

Ritmos Intrínsecos de Termorregulação de Lagartos: a Importância de Correlacionados Ambientais

JOSÉ PEDRO S. DO AMARAL

FCUL. Departamento de Biologia Animal. Campo Grande, C2, 3º Piso. Lisboa 1749-016. Portugal

amaral@fc.ul.pt

Escala e heterogeneidade térmicas de ambientes distintos e ultimamente seu grau de previsibilidade pelo organismo deverão afectar de forma diversa os ritmos termorregulatórios de ectotérmicos que neles vivam. Para caracterizar a termorregulação, o caos determinista pode ser útil de duas maneiras: um sistema caótico é uma colecção de muitos comportamentos ordeiros, nenhum dos quais normalmente dominante, o que faz com que os sistemas caóticos sejam extraordinariamente flexíveis (podem alternar rapidamente entre muitos comportamentos componentes diferentes), e caos é imprevisível mas é determinista, assim dois sistemas caóticos idênticos que comecem sob as mesmas circunstâncias iniciais comportar-se-ão exactamente da mesma maneira. Usei a teoria do caos para analisar as temperaturas corporais dos frinosomatídeos *Phrynosoma cornutum*, *Sceloporus magister* e *S. jarrovii*, e dos lacertídeos *Podarcis carbonelli*, *P. hispanica* III, *Teira dugesii* e *Lacerta schreiberi*. Classifiquei cada série num de quatro modelos termorregulatórios: caos determinista, ruído branco, linear determinista e ruído colorido. Postulei a hipótese de que lagartos que vivessem no ambiente com a escala térmica menor e a heterogeneidade térmica mais elevada, teriam termorregulações mais caóticas. As diferenças intrínsecas foram quantificadas medindo os expoentes máximos de Lyapunov ($\bar{\lambda}_1$) e a dimensão de correlação (D_2) associadas a cada série de temperaturas corporais de lagartos. As características térmicas do ambiente foram comparadas pelos diferenciais térmicos de pontos em três escalas diferentes de afastamento espacial. As espécies mostraram diferenças entre si correspondentes às diferenças de habitats putativos.

Intrinsic Rhythms of Lizard Thermoregulation: the Importance of Environmental Correlates

Thermal scale and heterogeneity of different environments and ultimately the degree to which they can be predicted by an organism should affect the thermoregulatory rhythms of ectotherms living in such places in different ways. To characterise thermoregulation, deterministic chaos may be useful in two ways: a chaotic system is a collection of many orderly behaviours, none of which dominates under normal circumstances, which makes chaotic systems unusually flexible (they can switch rapidly among many different component behaviours), and chaos is unpredictable but it is deterministic, thus two identical chaotic systems starting under the same initial conditions will behave exactly the same way. I used chaos theory to analyse the body temperatures of the phrynosomatids *Phrynosoma cornutum*, *Sceloporus magister*, and *S. jarrovii*, as well as the lacer-tids *Podarcis carbonelli*, *P. hispanica* III, *Teira dugesii*, and *Lacerta schreiberi*. I fit each series into one of four thermoregulatory models: deterministic chaos, white noise, deterministic linear, and coloured noise. I hypothesised that the lizard species that lived in the environment with the smallest thermal scale and highest thermal heterogeneity would show the highest degree of chaosticity in its thermoregulation. The intrinsic differences were quantified by measuring the maximum Lyapunov exponents ($\bar{\lambda}_1$) and the correlation dimension (D_2) associated with each series of lizard body temperatures. The thermal characteristics of the environment were characterised by comparing the thermal differentials of points at three different spacing scales. The species showed differences among themselves that closely matched putative habitat differences.

Muskerren termo-erregulazioaren berezko erritmoak: Ingurumen Koerlazioan jarritako Garrantzia

Ingurumen desberdinetako eskala eta heterogeneotasun termikoek, eta azkenaldion organismo batek iragartzeko duen ahalmen mailak horrelako lekuetan bizi diren ektotermikoen erritmo termo-erregulatzailak modu desberdinetan eragin litzakete. Termo-erregulazioa zehazteko, anabasa determinatzailea erabilgarria izan liteke, bi modutan: anabasa sistema bat jarrera ordenatu askoren bilduma da, eta horietako ezin ohi da ohiko baldintzatan gailentzen. Horrek anabasa sistemak modu harrigarrian malgu bilakatzen ditu (azkar alda daitezke jarrera edo osagarri desberdin askoren artean), eta anabasa aurreikus ezina da baina determinatzailea, ordea. Beraz, hasierako inguruabarren mendean abian jarritako bi anabasa

