



# UNA NUOVA PROSPETTIVA IL CAMBIAMENTO CLIMATICO, LA STEPPA EUROASIATICA E LA PESTE, A PARTIRE DAL NEOLITICO

JOHN L. BROOKE

*Un grande sconvolgimento nella storia dell'Eurasia segnò il passaggio dall'isolamento delle culture neolitiche locali a sistemi unificati di organizzazione sociale. Dati recenti confermano che ciò si è verificato per effetto del cambiamento climatico e del diffondersi dell'utilizzo dei cavalli, che costituirono altresì fattori scatenanti del propagarsi della peste originata in Asia centrale nel IV millennio, periodo d'intense precipitazioni dopo migliaia di anni di aridità. L'epidemia si diffuse a seguito di massicce ondate di migrazioni umane, colpendo così la Cina, l'India, il Medio Oriente, il Mediterraneo, l'Europa e l'Africa occidentale.*

Quarant'anni fa lo storico Carlo Ginsburg, nel saggio *Il formaggio e i vermi*, descrisse l'universo di Menocchio, al secolo Domenico Scandella, un umile mugnaio friulano vissuto nel XVI secolo. Secondo lo studioso, che aveva paragonato la creazione dell'universo alla fermentazione del formaggio, il mondo di Menocchio era stato in qualche modo forgiato dall'antica mitologia indoeuropea<sup>1</sup>. All'epoca la sua interpretazione fu considerata fantasiosa, e probabilmente lo era. Tuttavia, le nuove analisi genetiche ci offrono dati specifici sulla diffusione a ovest delle civiltà indoeuropee alla fine del Neolitico e nell'Età del Bronzo. Queste recenti informazioni su un antico collegamento tra l'Europa e la steppa gettano nuova luce sulle migrazioni, sul clima e sulle malattie nell'Eurasia di un tempo.

1. GINSBURG 1976.

Anche se la steppa non avesse, di fatto, trasmesso al mondo di Menocchio un'antica analogia vedica tra il formaggio, i vermi e la coalescenza della terra, ha certamente veicolato una diffusa e ricorrente pestilenza che si originò per effetto del cambiamento climatico globale verificatosi nell'Olocene. Ora possiamo affermare, con un buon grado di certezza, che la peste – nella fattispecie il batterio *Yersinia pestis* – è molto antica: proveniente dalle montagne dell'Asia centrale, si diffuse a seguito di eventi climatici ricorrenti e si trasmise attraverso i corridoi della steppa tramite uomini a cavallo. Se la nuova analisi genomica sarà confermata, potremo ipotizzare che furono i protoindoeuropei a portare per primi la peste dalla steppa all'Europa 5000 anni fa.

Un anno dopo la pubblicazione dell'opera di Ginsburg, William H. McNeill scrisse *La peste nella storia*, sintesi della storia della peste bubbonica. Secondo la sua analisi, le malattie infettive del Vecchio Mondo si svilupparono nel cuore dei territori sede delle antiche civiltà, per poi culminare in grandi epidemie quando i primi scambi commerciali iniziarono a collegare mondi a sé stanti. Secondo l'autore, la peste ebbe origine nelle aree montuose della Birmania, si propagò attraverso la Cina nelle campagne della Mongolia nel XIII secolo, per poi comparire lungo la Via della Seta nell'Asia centrale e, infine, colpire l'Europa, come nel caso della Morte Nera nel 1346<sup>2</sup>.

Attualmente siamo in grado di operare alcune importanti revisioni della sua analisi. In primo luogo, anche se le invasioni mongoliche possono aver svolto un ruolo nella diffusione geografica della Morte Nera, la peste ha origini genetiche nell'Asia centrale, più precisamente nelle montagne che si affacciano sulla Via della Seta e, in particolare, nelle pulci che stanziano su roditori terrestri quali marmotte, gerbilli e topi campagnoli<sup>3</sup>. In secondo luogo, a fronte dell'incertezza di McNeill in merito alla natura dell'epidemia che devastò l'antichità tra il 540 e l'800 circa – la Peste di Giustiniano – nuove analisi genetiche degli scheletri antichi hanno dimostrato che il batterio *Yersinia pestis* dell'Asia centrale fu responsabile non solo della Morte Nera nel tardo Medioevo, ma anche della stessa Peste di Giustiniano. Se il flagello del Medioevo si fece strada a ovest attraverso la steppa e il mar Nero, la peste antica probabilmente prese la Via della Seta meridionale, attraversò l'India o l'Iran e raggiunse il mar Rosso<sup>4</sup>.

2. McNEILL 1976, pp. 142-143.

3. HYMES 2014; CUI ET AL. 2013; EROSHENKO 2017. La peste quale causa della Morte Nera non era del tutto certa sino allo sviluppo dei test genetici; per un resoconto completo della letteratura, cfr. la sintesi dello studio di DRANCOURT – RAOUT 2016.

