

NUEVA METODOLOGÍA DE INFERENCIA PALEOCLIMÁTICA BASADA EN LA HERPETOFAUNA ACUÁTICA. APLICACIÓN AL YACIMIENTO MIOCENO DE CÓRCOLES.

María Belén LUNA TRENADO

Depto. Ecología. Fac. CC. Medio Ambiente. Universidad de Castilla-La Mancha. Avda. Carlos III, s/n.
45071 Toledo. E-mail: bluna@amb-to.uclm.es.

RESUMEN

Se desarrolla una nueva metodología de inferencia paleoclimática basada en la herpetofauna acuática que permite diferenciar los ambientes tropicales de los templados. Este nuevo método se aplica a los datos procedentes del yacimiento de Córcoles, yacimiento correspondiente al Mioceno Inferior. Los resultados indican la presencia de un clima tropical. Esto se debe a que las proporciones específicas de anfibios y reptiles acuáticos de Córcoles presentan mayor similitud con las de cuencas tropicales actuales que con las de cuencas templadas.

Palabras clave: Aragoniense, España, Paleoclimatología, Amphibia, Chelonia, Crocodylia.

ABSTRACT

New paleoclimatic inference methodology based on acuatc herpetofauna. Application to the Miocene fossil bed of Córcoles.

A new paleoclimatic inference methodology is developed. It is based on acuatc herpetofauna and It allow difference tropical and temperate environments. This new method is applied to data from Córcoles. This fossil bed belongs to Lower Miocene. Results show a tropical climate, because amphibian and water reptilian species proportions are more similar to the tropical basins proportion than temperate basins.

Keywords: Aragonian, Spain, Paleoclimatology, Amphibia, Chelonia, Crocodylia.

INTRODUCCIÓN

Según Calvo *et al.* (1993), las condiciones reinantes en la Península Ibérica durante el Aragoniense Inferior eran las pertenecientes a un clima cálido y húmedo. No obstante, hay quien propone un clima templado y el desarrollo de vegetación mediterránea durante el Mioceno Inferior en este área (Janis, 1993; pag. 484).

El objetivo de este trabajo es dar un nuevo punto de apoyo a una u otra hipótesis, utilizando para ello una metodología similar a la empleada en otras ocasiones, con mamíferos, para poder estimar el hábitat predominante en un yacimiento (Andrews, 1979).

El yacimiento Aragoniense Inferior de Córcoles, perteneciente a la zona MN 4 según Bruijn (1992) y situado en la provincia de Guadalajara, constituye la asociación más rica y variada de vertebrados inferiores encontrada en el Terciario español (Crusafont y Quintero, 1970; Alférez y Brea, 1981; Alférez *et al.*, 1982). Alférez y Brea (1981) dan una lista de la herpetofauna de Córcoles (Apéndice) que constituye la base para la realización de este trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Con objeto de determinar si las especies de una cuenca hidrográfica se distribuyen uniformemente a lo largo de la misma, se estudió la homogeneidad para lo cual se ha utilizado un Índice de Homogeneidad (inérito). Este índice se define como

$$IH = 100 n/N$$

siendo n el número de especies que se encuentran en un 50 % o más de la cuenca, y N el número total de especies presentes en la cuenca. Dicho índice alcanza valores máximos (100) cuando todas las especies de la cuenca se distribuyen ampliamente por la misma y mínimos cuando todas las especies tienen distribuciones restringidas.

En el cálculo del mismo se utilizaron las distribuciones de las herpetofaunas actuales de las cuencas del Ebro, Duero y Tajo (Barbadillo, 1987). Se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla I.

	EBRO	DUERO	TAJO	Media
IH	70.6 %	62.0 %	68.4 %	67 %

Tabla I. Valores del Índice de Homogeneidad para las tres cuencas actuales estudiadas así como su media.

Table I. Homogeneity Index values for three present basins and mean value.

En base a estos valores se puede afirmar que la mayoría de las especies se distribuyen a lo largo de la mayor parte de la cuenca. Se puede entonces considerar que los datos obtenidos para lugares más o menos puntuales, como son los yacimientos paleontológicos, se pueden ampliar al resto de la cuenca.