sistemas modu berean jardungo dute. Anabasaren teoria *Phrynosoma cornutum*, *Sceloporus magister* eta *S. jarrovii* frinosomatideoen zein *Podarcis carbonelli*, *P. hispanica* III, *Teira dugesii* eta *Lacerta schreiberi* lazertideoen gorputz tenperatuak aztertzeo erabili nuen. Sail bakoitza lau eredu termo-erregulatzailleetako batean sailkatu nuen: anabasa determinatzailea, hots zuria, lerro determinatzailea eta koloreztatutako hotsa. Honako hipotesia egin nuen, alegia, eskala termiko txikiago eta heterogeneotasun termiko altuagoa duen ingurumen batean bizi ziren muskerrek termo-erregulazio kaotikoenak izango lituzketela. Berezko desberdintasunak muskerren gorputz tenperatura sail bakoitzarekin lotutako *Lyapunov* (\dot{I}_1) berretzaile handienak eta (D_2) koerlazio neurria neurtuz kuantifikatu ziren. Ingurumenaren ezaugarri termikoak puntuen desberdintasun termikoak konparatuz sailkatu ziren hiru espazio eskala desberdinetan. beraien arteko desberdintasunak erakutsi zituzten. Usteko habitatetako desberdintasunei zegozkien beraien arteko desberdintasunak erakutsi zituzten espezieek.



Podarcis ibéricas: el estado de la cuestión

MIGUEL A. CARRETERO

CIBIO, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, Campus Agrário de Vairão, 4485-661 Vairão, Portugal

carretero@mail.icav.up.pt

Los lacértidos del género *Podarcis* constituyen un elemento relevante en los ecosistemas mediterráneos, particularmente en las penínsulas y archipiélagos del sur de Europa que albergan los mayores niveles de endemismo y riqueza específica. A lo largo de la última década, la creciente aplicación de técnicas moleculares va paulatinamente desvelando una realidad evolutiva más compleja que la indicada por las apariencias. La Península Ibérica, debido a su elevada diversidad de hábitats y a su compleja historia geológica, no es una excepción a esta regla. Se presenta aquí una visión actualizada del conocimiento sobre la biología evolutiva de los miembros ibéricos y norteafricanos de este género basada en una aproximación multidisciplinar que integra resultados provenientes de estudios de filogenia, filogeografía, morfometría, ecología, comportamiento, ecofisiología y modelación en GIS. La región objeto de estudio se halla ocupada por 12 diferentes linajes evolutivos que, con excepción de *P. muralis*, forman un clado monofilético. Pese a su apariencia externa, las formas saxícolas conocidas como "*Podarcis hispanica*" representan un agrupamiento heterogéneo, parafilético respecto a *P. bocagei* y *P. carbonelli*, actualmente consideradas como especies. Los profundos nodos del árbol filogenético indican una divergencia antigua que precede claramente al Pleistoceno, si bien son también evidentes cambios recientes en los rangos de distribución debidos a las glaciaciones. Pese a que la parapatría entre linajes suele ser la regla general, existen casos frecuentes de simpatria e incluso de sintopia, aunque normalmente se dan entre formas saxícolas y de suelo. Los contactos entre formas con un uso semejante del hábitat son siempre puntuales. La distinción morfológica entre linajes se ha evidenciado cuando esta ha sido adecuadamente analizada. Algunos caracteres indican una fuerte influencia histórica mientras que otros han evolucionado de modo repetido bajo similares presiones ambientales, independientemente del linaje evolutivo. El fuerte dimorfismo sexual es consecuencia de la selección sexual y su aparición precede a la madurez sexual aunque existen restricciones de desarrollo. La variación morfológica entre poblaciones de la misma especie es también importante y se asocia a cambios locales en las presiones de selección natural (hábitat, clima) y sexual (densidad). También existe evidencia de cambios a corto plazo, particularmente para poblaciones insulares. El grado de plasticidad fenotípica se halla actualmente en estudio. El aislamiento reproductivo entre formas sintópicas y el reconocimiento de pareja dentro de cada población se basan en la competencia entre machos y en el reconocimiento de las hembras por parte de los machos conoespecíficos basado en estímulos tanto químicos como visuales. No obstante, la hibridación entre formas puede aparecer de modo limitado y se han encontrado evidencias de introgresión. Por otro lado, los estudios de ecología comparada realizados no demuestran la existencia actual de competencia por explotación pero sí interferencia comportamental entre formas. Por el contrario, la fuerte diferenciación morfológica entre aquellas formas con extensas áreas de solapamiento sugiere desplazamiento de caracteres en el pasado. Por último, se expone un escenario evolutivo para el grupo que tiene en cuenta los cambios geológicos y climatológicos desde el final del Mioceno los cuales han promovido sucesivos eventos de vicarianza y dispersión. Se sugieren, asimismo, algunas futuras líneas de investigación.