

# MARCADORS GENÈTICS DEL CANVI CLIMÀTIC

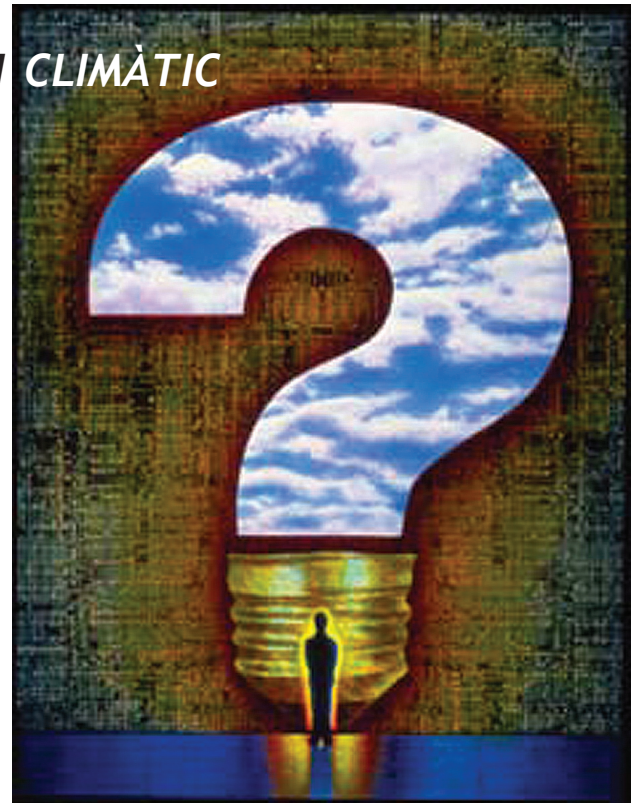
Escrit per:

**Lluís Serra**

Catedràtic de Genètica  
Universitat de Barcelona

Com comenta Josep E. Llebot en el seu article del número 1 d'aquesta revista, hi ha observacions que mostren una imatge del sistema climàtic en un procés de canvi, com per exemple l'augment de la temperatura global uns 0,6° C durant el segle XX. Una de les conseqüències biològiques d'aquest canvi climàtic ha estat el desplaçament de l'àrea de distribució d'algunes espècies cap al nord en latitud i cap a altituds més elevades. Tanmateix, per comprovar de manera fiable aquests desplaçaments cal analitzar tota l'àrea de distribució de l'espècie en qüestió. Un exemple el tenim en el cas de la papallona *Euphydryas editha*. En aquest lepidòpter s'ha estudiat l'extinció o la persistència de l'espècie en 151 poblacions que ja havien estat estudiades prèviament i s'han detectat clines latitudinals i altitudinals significatives de les extincions de les poblacions en llocs no degradats per l'activitat humana; un desplaçament cap al nord vol dir que s'ha detectat una taxa neta d'extinció cap al sud o una taxa neta de colonització cap al nord (Parmesan et al., 1996). En una mostra de 35 espècies europees no migratòries de papallones, el 63% presentaven desplaçaments cap al nord de les seves àrees de distribució entre 35 i 240 km, en el darrer segle, i només un 3% presentaven desplaçaments cap al sud (Parmesan et al., 1999). El límit nord de moltes espècies d'ocells de Gran Bretanya s'ha desplaçat encara més al nord una mitjana de 18,9 km en un període de 20 anys (Thomas and Lennon, 1999).

