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, Chichester: John Wiley & Sons, pp. 527-570.

1988 The Use of Diatom Analysis in Archaeology: A Review. *Journal of Archaeological Science* 15: 621-644.

BATTARBEE, R. W., R. G. SCAIFE, y S. J. PHETHEAN

1985 Palaeoecological evidence for sea-level change in the Bann estuary in the early Mesolithic. In (P.C. Woodman, Ed.) *Excavations at Montsandel*, London. H.M.S.O.

BRADBURY, J. P.

1975 Diatom stratigraphy and human settlement in Minnesota. *Geological Society of America. Special Paper* 171: 1-74.

BRADBURY, J.P., B. LEYDEN, M. SALGADO-LABOURIAV, W. LEWIS, C. SCHUBERT, M.W. BINFORD, FREY, D.G., D.R. WHITEHEAD y F.H. WIBEZAHN

1981 Late Quaternary environmental history of Lake Valencia, Venezuela. *Science* 214: 1299-1305.

BUTZER, W. K.

1982 *Archaeology as Human Ecology*. Cambridge University Press.

CAMERON, N.G.

1997 The Diatom Evidence. *Excavations at Caldicot, Gwent: Bronze Age Paleochannels in the Lower Nedern Valley*, (ed. por N. Nayling & A. Caseldine) York: Council for British Archaeology Research Report 108: 117-128.

CAPANNINI, M.

1950 Apéndice "Análisis de Tierras". En (Menghin, O. y M. Bórmida) 1950. *Investigaciones Prehistóricas en Cuevas de Tandilia (Provincia de Buenos Aires)*. *Runa* III: 5-36. Buenos Aires.

CLEVE-EUELER, A.

1951-1955 Die Diatomeen als quaternäre geologische Indikatoren. *Geologiska Föreningen Förhandlingar* 66: 383-410.

DE LA FUENTE, G. A.

1997 *Aplicación de un Bioindicador Arqueológico (Diatomeas) para el Estudio de Fuentes de Aprovisionamiento de Arcillas*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Arqueología. Universidad Nacional de Catamarca. MS

DINCAUZE, D.

1987 Strategies for Paleoenvironmental Reconstruction in Archaeology. *Advances in Archaeological Method and Theory* 11:255-296. (Ed. M.B. Schiffer), Academic Press, Orlando.

ERONEN, M.

- 1983 Late Wischelian and Holocene shore displacements in Finland. *Shorelines and Isostasy. Institute of British Geographers, Special Publication 16* (D. E. Smith & A. G. Dawson), pp. 184-207, Academic Press.

FLORIN, S.

- 1948 Kustförskjutningen och bebyggelseutvecklingen i östra Mellansverige under senkvartär tid. II. De baltiska strådbildningarna och stenåldersboplatsen vid Damnstugan nära Katrineholm. *Geologiska Föreningen Förhandlingar* 70:17-196.

FLORIN, S. I.U. y OLSSON

- 1965 Ett båtfynd fränd Vikingatiden i rovmark under rådhuset i Nyköping, *Geologiska Föreningen Förhandlingar* 86: 485-494.

FOGED, N.

- 1968 Diatomeerne av nogle potteskår fra Varanger. *Tromsø Museums Skrifter* 7.

- 1978 *The Archaeology of Svendborg N° 1. Diatom Analysis*. University Press, Odense.

FRENGUELLI, J.

- 1940 El Ambiente Geográfico. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*. Tomo II: "Los Aborígenes de Santiago del Estero", pp. 13-42, Buenos Aires.

GERMAIN, H.

- 1981 Flore des Diatomées. Eaux douces et saumâtres du Massif Armoricain et des contrées voisines d'Europe Occidentale. *Société nouvelle des Editions Boubée*, Paris. 446 pp.

HÅKANSSON, H. y B. HULTHÉN

- 1986 On the dissolution of pottery from diatoms. *Norwegian Archaeological Review* 19: 34-38.

- 1988 Identification of diatoms in Neolithic pottery. *Diatom Research* 3: 39-45.

HARRIS, D. O.

