LAS DIATOMEAS DE LOS SEDIMENTOS DE LAS LAGUNAS SANTA OLALLA Y DULCE (P. N. DOÑANA)

T. López, J. Román, J. Toja

Dep. Biología Vegetal y Ecología. Fac. Biología. Apartado 1095. 41080. Sevilla.

Palabras clave: Paleolimnología, Diatomeas, Parque Nacional de Doñana.

ABSTRACT

The aim of this work is the study of diatoms accumulated in the sediments of Santa Olalla and Dulce ponds during the last 250 years. Two historical events allow the dating of the sediments: the mobilization of the sand dunes about 1750 and the first plantation of *Eucalyptus* in Doñana about 1850. The first one produced a rapid accumulation of a great amount of clear sand on the bottoms of the ancient ponds, making a new succession process start in the ponds. The second event was due to a change in the agricultural use in the surroundings which modified the trophic status of the ponds. The increase of the eutrophic level in the ponds about 1800-1900 is reflected by changes in the diversity and diatoms composition of the sediment.

INTRODUCCION

El Parque Nacional de Doñana ha sufrido a lo largo de su historia distintos procesos de transformación. El más importante en la flecha litoral fue la movilización de la arenas que dió origen al actual sistemas de dunas móviles. Esto ocurrió hacia 1750 como consecuencia de la coincidencia de varios hechos: un importante incendio y deforestación unidos a un periodo seco y frío (Granados, 1987). Las arenas invadieron súbitamente los sistemas adyacentes, entre ellos el sistema lagunar en el que se encontraba la antigua laguna de Santa Olalla, modificando la morfología de la zona, cambiando la calidad del agua y reiniciando la sucesión en los nuevos cuerpos de agua formados. En el presente trabajo se intenta estudiar estos cambios.

Los estudios sobre las condiciones actuales de las lagunas de Santa Olalla y Dulce (las mayores y más permanentes del sistema, indican que en los años extraordinariamente lluviosos las dos lagunas se unen con agua relativamente dulce y cargada de compuestos polifenólicos. En los años normales y/o secos se separan evolucionando de forma distinta (López et al., 1991; Toja et al., 1991). Dulce adquiere características de una laguna dulce con agua clara y muchos macrófitos en primavera y Santa Olalla se transforma en una laguna alcalina, sin macrófitos en el fondo y dominada absolutamente por las cianofíceas.

Figura 1.- Situación de la zona de estudio. Los puntos indican el lugar en que se tomaron los sedimentos.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se ha realizado en sendos cilindros de sedimentos tomados en 1987 en la zona más profunda de cada una de las dos lagunas (Fig. 1). En Santa Olalla se obtuvo un cilindro de 72 cm y en Dulce uno de 60 cm que, aproximadamente, corresponden al mismo periodo de tiempo.

Cada uno de los cilindros se subdividió en secciones de dos cm de grosor, que se congelaron *In situ* con nieve carbónica, manteniéndolas congeladas hasta el momento de realizar las distintas determinaciones.

En cada fracción de 2 cm se analizó la materia orgánica total, por calcinación a 500°C durante 6 horas, el fósforo total (APHA, 1985) y el fósforo inorgánico (Williams et al., 1976). Para el análisis de los restos de diatomeas se ha utilizado el método de Hustedt (1930) consistente en someter a la muestra a la acción corrosiva de un ácido fuerte en ebullición. Tras lavado de los frústulos se procedió al montaje con naphrax y a la observación en el microscopio óptico.

RESULTADOS

El fondo de las lagunas lo constituyen arenas de las dunas estabilizadas del holoceno (Vanney & Menanteau, 1985; Granados et al., 1988). En las zonas menos profundas el sedimento es arenoso, cambiando a areno-limoso hacia la zona de mayor acumulación. El análisis superficial del sedimento revela la existencia de una capa negra con valores de materia orgánica superiores al 40% en ambas lagunas. El alto contenido de agua de los sedimentos superficiales, junto con la escasa profundidad de las lagunas, hace que sufran una gran perturbación por los animales y por el viento, siendo difícil que se mantenga una estructura estratificada de los sedimentos depositados año tras año.

Los sedimentos estudiados corresponden a unos 250 años de la vida de las lagunas. Dos eventos permiten tener una idea aproximada de la edad de las diversas fracciones. Por un lado la movilización de las dunas data aproximadamente del año 1750. Este hecho se detecta por la existencia de un cambio brusco en las características del sedimento, con un drástico descenso en la concentración de la materia orgánica y, sobre todo, en la de fósforo (figs. 2 y 3). Esto indica que la entrada masiva de arena limpia se produjo en unos pocos años, sellando los sedimentos antiguos en ambas lagunas. El otro evento es la aparición por primera vez de polen de eucalipto en los sedimentos (López et al., en prensa). Las primeras plantaciones de estos árboles se realizaron en 1850.

El cambio en las características del sedimento de ambas lagunas ha sido bastante progresivo desde la entrada de arena, con un incremento generalizado tanto de la materia orgánica como de las distintas formas de fósforo. El incremento ha sido especialmente acentuado en los últimos 40 años.

