

Caracterización hidrológica y vulnerabilidad de la laguna del Acebuche (El Abalarío, Huelva)

Hydrological characterization and vulnerability of Acebuche pond (El Abalarío, Huelva)

Miguel Rodríguez-Rodríguez, María José Montes-Vega y Julio Maldonado-Jiménez

Universidad Pablo de Olavide. Carretera de Utrera km 1. 41013 (Sevilla), mrodrod@upo.es, mjmonveg@upo.es, juliomj97@gmail.com

ABSTRACT

In this work, a hydro-morphological characterization of Acebuche pond (El Abalarío, Huelva) has been carried out. The results of the study show a pond with a semi-permanent hydroperiod from 1984 to 2002 and a seasonal hydroperiod from 2002 to the present, deduced from Landsat image analysis. The information analysed indicates that the hydrology of the pond has been managed since before 1984, through the supply to the wetland of groundwater pumped from the aquifer. Without these contributions, the hydroperiod of this pond would be sporadic and the water regime would be as a recharge pond. The current artificial management model is considered acceptable, provided that the levels in the aquifer do not fall unsustainably in the pond area, in which case, its management should be rethought. Finally, a new supply well, located several kilometres from the pond, is not expected to seriously affect this system, which already has an artificial hydrological functioning, and its water regime has been altered for 40 years. It is considered necessary to monitor the piezometric levels in the surroundings and in the pond basin itself by means of the construction of a piezometer.

Key-words: El Abalarío, pond, groundwater management

RESUMEN

En este trabajo se ha realizado una caracterización hidro-morfológica de la laguna del Acebuche (El Abalarío, Huelva). Los resultados del estudio muestran una laguna de hidropériodo semipermanente desde 1984 hasta 2002 y de hidropériodo estacional desde 2002 hasta la actualidad, deducido a partir del análisis de imágenes Landsat. La información analizada indica que la hidrología de la laguna ha sido manejada desde antes de 1984, mediante aportes de agua subterránea del acuífero a la laguna. Sin estos aportes, el hidropériodo de esta laguna sería esporádico y el régimen hídrico sería el de una laguna de recarga. El actual modelo de gestión artificial se considera aceptable, siempre que los niveles en el acuífero no desciendan de manera insostenible en el área de la laguna, en cuyo caso, se debería replantear su gestión. Por último, no se prevé que un nuevo sondeo de abastecimiento, situado a varios kilómetros de la laguna, afecte de manera grave a este sistema, que ya de por sí tiene un funcionamiento artificial y su régimen hídrico está alterado desde hace 40 años. Se plantea como necesario el seguimiento de los niveles piezométricos en el entorno y en la propia cubeta lagunar mediante la construcción de un piezómetro.

Palabras clave: El Abalarío, laguna, gestión aguas subterráneas

Geogaceta, 72 (2022), 3-6
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 09/07/2021
Fecha de revisión: 22/04/2022
Fecha de aceptación: 27/05/2022

Introducción

La laguna del Acebuche se localiza en el extremo oriental de El Abalarío, Huelva (Fig. 1). Este territorio, protegido con la figura de Parque Natural, se sitúa inmediatamente al oeste del Parque Nacional de Doñana, separado de éste por la carretera A-483, que une el núcleo de Matalascañas y el poblado de El Rocío. Forma parte del Gran Ecosistema Fluviomareal de Doñana, en el tramo final del bajo Guadalquivir (Sancho-Royo, et al., 2018). Se trata de una formación de arenas finas de origen eólico con forma de domo y que alcanza una altitud de 70 msnm. Desde el punto de vista hidrogeológico, se trata de una importante zona de recarga del acuífero del Manto eólico de Doñana. La descarga se produce radialmente con dirección SW hacia el mar y, localmente, hacia los acantilados del Asperillo (e.g., arroyo de Fuente del

