

Bioinvasions i clima

Joaquim Fort

Universitat de Girona, Campus de Montilivi, 17071 Girona

1. OBSERVACIONS

La major part de les observacions que relacionen el canvi climàtic amb les poblacions biològiques són molt recents. És per aquest motiu que no hi ha encara llibres que presentin una visió completa d'aquest tema, i ens cal recórrer a revistes de recerca.

1.1 INVASIONS

Les papallones són una espècie extremadament sensible al clima. Per aquest motiu, són considerades bones indicadores del canvi climàtic. Degut a l'augment de temperatura, algunes regions del Nord esdevenen habitables (per exemple, vegeu la Fig. 1) i són envaïdes, mentre que al Sud hi ha extincions. Però cada espècie és diferent, i per tant cal estudiar-ne moltes. A Europa, la gran majoria s'han expandit cap al Nord o romanen estables [Parmesan et al., 1999]. Això no és exclusiu de les papallones. S'han detectat invasions per a centenars d'espècies, incloent arbres, herbes, líquens, ocells, mamífers, insectes, reptils, anfibis, ocells, etc. També a les altes muntanyes, s'observen invasions cap a altituds més elevades. Un 81% per cent de les invasions han tingut lloc en la direcció prevista pel canvi climàtic, i només un 19% en la direcció contrària [Parmesan & Yohe, 2003].

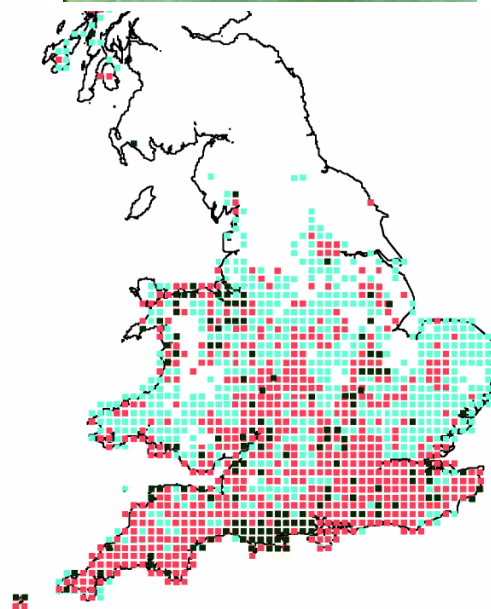


Fig. 1 El territori ocupat per la papallona de la fotografia (*Pararge aegeria*) a la Gran Bretanya s'ha expandit cap al Nord. Els punts blaus corresponen a llocs on s'ha vist aquesta papallona per primera vegada als anys 1970-1997, els vermells al període 1940-1969, i els marrons són observacions de 1915-1939 [Parmesan et al., 1999].

1.2 ALTRES CANVIS BIOLÒGICS

Seria molt incomplet tenir la impressió que el canvi climàtic només afecta les espècies biològiques pel que fa al seu territori.

Algunes observacions interessants són arbres que floreixen cada primavera més aviat; un avançament en la reproducció d'amfibis; ocells que emigren, fan els nius i posen els ous abans; etc. Hi ha doncs un avançament de dates, que depèn de cada espècie i té lloc per a invertebrats (a una mitjana de 5.5 dies/dècada), amfibis (5 dies/dècada), ocells (6 dies/dècada), herbes (5 dies/dècada) i arbres (3 dies/dècada). Globalment doncs, l'avançament degut al canvi climàtic és d'uns 5 dies/dècada [Root et al. (2003)].

1.3 RELACIÓ AMB EL CLIMA

A les seccions anteriors hem vist que hi ha invasions i d'altres canvis biològics, però realment són deguts al canvi climàtic? Sempre hi pot haver excepcions, però ja hem insistit que la direcció (espacial o temporal) és, en la gran majoria dels casos, la predita pel canvi climàtic. Aquest és un argument fort a favor d'una relació de causalitat. També veurem sèries temporals on s'observa una correlació impressionant entre les fluctuacions de les variables climàtiques (com ara la temperatura) i biològiques (com ara l'anomalia temporal en l'aparició de fulles d'algunes plantes o en la sortida de l'ou d'alguns ocells) [Walther et al., 2002].