Un altre mètode consisteix a esbrinar si a les poblacions naturals s'estan produint canvis genètics relacionats amb el canvi climàtic global. El polimorfisme cromosòmic per inversions de *Drosophila subobscura* és un marcador ideal per aquesta mena d'estudis, ja que el contingut genètic dels diferents ordenaments dóna una gran



© Joe Baker

flexibilitat evolutiva als individus de l'espècie i permet la seva ràpida adaptació a diferents condicions ambientals. La dotació cromosòmica haploide d'aquesta espècie està formada per 5 cromosomes acrocèntrics (A=X, J, U, E i O) i un cromosoma puntiforme. En tots els cromosomes acrocèntrics s'hi ha observat un polimorfisme molt ric en inversions paracèntriques. Fins ara s'han descrit més de 60 inversions que es distribueixen en més de 90 ordenaments (conjunts d'inversions) en unes 150 poblacions naturals. A més a més, molts d'aquests ordenaments es distribueixen segons clines latitudinals a Europa: alguns són molt freqüents en el nord i van disminuint cap al sud, i altres a l'inrevés.

Una demostració clara del caràcter adaptatiu d'aquest polimorfisme s'ha obtingut en l'estudi de la formació de clines de les freqüències d'alguns ordenaments en poblacions colonitzadores d'Amèrica: 5 anys després de la colonització ja s'havien desenvolupat clines equivalents a les existents a Europa (Prevosti et al., 1988). En el cas dels caràcters quantitius, com la grandària del cos, també s'ha observat una resposta adaptativa equivalent, encara que la formació de clines ha estat més lenta (Huey et al., 2000).



Visió dorsal i lateral d'un individu de *Drosophila subobscura*. (De: Elisabet Solé Dalfó, Tesi doctoral, 2002)

En el marc d'aquestes observacions ens proposarem estudiar els canvis a llarg termini del polimorfisme cromosòmic de *Drosophila subobscura* i la seva possible relació amb el canvi climàtic global. Sabíem que aquest polimorfisme tenia una resposta ràpida i, per tant, mesurable en una escala microevolutiva, i també disposàvem de dades de les freqüències d'ordenaments cromosòmics en moltes poblacions europees, obtingudes per

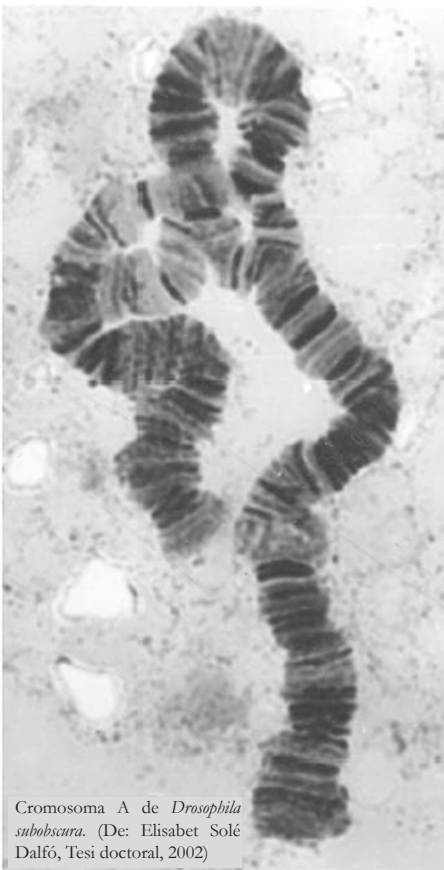
diferents autors feia més de 25 anys. Aleshores l'objectiu del treball era clar: comprovar si la freqüència dels ordenaments típics del nord havia disminuït en tota l'àrea de distribució de l'espècie a Europa, i si, de manera corresponent, havia augmentat la freqüència dels ordenaments típics del sud. Altres autors ja havien obtingut dades en aquest sentit basades en l'estudi d'un sol cromosoma o d'una sola població. Nosaltres volíem esbrinar si el patró de variació observat era general.