Loro) y en dirección NE hacia el Arroyo de la Rocina y pequeñas turberas (e.g., en el área de Ribetehilos). Históricamente, El Abalarío era una zona palustre de enorme interés. En la época lluviosa, cientos de lagunas temporales de agua dulce aparecían en las zonas deprimidas del micro relieve dunar. Estas lagunas fueron desapareciendo en diferentes etapas y por varios motivos. La primera causa fue climática: el fin de la Pequeña Edad del Hielo (1430-1850) supuso una aridificación del clima y, en consecuencia, una depresión del nivel piezométrico en el domo de El Abalarío, lo que supuso la desaparición de las lagunas situadas a mayor cota (Sousa y García-Murillo, 1999). Posteriormente, los cambios de usos del suelo para el aprovechamiento forestal a principios del siglo XX supusieron una transformación radical del territorio. El matorral mediterráneo y los pequeños bosquetes de alcornoque y sa-

binas fueron sustituidos por pinares y eucaliptales, que no prosperaron como se esperaba por la infertilidad de los suelos: arenosoles pobres en nutrientes y materia orgánica. Para la desecación de las lagunas se utilizaba *E. camadulensis* (especie adaptada a zonas encharcadas) en las propias cubetas, y *E. Globulus* en las zonas altas, lo cual supuso un descenso adicional del nivel freático. Esta actividad de reforestación duró desde los años 40 a los años 70 del pasado siglo. Supuso, además, la aparición de asentamientos (poblados) y viveros distribuidos por la zona (Sousa y García-Murillo, 1998). A partir de los años 70, coincidiendo con la creación del Parque Nacional y la Reserva Biológica de Doñana, se aclaran las masas más densas de pinos y se eliminan selectivamente ejemplares de eucaliptos. Se abandonan los poblados. A finales del siglo XX, buena parte de las plantaciones de eucaliptos se han sustituido por otras

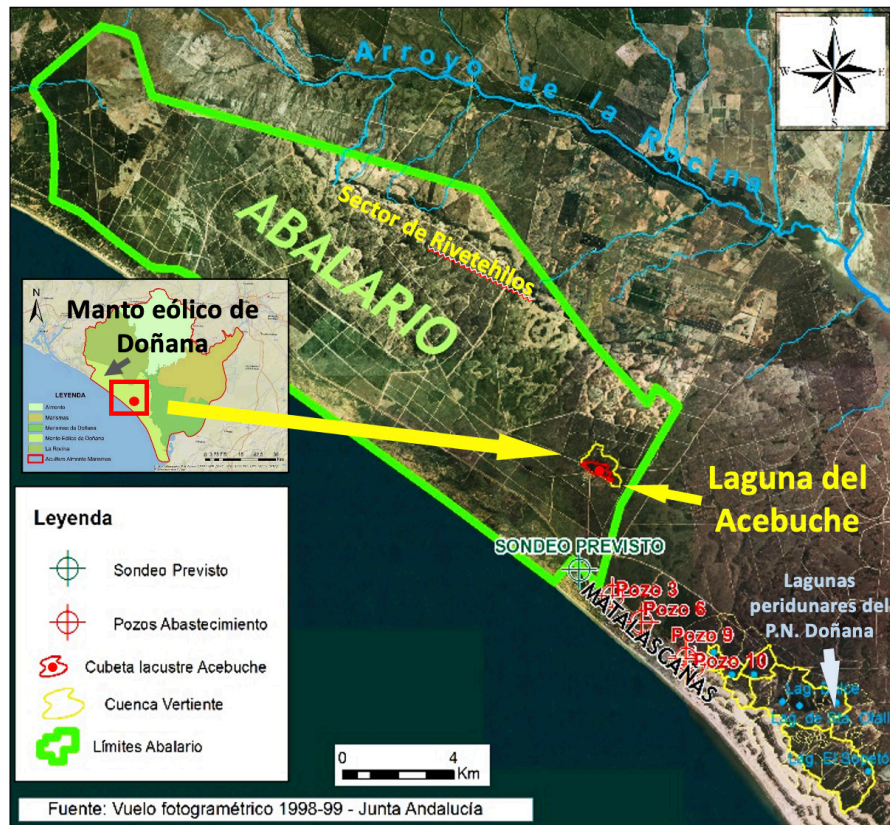


Fig. 1.- Detalle de la Masa de Agua Subterránea del Manto eólico de Doñana y localización del Abalarío (línea verde) y de la cuenca (amarillo) y la laguna del Acebuche (en rojo). Se destacan también los pozos de abastecimiento a la población de Matalascañas, la localización del nuevo sondeo previsto y las lagunas peridunares del P.N. de Doñana. Ver figura en color en la web.