- 1989 Diatom Analysis. In Monte Verde. *A Late Pleistocene Settlement in Chile, Volume 1. Palaeoenvironment and Site Context*. Ed. Tom D. Dillehay. pp. 201-204. Smithsonian Institution Press. Washington and London.

HENDEY, N. I.

- 1964 An Introductory Account of the Smaller Algae of British Coastal Waters. Part V. Bacillariophyceae (Diatoms). *Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Series IV*.

HUSTEDT, F.

- 1930-66 Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. *Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreichs und der Schweiz* 7, Parts 1-3.

HUSTEDT, F.

- 1937-9 Systematische und ökologische Untersuchungen über den Diatomeen-Flora von Java, Bali, Sumatra. *Archiv für Hydrobiologie (Suppl.)* 15, 16.
- 1957 Die diatomeenflora des Fluss-systems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. *Ab. Naturw. Ver. Bremen*, 34: 181-440.

JANSMA, M. J.

- 1977 Diatom analysis of pottery (B.L. van Beek, R.W. Brandt & W. Groenman-van Waateringe, Eds) Ex-borres: I.P.P. 1951-1976. *Cingula* 4: 77-85. Amsterdam: University of Amsterdam.
- 1981 Diatom analysis from coastal sites in the Netherlands (D. Brothwell & G. Dimbleby, Eds.) *Environmental Aspects of Coasts and Islands*. BAK International Series 94, pp. 145-162.
- 1982 Diatom analysis from some prehistoric sites in the coastal area of the Netherlands. *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 25: 229-236.
- 1984 Diatom analysis of prehistoric pottery (D.G. Mann, Ed.). *Proceedings of the Seventh International Diatom Symposium*, Koenigstein, pp. 529-536.

1988 Diatom analysis of pottery from the Neolithic Vlaardingen Culture at Hekelingen, The Netherlands (U. Miller & A.M. Robertsson, Eds.). *Proceedings of Nordic Diatom Meeting*, pp. 33-39, Stockholm, Sweden.

1990 Diatoms from a Neolithic excavation on the former Island of Schokland, IJsselmeerpolders, The Netherlands. *Diatom Research* 5 (2): 301-309.

KOLBE, R. W.

1927 Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser-Diatomeen. *Pflanzenforschung* 7: 1-146.

1932 Grundlinien einer allgemeinen Ökologie der Diatomeen. *Ergebn. Biol.* 8:221-348.

KRAMMER, K. y H. LANGE-BERTALOT

1986 Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (begründet von A. Pascher) (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer, eds.) 2 (1): 876 G. Fisher, Jena.

1988 Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (begründet von A. Pascher) (H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer, eds.) 2 (2): 596 G. Fisher, Jena.

LOUWE KOOLJMAN, L. P. y P. VANDER VELDE

1980 De opgravingen Hekelingen III, gemeente Spijkenisse, voorjaar en zomer 1980. Interim rapport over de verkenningen en opgravingen van de steentijd-nederzettingen in de deelplannen Akkers-13 en -14 en Vriesland-1 en -2. pp. 1-22.

LUNA, M.B.

1996 *Análisis tecnológico de instrumentos y núcleos arqueológicos en subcuencas hídricas de la Puna Meridional Catamarqueña (Chaschuil, Tinogasta, Catamarca)*. Tesis de Licenciatura en Arqueología. Escuela de Arqueología. Universidad Nacional de Catamarca. Ms.

MAIDANA, N.I.

1994 Fossil Diatoms from Salina del Bebedero (San Luis, Argentina). *Diatom Research* 9 (1):99-119.

MAIDANA, N.I. y D. KLIGMANN

1996 *Diatomeas del Alero de las Circunferencias*. Ms.

MARTÍN, S.

1996 *Análisis arqueológico de desechos líticos de superficie: aportes a la variabilidad tecnológica en Chaschuil, Tinogasta, Catamarca*. Tesis de Licenciatura en Arqueología presentada a la Escuela de Arqueología. Universidad Nacional de Catamarca. Ms.