Previamente al estudio de Córcoles se realizó un estudio comparativo de las proporciones existentes entre el número de especies de anfibios y reptiles acuáticos de diversas cuencas actuales pertenecientes a una misma zona climática -templada o tropical-. Se consideró como reptiles acuáticos las especies pertenecientes a los órdenes Cocrodylia y Chelonia, salvo la familia Testudinidae. El propósito es poder afirmar que las proporciones entre estos dos grupos, dependiendo de la zona climática en el que se encuentre la cuenca, se mantienen constantes. Para ello, se analizaron las cuencas del Tajo, Duero y Ebro (Barbadillo, 1987), como ejemplo de templadas, y Orinoco (King y Burke, 1989; Rivero-Blanco y Dixon, 1979) y Zaire (Bânârescu, 1995; Harrison, 1995; Hedges, 1983; King y Burke, 1989) representando a las tropicales (tabla II).

Cuencas templadas	EBRO	DUERO	TAJO	Media
ANFIBIOS	13 - 86.7 %	13 - 86.7%	14 - 87.5%	13.3 - 86.95%
REPTILES ACUÁTICOS	2 - 13.3 %	2 - 13.3%	2 - 12.5 %	2 - 13.05%

Cuencas tropicales	ORINOCO	ZAIRE	Media
ANFIBIOS	25 - 73.5 %	16 - 48.5 %	20.5 - 61.2%
REPTILES ACUÁTICOS	9 - 26.5 %	17 - 51.5 %	13 - 38.8%

Tabla II. Número de especies y proporciones existentes para anfibios y reptiles acuáticos en diferentes cuencas actuales de las dos zonas climáticas estudiadas.

Table II. Amphibians and acuatic reptiles species number and proportions of in present basins of two studied climatic zones.

En primer lugar, para caracterizar las proporciones específicas de anfibios y reptiles acuáticos que cabrían esperarse dentro de un mismo área climática, se halló la proporción media de anfibios y reptiles acuáticos de las cuencas estudiadas. Siendo para una cuenca tropical de 61.2 % (anfibios) y 38.8 % (reptiles), y para una templada de 86.95 % (anfibios) y 13.05 % (reptiles).

Se realizó un test de chi-cuadrado para determinar si existen diferencias significativas entre cuencas situadas dentro de una misma región climática, así como entre cuencas que ocupan diferentes áreas climáticas. Los valores esperados se obtuvieron multiplicando el total de las especies observadas en la cuenca a estudiar por la proporción de anfibios y reptiles que presenta el modelo de cuenca tropical o templada. De este análisis estadístico resultó que ni las cuencas tropicales muestran diferencias significativas entre sí ($X^2_1 = 2.18$, $p = 0.10$ para Orinoco; $X^2_1 = 2.25$, $p = 0.10$ para Zaire), ni tampoco las templadas ($X^2_1 = 0.0001$, $p = 0,995$ para Ebro y Duero; $X^2_1 = 0.0006$, $p=0.99$ para Tajo). También queda confirmado que las cuencas tropicales difieren significativamente de las templadas ($X^2_1 = 5.38$, $p=0.025$ para Orinoco; $X^2_1 = 42.97$, $p=0.001$ para Zaire) y las templadas con respecto a las tropicales ($X^2_1 = 4.09$, $p=0.05$ para Ebro y Duero, $X^2_1 = 4.65$, $p=0.05$ para Tajo). Se puede concluir que existen unas proporciones de anfibios y reptiles acuáticos propias de un determinado tipo de clima (templado o tropical).

Se pasa entonces a estudiar si las proporciones de anfibios y reptiles acuáticos presentes en el yacimiento Mioceno de Córcoles (Apéndice) corresponden a las propias de un clima templado o tropical. Para ello se realiza otra prueba de bondad de ajuste (X^2). De esta forma, se podrá determinar si Córcoles presenta mayor afinidad a una cuenca templada o a una tropical. Se confirmará así, la existencia o no de unas condiciones tropicales en el Mioceno inferior de Córcoles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede observarse en la Fig. 1, las proporciones de anfibios y reptiles acuáticos de Córcoles se asemejan más a las de una cuenca tropical que a las de una templada. Las proporciones de anfibios y reptiles de Córcoles difieren significativamente de las correspondientes a una cuenca templada ($X^2_1 = 4.24$, $p = 0.05$), mientras que no existen diferencias significativas con respecto a una cuenca tropical ($X^2_1 = 0.002$, $p=0.95$). Así pues, se corrobora la hipótesis de Calvo *et al.* (1993) y se descarta la de Janis (1993).