Fig. 1.- Detail of the Groundwater Body of the Doñana aeolian Mantle and location of the Abalarío (green line) and of the basin (yellow) and the Acebuche pond (in red). The supply wells of Matalascañas, the location of the new withdrawal planned and the coastal ponds of the Doñana NP are also shown. See figure in colour on the web.

especies (alcornoques, madroños, acebuches, tarajes y pinos), sobre todo en las orillas de las lagunas desecadas. En la década de los 90 se eliminaron más de 2 millones de pies de eucaliptos y acacias repartidos en una superficie de 3.000 ha, con objeto de recuperar el acuífero y la dinámica hidrogeológica del sistema lagunar (Sancho-Royo, et al., 2018). En este contexto, la laguna del Acebuche es la única laguna que mantiene una lámina de agua estacional, a excepción de pequeñas turberas situadas en el límite norte de El Abalarío, en el sector de Ribeteñiles (Fig. 1). La reciente noticia sobre la construcción de un nuevo sondeo de abastecimiento en el sector del parque dunar, próximo a la laguna del Acebuche (Abad, 2020), así como la inexistencia de publicaciones sobre la hidrología de esta laguna, han motivado la presente investigación, que tiene como objeto realizar una caracterización hidrogeológica de la laguna del Acebuche y analizar la vulnerabilidad de dicho sistema frente a impactos hidrológicos.

Metodología

Para el estudio de las variables hidrometeorológicas se descargaron datos diarios de precipitación, temperatura y ET_0 de la estación hidrometeorológica de Almonte (periodo 2000-2020) que fueron posteriormente tratados con el software Trasero. Los datos piezométricos mensuales del sondeo de aporte (Fig. 2) fueron suministrados por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG) para el periodo 2010-2020. Las imágenes satelitales mensuales (Landsat) para el análisis del periodo de inundación de la laguna se obtuvieron del portal Global Surface Water Explorer para el periodo 1984-2019 (Pekel et al., 2016).

Se analizó la morfometría de la cuenca superficial y de la cubeta lacustre de la laguna del Acebuche con ArcGIS y el MDT de Andalucía (resolución 10 m). Se realizó un inventario de infraestructuras hidráulicas en la laguna y se tomaron muestras de agua que se analizaron posteriormente en el laboratorio de Hidrogeología de la Universidad Pablo de Olavide (Sevilla).

Resultados

En la Figura 2 se puede observar la cuenca vertiente superficial y el área de máxima inundación de la laguna del Acebuche. Es necesario mencionar que la laguna fue modificada para favorecer su inundación artificial, de tal manera que se sobre-excavó la cubeta original para aumentar la profundidad y se llegó a intentar su impermeabilización con la consecuente destrucción de la cubierta edáfica y geomorfológica del vaso original (Green, A., com. pers.). Las infraestructuras hidráulicas construidas para favorecer la entrada de escorrentía superficial desde la parte norte de la cuenca vertiente fueron dos alcantarillas situadas en el norte del vaso. Para la contención del agua se construyeron dos represas, situadas en la parte oeste de la laguna (Fig. 2). El aporte de aguas del acuífero hacia el vaso se realiza gracias a un sondeo situado en el extremo oeste de la laguna. En la Figura 3 se representa el hidroperiodo de la laguna desde el año 1984 hasta la actualidad en el punto de máxima profundidad. Se observa claramente un patrón de inundación durante un primer periodo (1984-2001) en el que la laguna estaba inundada el 94% del tiempo (hidroperiodo permanente) y

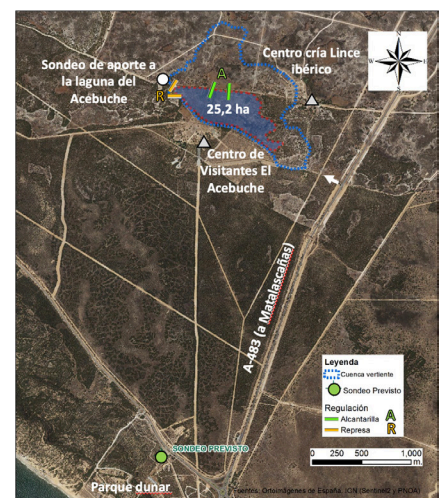


Fig. 2. Cuenca vertiente, área de máxima inundación de la laguna del Acebuche (línea roja) e infraestructuras hidráulicas (sondeo de aporte, alcantarillas y represas). En la parte inferior se puede observar la localización del sondeo previsto en el sector "parque dunar". Ver figura en color en la web.