4. HARPER 2017, pp. 217-218; WAGNER ET AL. 2014.

Si diffuse da aree poco popolate dell'Asia centrale in tutte le direzioni, colpendo le regioni più civilizzate e densamente popolate, che Victor Lieberman chiama le «rimland» dell'Eurasia, ovvero la Cina, l'India, il Medio Oriente, il Mediterraneo e l'Europa sino, addirittura, all'Africa occidentale<sup>5</sup>. Ma perché la malattia si presentò in più ondate, la Peste di Giustiniano prima e la Morte Nera poi? Ora è chiaro che le epidemie richiedevano condizioni di piovosità nella steppa. Di norma, l'Asia centrale è alquanto arida, il che limita l'estensione e la produttività delle piante erbacee e riduce, di conseguenza, il numero di roditori di montagna, dimora delle pulci portatrici di peste; di tanto in tanto, tuttavia, le precipitazioni aumentano in modo da determinare un incremento dei roditori e una maggiore disponibilità di foraggio per cavalli. E fu proprio questo fenomeno a dar luogo, all'epoca, a un'espansione geografica degli insediamenti umani, della transumanza e dei caravanserragli lungo la Via della Seta e alla diffusione locale e, quindi, continentale della peste<sup>6</sup>. Le piogge non erano causate, come si penserebbe, dai monsoni asiatici provenienti dall'Oceano indiano e dal Pacifico orientale. Persino durante il Primo Olocene, caldo e umido, essi non raggiungevano l'Asia centrale, zona totalmente desertica. Ma dopo il 5000 / 4000 circa s'indebolirono al punto che oggi le piogge monsoniche non raggiungono nemmeno l'area settentrionale del Tibet.

La maggior parte delle precipitazioni dell'Asia centrale non provengono dal sud, bensì dall'occidente, dalle perturbazioni atlantiche. In realtà, quello che conta è che i venti di ponente reagiscono ai periodi di raffreddamento globale prendendo una direzione meridionale. Mentre il loro normale percorso porta tiepide piogge estive nel nord Europa, durante i periodi in cui l'emisfero settentrionale è più freddo, questi venti si spostano a sud, trasportando maggiori correnti cicloniche e quindi pioggia, attraverso il Mediterraneo, il mar Nero, il mar Caspio e il mare di Aral nell'Asia centrale. Contemporaneamente, però, si verifica anche l'effetto opposto: durante questi stessi periodi più freddi, El Niño si rinforza indebolendo i monsoni indiani. Pertanto, durante i periodi più freddi l'Asia centrale è investita da maggiori precipitazioni, mentre il subcontinente indiano soffre la siccità<sup>7</sup>. Tali condizioni stanno generando conseguenze

5. LIEBERMAN 2003; CHOUIN – DE CORSE 2010.

6. STENSETH 2006; KAUSRUD 2010; SCHMIDT ET AL. 2015.

7. HURRELL 2003; CHEN ET AL. 2016; ZHAO ET AL. 2013; CHEN ET AL. 2010; BROOKE 2014, pp. 177-182, 276-279. Sempre controintuitivamente se, da un lato, il Monsone Indiano non raggiunge l'Asia centrale nei periodi caldi, questo sistema di 'blocco' viene meno nei periodi freddi, il che consente alle precipitazioni monsoniche meno abbondanti di raggiungere l'Asia centrale, unitamente all'aumento delle piogge causate dai venti di ponente. ZHANG ET AL. 2017.

significative sull'attuale situazione di riscaldamento globale antropogenico. I venti di ponente, che rappresentano una fonte di pioggia essenziale per le zone centrali dell'Eurasia da semiaride ad aride, ora si stanno spostando rapidamente verso nord, generando scarsità d'acqua e siccità, contribuendo inoltre all'instabilità politica in una vasta zona del mondo islamico<sup>8</sup>.

Tornando al nostro caso, è la situazione opposta che ci interessa: in condizioni globali più fredde, ci troviamo di fronte a El Niño, tra i fenomeni più forti che si abbattano sulle Americhe; a monsoni indeboliti che si ritirano e non raggiungono l'India e la Cina; a venti di ponente invernali che portano acqua in abbondanza favorendo la crescita di piante e la riproduzione di cavalli, roditori e quindi della peste. Queste condizioni si verificarono tutte insieme durante la piccola era glaciale, che ebbe inizio alla fine del XIII secolo.