La entrada masiva de arena significó también un cambio brusco en las especies de diatomeas que se encuentran en los sedimentos. A partir de ese momento las comunidades de las dos lagunas cambiaron progresivamente. Los cambios han sido más notorios en Santa Olalla (Fig. 2) que en Dulce (Fig. 3), donde pronto se estableció una comunidad más parecida a la actual.

En Santa Olalla la mayoría de las especies que se encuentran en las fracciones correspondientes al periodo de entrada de arena son especies que se han desarrollado a lo largo de todo el periodo estudiado, habiéndose encontrado en, prácticamente, todas las secciones (su falta en alguna de éstas puede achacarse a una mala conservación): *Epithemia zebra*, *Achnanthes delicatula*, *Synedra acus*, *Campylodiscus clypeus*, *Cocconeis placentula*, *Amphora ovalis*, *Anomoeoneis sphaerophora* y *A. sphaerophora* var. *sculpta*, especies suficientemente oportunistas para resistir los cambios bruscos que debieron producirse en aquella época, cambios que determinaron la desaparición de especies como

Figura 2.- Cambios detectados en la laguna de Santa Olalla en la distribución de las concentraciones de materia orgánica (mg/GPS) fósforo total y fósforo inorgánico (mg/GPS) y las diatomeas identificadas, a lo largo de un cilindro de sedimento equivalente a 250 años. Se han indicado los años 1750 (movilización de las dunas) y 1850 (aparición de polen de eucalipto).

Figura 3.- Cambios detectados en la laguna Dulce en la distribución de las concentraciones de materia orgánica (mg/gPS), fósforo total y fósforo inorgánico (µg/gPS) y las diatomeas identificadas, a lo largo de un cilindro de sedimento equivalente a 250 años. Se han indicado los años 1750 (movilización de las dunas) y 1850 (aparición de polen de eucalipto).

Navicula sp₁, *Navicula* sp₂, *Fragilaria* sp₁, *Synedra* sp₂, *Surirella ovalis*, *Pinnularia* sp₂, *Nitzschia* sp₂ y *Cymbella cessatii*.

El aumento de eutrofia que parece se produjo hacia 1800, determinó la desaparición de algunas especies como *Pinnularia acoricola*, *P. aff. lata*, *Eunotia pectinalis*, *Nitzschia aff. romana*, *N. dissipata*, *Denticula tenuis*, *Frustulia rhomboides* y *Diatoma elongatum*.

Aunque no se refleja en las características químicas del sedimento, en la época en que aparecen los eucaliptos ocurrieron otros cambios en la explotación agropecuaria de Doñana (Granados, 1987), que debieron afectar al estado trófico de las lagunas, ya que se observa un cambio en las diatomeas de las dos lagunas, desapareciendo en Santa Olalla especies como *Cocconeis pseudomarginata*, *Gomphonema intricatum*, *G. augur* y *Fragilaria intermedia*, mientras que aparecen otras como *Navicula halophila*, *Nitzschia hantzschiana*, *Cyclotella glomerata* y *Rhopalodia gibba*. Estas dos especies desaparecen hacia 1900 con el nuevo aumento de eutrofia.

En las zonas más superficiales del sedimento aparecen especies nuevas como *Nitzschia gracilis*, *Pinnularia gibba*, *Stauroneis* sp₁, *N. amphibia*, *Synedra pulchella*, *Gomphonema longiceps*, *Pinnularia macilenta*, *Gyrosigma acuminatum* y *Rhopalodia gibberula*, quizás como respuesta a la progresiva alcalinización que está sufriendo la laguna.

Se observan también especies que se encontraban en los sedimentos en los momentos inmediatamente anteriores a la entrada masiva de arena y que han vuelto a aparecer en los 4 cm superficiales como *Epithemia argus* y *Cyclotella ocellata*, además de las especies oportunistas antes mencionadas. Esto sugiere que las condiciones que tenía la laguna de Santa Olalla a mediados del siglo XVIII eran parecidas a las que tiene actualmente. Pero esto es algo que sólo podrá comprobarse obteniendo un cilindro de sedimentos más potente que atravesase la capa de arena y llegue a los sedimentos de la laguna antigua.

En Dulce los cambios han sido menos notorios (Fig. 3). Sólo una especie desapareció totalmente después de la entrada de arena, *Navicula* sp₅, si bien la comunidad que se encuentra en esta zona es bastante pobre, con especies oportunistas como ocurre en Santa Olalla (*Synedra ulna* y *Anomoeoneis sphaerophora*). En la época en que se observa por primera vez el polen de eucalipto aparece una gran cantidad de especies nuevas que, salvo en contadas ocasiones, han resistido hasta la actualidad.

El aumento de eutrofia que se produce hacia 1900 se manifiesta en un descenso en la diversidad específica, con la desaparición de algunas especies. Esto no parece deberse a incapacidad por soportar unas condiciones más forzadas, ya que estas especies vuelven ha aparecer y se desarrollan en condiciones de igual o superior eutrofia. Es posible que la causa de su ausencia sea que las condiciones de los sedimentos fueran desfavorables para la conservación de los frústulos. De todas formas, a partir de este momento, desaparecen especies que no han vuelto a aparecer como: *Gomphonema angustatum* var. *producta*, *Eunotia pectinalis*, *Hantzschia amphioxys*, *Gyrosigma acuminatum* y *Cocconeis placentula* var. *euglypta*.