Fig. 2.- Watershed basin, area of maximum flooding of the Acebuche pond (red line) and hydraulic infrastructures (input withdrawal, sewers, and dams). At the bottom you can see the location of the planned withdrawal in the "dune park" sector. See figure in colour on the web.

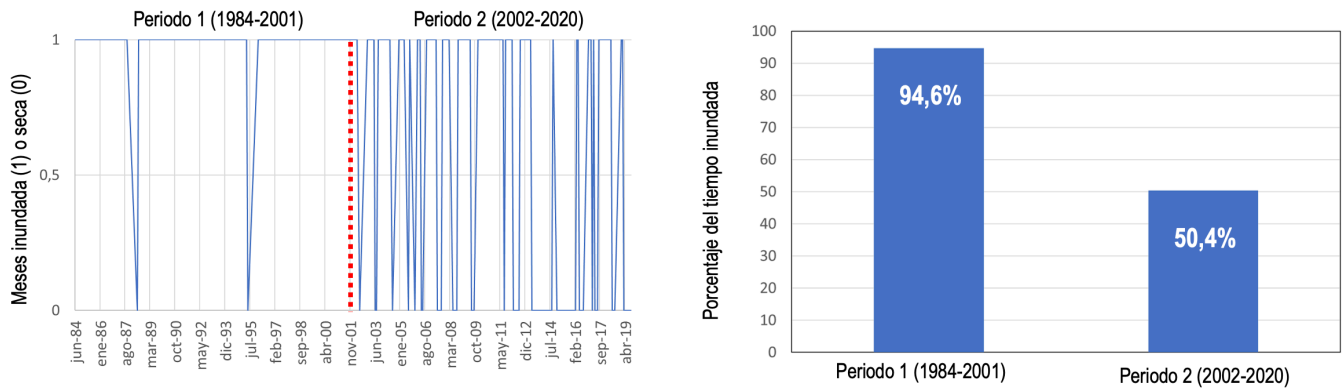


Fig. 3.- Izquierda: Hidroperíodo de la laguna del Acebuche desde 1984 a 2020 a partir de imágenes Landsat. Derecha: Porcentaje del tiempo que la laguna se encuentra inundada entre el Periodo 1 (1984-2001) y el Periodo 2 (2002-2020). Ver figura en color en la web.

Fig. 3.- Left: Hydroperiod of Acebuche pond from 1984 to 2020 from Landsat images. Right: Percentage of time that the pond is flooded between Period 1 (1984-2001) and Period 2 (2002-2020). See figure in colour on the web.

otro a partir de 2002 en el que la laguna solo se inunda en otoño-invierno, la mitad del año. El motivo de este cambio en la gestión fue el de intentar reproducir un ciclo de inundación estándar en un año húmedo, para beneficio de los visitantes, inundando hasta una cota ligeramente superior a la cota original del vaso excavado y dejando secar en verano (Urdiales, C., com. pers.). En la Figura 4 se observa el hidrograma piezométrico en el sondeo de aporte desde 2010 hasta 2020, así como la evolución de la D.A.P.M. en la estación de Almonte durante el mismo periodo. Si bien la tendencia de la precipitación en este periodo es ligeramente descendente, con un periodo excepcionalmente húmedo en 2011 y otro seco en 2019, el nivel piezométrico ha descendido en torno a 5 metros en total. Las precipitaciones de 2016 y 2018 no se han visto reflejadas en una subida equivalente del nivel piezométrico, lo cual nos indica una posible afección por sobreexplotación del acuífero en este punto. La posición de este nivel en el entorno de la laguna, varios metros por debajo de la cota del vaso lagunar, así como la salinidad del agua superficial en el muestreo de campo realizado en diciembre de 2020 (C.E.: 79 $\mu\text{S}/\text{cm}$) nos indica que la laguna tiene un régimen hidrológico de recarga.