MARTÍNEZ MACCHIAVELLO, J.C.

1997 *Introducción a las Diatomeas Fósiles*. 675 pp. Buenos Aires.

MARTÍNEZ MACCHIAVELLO, J.C. y W. SALAS ARAMBURU

1994 *Catálogo Taxonómico-Ecológico de las Diatomeas No-Marinas Recientes y Fósiles de la República Argentina. Publicación N° 27. Dirección Nacional del Antártico*. Instituto Antártico Argentino.

MENGHIN, O. y M. BÓRMIDA

1950 *Investigaciones Prehistóricas en Cuevas de Tandilia (Provincia de Buenos Aires)*. *Runa* III: 5-36. Buenos Aires.

MILLER, U.

1973 *Belägg för en Subboreal Transgression i Stockholmstrakten*. University of Lund, Department of Quaternary Geology. *Report* 3:96-104.

1982a. *Shore displacement and coastal dwelling in the Stockholm region during the past 5000 years*. *Annales Academiæ Scientiarum Fennicæ* A134:185-211.

1982b. *Strandförskjutningens betydelse för valf av boplatser. Landhöjning och kustbygdsförändring*. pp. 173-180, Luleå: Nordic Symposium.

ORGAZ, M.

1995 *Presencia Inkaica en la región de Chaschuil (Tinogasta, Catamarca)*. Tesis de Licenciatura en Arqueología. Escuela de Arqueología. Universidad Nacional de Catamarca. Ms.

PATRICK, R. y C. REIMER

1966 The Diatoms of the United States, Exclusive of Alaska and Hawaii Vol. I Fragilariaceae, Eunotiaceae, Achnantheaceae, Naviculaceae. Academy of Natural Science, *Philadelphia Monograph* 13: 1-688.

1975 The Diatoms of the United States, Exclusive of Alaska and Hawaii, Vol. II. Part I. Academy of Natural Science *Philadelphia Monograph* 13:1-213.

RATTO, N.

1994 Proyecto Arqueológico Chaschuil: Aspectos metodológicos, resultados preliminares y perspectivas. *XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, San Rafael, Mendoza, en prensa.

1995 Proyecto Arqueológico Chaschuil. Dinámica cultural y ambiental. Uso del espacio por sociedades del pasado en la Puna meridional catamarqueña (Chaschuil, Dpto. Tinogasta, Catamarca). Informe a la Secretaría de Ciencia y Técnica (SECyT) de la Universidad Nacional de Catamarca. Ms.

1998 Distributional archaeology and paleoecology in the southern Puna, Catamarca, Argentina: preliminary results. *Proceedings XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences*. 1 Sections (C. Arias, A. Bietti, L. Castelletti, c. Peretto eds.), pp. 261-270, Forli, Italy.

RATTO, N. R. y V. WILLIAMS

1995 Las apariencias engañan: materias primas líticas y procesos de producción en el sitio incaico Potrero Chaquiago (Catamarca). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XX: 141-162.

REAVIE, E.D., J.P. SMOL, y N.B. CARMICHAEL

1995 Postsettlement eutrophication histories of six British Columbia (Canada) lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52 (11): 2388-2401.

RENBERG, I. y T. HELLBERG

1982 The pH history of lakes in south-western Wweden, as calculated from the subfossil diatom flora of the sediments. *Ambio* 11: 30-33.

RICE, P.

1987 *Pottery Analysis: A sourcebook*. University of Chicago Press, Chicago.

ROUND, F. E.

1981 *The Ecology of Algae*. Cambridge University Press, Cambridge.

ROUND, F. E., R. M. CRAWFORD y D. G. MANN.

1990 *The Diatoms. Biology & Morphology of the Genera*. Cambridge University Press, London, Cambridge.

SCHMIDT, A.

1874-1959 *Atlas der Diatomacéenkunde*, 472 plates. Leipzig.

STRAUB, F.

1990 *Hauterive-champréveyres. Diatomées et reconstitution des environnements préhistorique*. *Archéologie neuchâteloise* No. 10: 1-96, Fig. 21, Pl. 24.S