DISCUSION

Muchas de las especies encontradas en estos sedimentos han sido descritas como típicas de ambientes halófilos. Entre ellas *Anomoeoneis sphaerophora* y *Rhopalodia gibberula* se consideran indicadoras de aguas hiperalcalinas, cabonatadas sódicas (Gasse, 1988). Como típicas de aguas cloruradas y sulfatadas, con salinidades entre 0.5 y 5 ‰ se menciona a *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula*, *Nitzschia amphibia* y *Epithemia argus* (Gasse, 1987 y 1988). De aguas someras y salinidades entre 5- 30 ‰, *Campylodiscus clypeus* y *Synedra pulchella*, especies que se encuentran actualmente en el plancton de las lagunas. De medios fluctuantes, con salinidades muy altas (30 a 70 ‰) el mismo autor cita

a *Synedra tabulata*, *Rhopalodia gibberula* y *Nitzschia pusilla*. En este estudio, estas dos últimas especies sólo se han detectado en los sedimentos correspondientes a los últimos años. De aguas someras, pero con preferencia por menor salinidad cita a *Fragilaria brevistriata*, *Nitzschia palea* y *Rhopalodia gibba*, especies frecuentes en el plancton actual. Es lógico encontrar especies que indican distinto grado de salinidad, ya que ésta es muy cambiante en estas lagunas a lo largo del año y de unos años a otros, en función de la pluviometría (Toja et al., 1991)

La fluidez de los sedimentos, la escasa profundidad de las lagunas y la incidencia de la fauna determinan que sea imposible diferenciar los sedimentos depositados cada año. Los primeros 20 cm de sedimentos están removidos constantemente, por lo que la interpretación de lo ocurrido en las lagunas es muy difícil. Sólo episodios muy notables, como la entrada masiva de arena con la movilización de las dunas, permiten diferenciar algunos periodos. Por esta razón no han quedado reflejados en el sedimento los cambios que se producen en la comunidad en los años extraordinariamente lluviosos, cuando se pone en funcionamiento la red de drenaje superficial y las lagunas se llenan de agua muy diluida cargada de compuestos polifenólicos. Esta situación ha sido observada por los autores en dos ocasiones: en 1969-72 (datos propios inéditos) y en 1987-91 (Toja et al., 1991), pero estos periodos se encuentran registrados en los primeros centímetros de los sedimentos que son los más alterados.

No obstante sí se observan cambios progresivos en las comunidades, sobre todo en Santa Olalla, donde las características físico-químicas han variado mucho más profundamente que en Dulce. Los datos que tenemos de la comunidad algal actual (López et al., 1991) indican que también Dulce está sufriendo un proceso de alcalinización, si bien los resultados obtenidos en este estudio no permiten confirmarlo.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto de la CAICYT PR84-0243.

BIBLIOGRAFIA

- APHA. 1985.- Standard Methods for examination of water and wastewater. 16th ed. Amer. Publ. Health Assoc. Washington DC.
- Gasse, F., 1987.- Diatoms for reconstructing paleoenvironments and paleohydrology in tropical semi-arid zones. Hydrobiologia, 154: 127-163
- Gasse, F., 1988.- Diatoms, palaeoenvironments and palaeohydrology in the western Sahara and the Sahel. Würzb. Geogr. Arb., 69: 233-254
- Granados, M., 1987.- Transformaciones históricas de los ecosistemas del Parque Nacional de Doñana. Tesis Doctoral Univ. Sevilla: 485pp.
- Granados, M, Martín, A., García-Novo, F. 1988.- Long-term vegetation changes on the stabilized dunes of Doñana National Park (SW Spain). Vegetatio, 75: 73-80
- Hustedt, F., 1930.- Bacillariophyta (Diatomeae). In: A. Pascher, Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas, 10, 466pp.
- López, T., J. Toja & N.A. Gabellone, 1991.- Limnological comparison of two peridunar ponds in the Doñana National Park. Arch. Hydrobiol., 120(3): 357-378
- López, T., N.A. Gabellone, J. Toja & J. Jauregui, (en prensa).- Paleolimnological studies at Santa Olalla and Dulce ponds in Doñana National Park (Spain). Proceedings of the European Coastal Dune Congress. Sevilla, 1990.

- Toja, J., T. López, & N.A. Gabellone, 1991.- Successional changes in two dune ponds (Doñana National Park). Verh. Internat. Verein Limnol., 24: 1556-1560.
- Vanney, J.R. & L. Menanteau, 1985.- Physiographic map of the Atlantic littoral of Andalusia.-1:50.000. Junta de Andalucía
- Williams, J.D.H., J.M. Jaquet & R.L. Thomas, 1976.- Forms of phosphorus in the superficial sediments of lake Erie. Fish. Res. Bd. Can., 33: 413-429