Tal y como se refleja en el esquema de la Figura 5, el actual modelo de gestión de la laguna del Acebuche (Periodo 2), que pretende simular el hidroperíodo de una laguna de recarga en un año húmedo, supone un acierto con respecto al modelo seguido en el Periodo 1. Supone un acierto ya que implica una reducción sustancial en los caudales de extracción necesarios para mantener la lámina de

agua. Se han estimado las tasas de evaporación y los volúmenes equivalentes a dicha evaporación en ambos periodos (Fig. 5). Tal y como se puede apreciar, durante el Periodo 1, para mantener la lámina de agua durante todo el verano los caudales de explotación tendrían que ser importantes, incluso sin tener en cuenta los caudales que se perderían por infiltración. El Periodo 2, sin embargo, implica unas menores pérdidas por evaporación. Durante el verano, la laguna está seca y el nivel freático suficientemente bajo para que no se pierda agua por evapotrans-

piración. Durante el invierno, la laguna no está completamente inundada. Por tanto, las pérdidas por evaporación en volumen son también menores.

Conclusiones

La laguna del Acebuche (El Abalarío) tiene un funcionamiento hidrológico artificial. Para la inundación del vaso, que está sobre-excavado, se extrae agua de un sondeo de aporte cercano, que simula el hidroperíodo de una laguna de tipo peridunar durante un año húmedo. Este

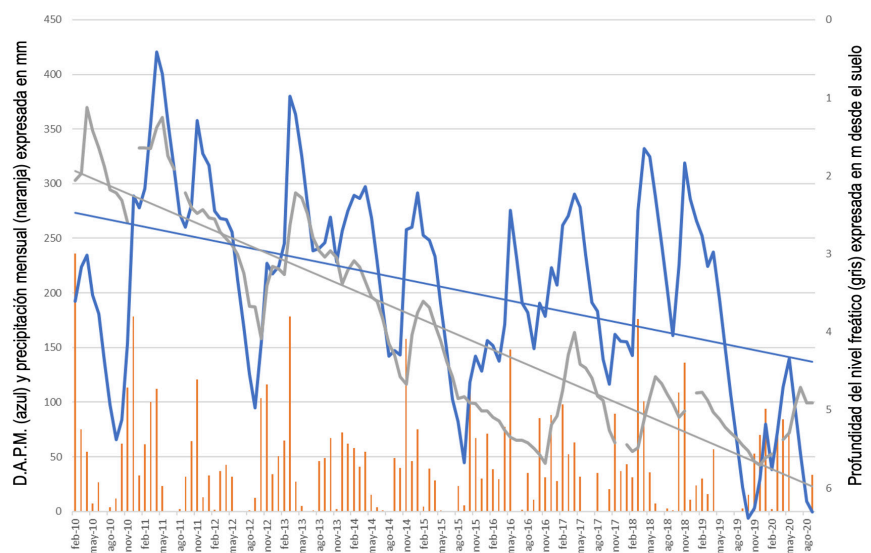


Fig. 4.- Desviación Acumulada respecto de la Precipitación Media (D.A.P.M.); precipitación a escala mensual en la estación agroclimática de El Rocío y relación con la piezometría en el sondeo de aporte (ver Fig. 1). Se representa la tendencia lineal de ambas series. El nivel piezométrico ha descendido más de 5 metros durante el periodo analizado (2010-2020). Ver figura en color en la web.

Fig. 4.- Accumulated Deviation respect to Average Precipitation (D.A.P.M.); precipitation on a monthly scale in the agroclimatic station of El Rocío and the relationship with the piezometry in the input withdrawal (see Fig. 1). The linear trend of both series is represented. The piezometric level has dropped more than 5 meters during the analysed period (2010-2020). See figure in colour on the web.