Fins ara hem estudiat 13 poblacions europees, les quals ja havien estat analitzades fa més de 25 anys. Les mostres noves han estat obtingudes en les mateixes localitats i període de l'any que les antigues. Aquestes poblacions es troben en ambients molt diversos, algunes a prop de centres urbans sotmesos a un efecte hivernacle molt clar, i d'altres en zones més feréstegues. Les 13 poblacions les hem subdividit en 3 grups: mediterrànies (7), centreeuropees (3) i atlàntiques (3). Recentment hem publicat els resultats corresponents a les poblacions mediterrànies occidentals (Solé et al., 2002). En aquest treball hem comprovat que les freqüències dels ordenaments anomenats estàndard (Ast, Jst, Ust, Est i Ost) presenten clines latitudinals significatives, tant en el cas de les mostres obtingudes recentment com en el cas de les mostres antigues. Aquests ordenaments són freqüents en el nord i van disminuint cap al sud. En el cas dels ordenaments no estàndard més freqüents, hem observat que els

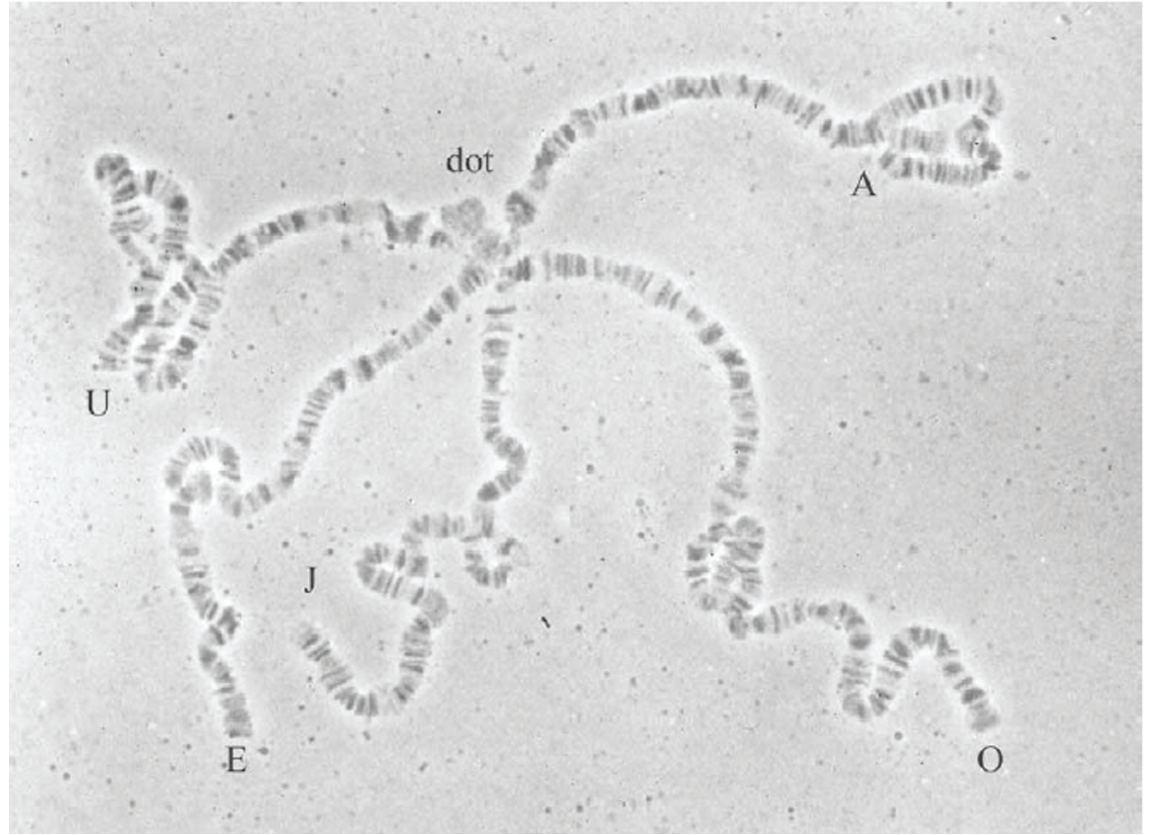
valors del coeficient de regressió entre la freqüència transformada d'aquests ordenaments i la latitud són negatius i significatius.