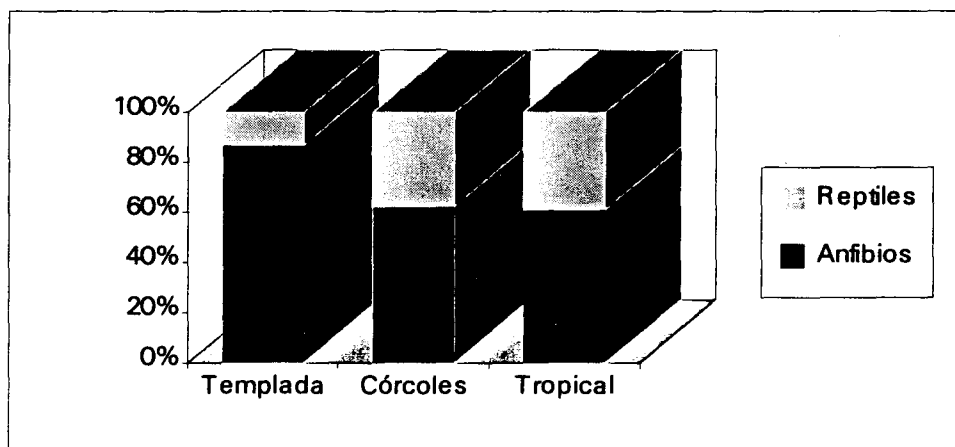


Fig. 1. Comparación de las proporciones de anfibios y reptiles acuáticos de Córcoles frente a las de los modelos de cuenca templada y tropical.

Fig. 1. Amphibian and acuatic reptiles proportions and comparison with temperate and tropical models.

Los cocodrilos son excelentes indicadores paleoclimáticos, dado que sólo pueden vivir en regiones tropicales y subtropicales, donde la temperatura no desciende nunca por debajo de los 10 °C (Jiménez Fuentes, 1986; King y Burke, 1989). Por lo tanto, la presencia de restos de Crocodylidae en Córcoles viene a ratificar la existencia de un clima tropical, como también habían propuesto Alférez *et al.* (1982).

CONCLUSIONES

En este trabajo se muestra la utilidad de las herpetofaunas acuáticas como indicadores paleoclimáticos. No obstante, es necesario ampliar geográficamente el estudio de estas faunas en la actualidad para evaluar y aumentar la precisión de la nueva metodología desarrollada.

En base a las proporciones herpetológicas se puede afirmar que las condiciones climáticas de Córcoles se correspondieron a las de un clima tropical, verificando los resultados expuestos por Alférez y Brea (1981), Alférez *et al.* (1982) y Calvo *et al.* (1993).

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Dra. Nieves López Martínez la canalización de mis esfuerzos en la realización de este estudio. También expreso mi agradecimiento al Dr. Francisco Alférez Delgado por la atenta revisión del mismo. Agradezco a Manuel Hernández Fernández la lectura crítica y sugerencias referidas al manuscrito original.

APÉNDICE. Herpetofauna reconocida en el yacimiento de Córcoles (Alférez y Brea, 1981).

APPENDIX. Córcoles herpetofauna (Alférez & Brea, 1981).

CL. AMPHIBIA

OR. ANURA

Fam. Discoglossidae

Gén. y esp. indet.

Fam. Bufonidae

Bufo cf. viridis LAURENTI, 1768

Bufo sp.

Fam. Ranidae

Rana sp.

OR. URODELA

Fam. Salamandridae

Gén. y esp. indet.

CL. REPTILIA

OR. SQUAMATA

Subor. Sauria

Fam. Gekkonidae

Gén. y esp. indet.

Fam. Lacertidae

Lacerta sp.

? *Pseudeumeces* sp.

? *Dracaenosaurus* sp.

Fam. Anguidae

Ophisaurus sp.

Fam. Varanidae

Varanus ? *hofmanni* ROGER, 1898

Subor. Amphisbaenia

Fam. Amphisbaenidae

cf. *Blanus* sp.