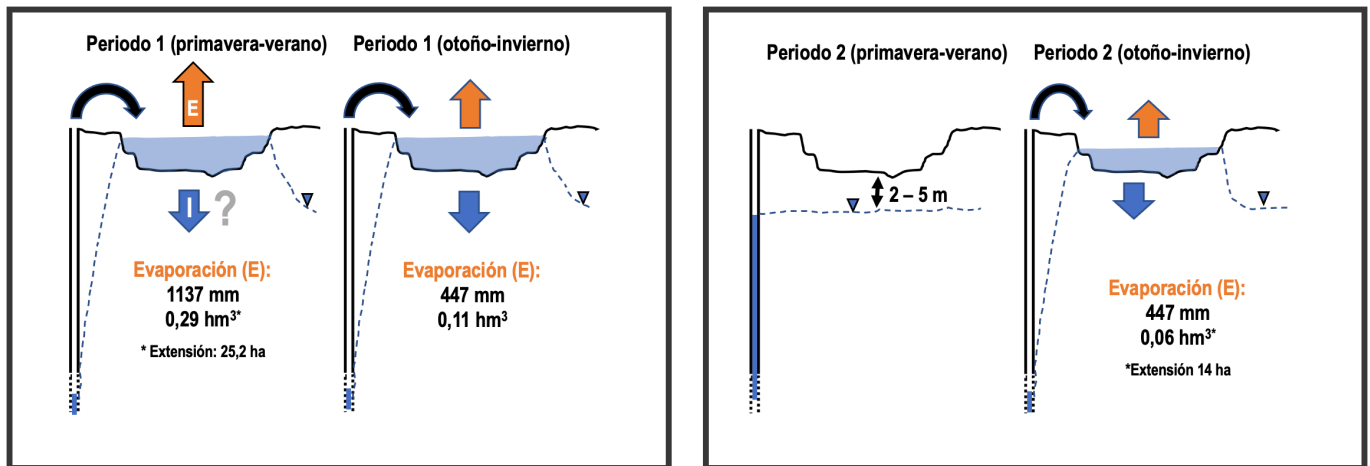


Fig. 5.- Esquema del funcionamiento hidrológico de la laguna del Acebuche I: Infiltración. Ver figura en color en la web.

Fig. 5.- Diagram of hydrological functioning of Acebuche pond. I: Infiltration. See figure in colour on the web.

modelo de gestión, si bien demanda el uso de aguas subterráneas en un acuífero muy sensible a la explotación, como es el acuífero de los mantos eólicos, se considera acertado. Por lo expuesto anteriormente, el sondeo de abastecimiento cuya instalación está prevista en el parque dunar, no se prevé que tenga un impacto significativo en el funcionamiento de esta laguna.

En cualquier caso, sería recomendable la construcción de un piezómetro y realizar un seguimiento y control exhaustivo de los niveles en dicho sondeo, así como en el vaso lacustre y en el sondeo de aporte a la laguna del Acebuche para monitorizar la evolución de los niveles y evitar que éstos descendan de manera excesiva.

Contribución de los autores

A continuación, se detallan las tareas realizadas por cada autor:

Rodríguez-Rodríguez, M.: Supervisión y estructura del trabajo, metodología y figuras, redacción del manuscrito, toma de datos de campo y coordinación.

Montes-Vega, M.J.: revisión y edición de estructura del trabajo, toma de datos de campo y análisis en laboratorio.

Maldonado-Jiménez, J.: toma de datos de campo y análisis en laboratorio.

Agradecimientos y financiación

Este trabajo ha podido realizarse gracias al convenio de colaboración de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y la Universidad Pablo de Olavide: "Estudio de la monitorización hidrológica y modelización de la relación laguna-acuífero en los mantos eólicos de Doñana. Seguimiento y ampliación del inventario". Se agradece el apoyo logístico y técnico de la Infraestructura Científico-Técnica Singular de la Reserva Biológica de Doñana (RBD-ICTS).

Este trabajo forma parte del Trabajo Fin de Grado de la titulación de Ciencias Ambientales (Universidad Pablo de Olavide) del alumno Julio Maldonado Jiménez.

Referencias

- Abad, E. (06 de octubre de 2020). *La CHG trasladará los sondeos en Matalascañas para salvaguardar Doñana*. <http://www.huelvainformación.es>
- Pekel, J., Cottam, A., Gorelick, N. y Belward, A. (2016). *Nature* 540, 418-422.
- Sancho-Royo, F., Fernández-Palacios, J.M., García-Murillo, P., Espina, J., Olmedo, F. y Estévez, A. (2018). *El Abalarío. Un paisaje en construcción*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía, Sevilla, 70 p.
- Sousa, A. y García-Murillo, P. (1998). *Ería* 46, 165-182.
- Sousa, A. y García-Murillo, P. (1999). *Limnetica* 16, 85-98.