2. TEORIA I INVASIONS HUMANES

Una conseqüència directa de les invasions degudes al canvi climàtic, és la possible modificació substancial de la distribució geogràfica de la vida a la Terra en el futur. Un article recent simula aquesta evolució i prediu un capgirament del 40% de les espècies biològiques en un termini de 50 anys [Peterson et al., 2002]. Però les simulacions existents es basen en hipòtesis (sovint poc realistes) relatives a la capacitat de dispersió dels individus. Per tant, és molt important desenvolupar teories que permetin predir la dinàmica de les invasions, i contrastar-les amb les observacions sempre que sigui possible.

Els models matemàtics prediuen velocitats d'invasió per a les papallones de 1.3 a 8.6 km/any, valors molt semblants als observats, que són de 1.9 a 8.4 km/any [Campos, Fort & Llebot, 2002]. Per a d'altres espècies animals s'obtenen resultats també coherents amb les observacions [Ortega-Cejas et al., 2003]. El mateix tipus de models s'han aplicat a invasions humanes a la prehistòria [Fort & Méndez, 1999; Fort, Pujol & Cavalli-Sforza, 2003], les quals també es creu que van ser degudes a canvis climàtics. D'aquesta forma veurem com l'estudi del canvi climàtic ens pot aportar explicacions, no només relatives a la geografia de poblacions i a la biodiversitat, sinó també a la pròpia història humana (Fig. 2).

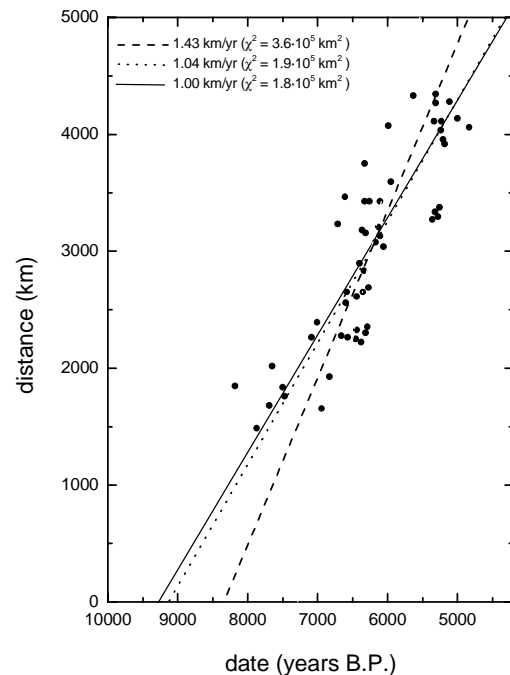


Fig. 2 La transició de l'economia caçadora-recolectora a l'agrícola (Neolític) a Europa. Les dades arqueològiques van ser analitzades per primera vegada per Ammerman i Cavalli-Sforza. Les distàncies es mesuren des de la ciutat de Jericó (el suposat origen de dispersió). Les dates són expressades en anys abans del present (B.P.). La línia contínua és un ajust (regressió) a les dades. La línia a punts correspon a un model matemàtic recent i la línia a traços al model clàssic de Fisher, que no té en compte l'alentiment degut al temps entre generacions consecutives [Fort & Méndez, 1999].

D. Campos, J. Fort & J. E. Llebot, *Physical Review E* **66**, 062901 (2002).

J. Fort & V. Méndez, *Physical Review Letters* **82**, 867 (1999). <http://www.aip.org/physnews/graphics/html/diffuse.htm> ; <http://www.aip.org/eneews/physnews/1998/split/pnu408-2.htm> .

J. Fort, T. Pujol & L. L. Cavalli-Sforza, *Cambridge Archaeological Journal*, en premsa (2003).

V. Ortega-Cejas, J. Fort & V. Méndez, *Ecology*, en premsa (2003).

C. Parmesan et al., *Nature* **399**, 579 (1999).

C. Parmesan & G. Yohe, *Nature* **421**, 37 (2003).

A. T. Peterson et al., *Nature* **416**, 626 (2002).

T. L. Root et al., *Nature* **421**, 59 (2003).

G. R. Walther et al., *Nature* **416**, 389 (2002).