Les freqüències dels ordenaments de tots els cromosomes han canviat significativament, i d'una manera sistemàtica, durant aquest període de més de 25 anys: en totes les poblacions hem observat un increment de la freqüència d'aquells ordenaments típics del sud i una disminució de la freqüència dels ordenaments típics del nord. Aquest patró de variació és el que s'esperaria si aquestes poblacions s'estiguessin apropant a uns valors d'equilibri que varien a causa de canvis sistemàtics del mateix factor ecològic. Els canvis detectats en les freqüències dels ordenaments són deguts molt probablement a la selecció, ja que s'observa la mateixa tendència (una disminució de la freqüència dels ordenaments típics del nord i un increment dels típics del sud) en totes les poblacions analitzades. En el cas de les poblacions atlàntiques i centreeuropees hem obtingut els mateixos resultats (dades encara no publicades).

Podem dir, doncs, que el polimorfisme cromosòmic per inversions de *Drosophila subobscura* ha canviat de manera sistemàtica durant els últims 25-30 anys. Aquests canvis podrien ser deguts a un canvi de la temperatura o al canvi d'altres factors climàtics associats amb la latitud. Sembla doncs coherent suposar que l'escalfament global del planeta és responsable dels canvis observats en



Cromosoma A de *Drosophila subobscura*. (De: Elisabet Solé Dalfó, Tesi doctoral, 2002)



Fotografia dels 6 parells de cromosomes (5 acrocèntrics i el puntiforme) en una preparació de cromosomes politènics d'un individu de *D. subobscura* (De: Elisabet Solé Dalfó, Tesi doctoral, 2002)

el polimorfisme cromosòmic d'aquesta espècie. Si així fos, aquest polimorfisme es podria considerar com un bon indicador dels canvis climàtics. En aquest sentit, estem realitzant experiments de laboratori, amb caixes de poblacions mantingudes a diferents temperatures i amb un polimorfisme cromosòmic inicial conegut, per tal d'esbrinar un possible efecte directe de la temperatura sobre les freqüències d'ordenaments. Per altra banda, cal completar l'anàlisi de més poblacions paleàrtiques per tenir un ventall complet del que ha succeït en tota l'àrea de distribució de l'espècie.



**Lluís Serra i Camó** (Barcelona, 1948) és Catedràtic de Genètica de la Universitat de Barcelona, on imparteix les assignatures de Genètica i Origen de la Vida i Evolució. Ha sigut Cap d'Estudis i Degà de la Facultat de Biologia i Vicerector de la UB. Actualment és President de la "Sociedad Española de Genética" i membre del comitè editorial de la revista "Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research". Ha publicat més de noranta articles científics en revistes de prestigi internacional. S'ha especialitzat en genètica de poblacions i actualment la seva línia de recerca es basa en l'estudi de la genètica evolutiva d'espècies colonitzadores i en l'anàlisi dels polimorfismes cromosòmics de *Drosophila*, com a marcadors genètics del possible canvi climàtic global del planeta.

## Referències

- Huey, R. B., Gilchrist, G. W., Carlson, M. L., Berrigan, D. and Serra, L. 2000. Rapid evolution of a geographic cline in size in an introduced fly. *Science* 287:308-309
- Parmesan, C. 1996. Climate and species' range. *Nature* 382: 765-766
- Parmesan, C. *et al.*, 1999. Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature* 399: 579-583
- Prevosti, A., Ribó, G. Serra, L., Aguadé, M., Balanyà, J., Monclús, M. and Mestres, F. 1988. Colonization of America by *Drosophila subobscura*: Experiment in natural populations that supports the adaptive role of chromosomal inversion polymorphism. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 85:5597-5600
- Solé, E., Balanyà, J., Sperlich, D. and Serra, L. 2002. Long-term changes in the chromosomal inversion polymorphism of *Drosophila subobscura*. I, Mediterranean populations from southwestern Europe. *Evolution* 56(4):830-835
- Thomas, Ch. D. and Lennon, J. J. 1999. Birds extend their ranges northwards. *Nature* 399:213