? *Omoiotyphlops* sp.

? Gén. y esp. indet.

Subor. Ophidia

Fam. Typhlopidae

Typhlops sp.

Fam. Elapidae

Palaeonaja sp.

Fam. Colubridae

Subfam. Colubrinae

Gén. y esp. indet.

Fam. Boidae

Subfam. Erycinae

Gén. y esp. indet.

OR. CHELONIA

Fam. Emydidae

Mauremys sp.

? *Clemmydopsis* sp.

OR. CROCODYLIA

Fam. Crocodylidae

Gén. y esp. indet.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrews, P.J., Lord, J.M. y Nesbit, E.M. 1979. Patterns of ecological diversity in fossil and modern mammalian faunas. *Biol. J. Linn. Soc.*, 11: 177-205.
- Alfárez, F. y Brea, P. 1981. Estudio preliminar de los restos de Peces, Anfibios y Reptiles del yacimiento Mioceno de Córcoles (Guadalajara). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 79: 5-20.
- Alfárez, F., Molero, G., Brea, P. y Santafé, J.V. 1982. Precisiones sobre la Geología, Fauna, Cronoestratigrafía y Paleoeología del yacimiento Mioceno de Córcoles. *Rev. Real Acad. Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid*, 64(2): 249-276.
- Bănărescu, P. 1995. *Zoogeography of Fresh Waters, vol 3: distribution and dispersal of freshwater animals in Africa, Pacific areas and South America*. AULA-Verlag, Wiesbaden.
- Barbadillo, L.J. 1987. *La Guía de INCAFO de los Anfibios y Reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias*. Incafo, S.A., Madrid.
- Bruijn, H. d., Daams, R., Daxner-Höck, G., Fahlbusch, V., Ginsburg, L., Mein, P. & Morales, J. (1992): Report of the RCMNS working group on fossil mammals, Reimsburg 1990. *Newsl. Stratigr.* 26(2/3): 65-118
- Calvo, J. P., Daams, R., Morales, J., López Martínez, N., Agustí, J., Anadón, P., Armenteros, I., Cabrera, L., Civis, J., Corrochano, A., Díaz-Molina, M., Elizaga, E., Hoyos, M., Martín-Suarez, E., Martínez, J., Moissenet, E., Muñoz, A., Pérez-García, A., Pérez-González, A., Portero, J. M., Robles, F., Santisteban, C., Torres, T., Meulen, A. J. V. d., Vera, J. A. & Mein, P. (1993): Up-to-date Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *Rev. Soc. Geol. España* 6(3/4): 29-40
- Crusafont, M. y Quintero, I. 1970. Noticia preliminar acerca de un nuevo yacimiento de mamíferos fósiles de la provincia de Guadalajara. *Acta Geol. Hispánica*, 5: 102-104.
- Harrison, A.D. 1995. Northeastern Africa Rivers and Streams. En: *River and Stream Ecosystems* (edit. Cushing, C.E.). *Ecosystems of the World*, 22. Elsevier, Amsterdam
- Hedges, N. G. 1983. *Reptiles and Amphibians of East Africa*. Kenya Literature Bureau, Nairobi.
- Janis, C.M. 1993. Tertiary mammal evolution in the context of changing climates, vegetation, and tectonic events. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 24: 467-500.
- Jiménez Fuentes, E. 1986. Crocodylia. En: *Paleontología t. 2* (edit. Meléndez, B.), pp 279-289. Paraninfo S.A., Madrid.
- King, F.W. y Burke, R.L. 1989. *Crocodylian, Tuatara, and Turtle Species of the World: a taxonomic and geographic reference*. Association of Systematics Collections, Washington D.C.
- Rivero-Blanco, D. y Dixon, J.R. 1979. Origin and Distribution of the Herpetofauna of the Dry Lowland Regions of Northern South America. En: *The South American Herpetofauna, its Origin, Evolution, and Dispersal* (ed. Duellman, W.E.). Monograph of the Museum of Natural History, the University of Kansas, n° 7. Museum of Natural History and Department of Systematics and Ecology of the University of Kansas, Lawrence.
- Walter, H. 1970. *Vegetationszonen und klima*. Eugen Ulmer, Stuttgart.