I dettagliati dati 'paleo-proxy' di cui disponiamo indicano chiaramente i collegamenti tra il cambiamento di direzione dei venti di ponente, la maggiore piovosità nell'Asia centrale e il diffondersi della peste. Bruce Campbell, nel monumentale studio sulla Morte Nera – *The Great Transition* – ha chiarito perfettamente tale relazione: la peste medievale affondava le sue radici nell'aumento delle precipitazioni nell'Asia centrale verificatosi nel decennio del 1340, dopo secoli di estrema aridità<sup>9</sup>. Alcune circostanze sembrano provare che tali condizioni si siano verificate in concomitanza con il raffreddamento della Tarda Antichità, a partire dal VI secolo. Kyle Harper, nel recente *The Fate of Rome*, sostiene che gli stessi presupposti siano stati alla base dell'epidemia della Peste di Giustiniano, che colpì l'area del Mediterraneo nel 540<sup>10</sup>. Dal quadro generale emerge che i periodi più freddi nella storia dell'umanità, dai tempi di Cristo fino al termine della piccola era glaciale, già di per sé disastrosi per le società agricole delle rimland eurasiatiche, furono lo scenario di devastanti epidemie di peste bubbonica originatesi nella steppa e veicolate, possiamo aggiungere, dai guerrieri a cavallo.

Grazie alla pubblicazione di due importanti articoli sulla genomica preistorica della peste, rispettivamente del 2015 e del 2017, siamo ora in grado di andare ancora più indietro con la storia del clima e della malattia infettiva, fino alla transizione dal Neo-

8. WERRELL – FEMIA 2013.

9. CAMPBELL 2016, pp. 277-289; BROOKE 2014, pp. 380-390.

10. HARPER 2017, pp. 219-220.

litico all'Età del Bronzo. Due gruppi di genetisti hanno identificato separatamente i geni del batterio *Yersinia pestis* nei denti e nelle ossa di resti umani sepolti nella zona compresa tra le montagne dell'Altai fino all'Europa occidentale, risalenti all'epoca che va approssimativamente dal 2800 al 950 a.C.<sup>11</sup> Alla luce di questi risultati, si conosce che la peste si è originata migliaia di anni prima e disponiamo di nuove informazioni sul contesto climatico in cui si è diffusa. Tuttavia, l'aspetto più importante risiede nel fatto che essa affonda le radici nel cuore del IV millennio, periodo durante il quale l'Asia centrale improvvisamente iniziò a vedere precipitazioni dopo migliaia di anni di aridità.

Il bacillo *Yersinia pestis* si sviluppò quando una versione del *Yersinia pseudotuberculosis*, che vive nel terreno, generò una dipendenza da determinate condizioni nell'intestino di alcune pulci. Decisamente sconcertante è il fatto che, secondo le analisi genetiche più recenti, ciò accadde a un certo punto tra il 3700 e il 4000, nelle catene montuose attorno al Bacino del Tarim, ovvero le montagne Tian Shan e Altun Shan e, forse, la catena Altai più a nord. Questo momento storico corrisponde al passaggio da 'sabbia in movimento' a 'paleosuolo stabile', allorchè il deserto lasciò il posto a terreni più ricchi da un punto di vista organico, in grado di fornire sussistenza a una popolazione abbondante di roditori con le rispettive pulci<sup>12</sup>. Pertanto, le origini della specie *Yersinia pestis* sono direttamente legate all'inizio della piovosità durante l'Olocene nell'Asia centrale. A partire da questo momento, come calcolato dai modelli matematici della ramificazione genetica, si registra un intervallo di un millennio fino alla peste individuata nei resti scheletrici del 2800, quando la malattia si diffuse dall'Altai al Caucaso settentrionale, fino alla Croazia. Le morti provocate dalla peste nelle montagne dell'Altai, testimoniate dai resti scheletrici della popolazione Afanasevo, potrebbero essere scaturite da focolai locali naturali. Non è così invece per i resti rinvenuti più a occidente, seguiti da ritrovamenti sparsi nella steppa, nell'Europa orientale, nel bassopiano germanico, nel Baltico, nelle Alpi settentrionali e nel Caucaso meridionale, risalenti a un'epoca compresa tra il 2500 e il 950 a.C.

11. RASMUSSEN ET AL. 2015; VALTUEÑA 2017.

12. RASMUSSEN 2015; VALTUEÑA 2017; CHEN 2016, p. 139.



I genetisti, oltre a scoprire che queste epidemie di peste dell'Età del Bronzo erano diffuse dalle pulci, hanno riscontrato anche che il batterio *Yersinia pestis* di allora non era in grado di bloccare l'intestino, fattore che avrebbe poi reso la Peste di Giustiniano e quella medioevale così letali. Questa capacità si sviluppò attorno al 1000 a.C., sempre nel bel mezzo di un periodo caratterizzato da freddo e cambiamento climatico, e ciò contribuì al crollo delle civiltà della tarda Età del Bronzo e all'affermarsi di piccole comunità dell'Età del Ferro<sup>13</sup>.

Semberebbe, quindi, che la peste abbia avuto origine nella tarda preistoria e che, attraverso la steppa, si sia diffusa verso l'Europa occidentale e centrale tra la fine del Neolitico e l'inizio dell'Età del Bronzo; inoltre, che sia stata veicolata a occidente da popolazioni migranti. Ma come si è trasmessa la peste attraverso i 2400 chilometri che separano le montagne Tian Shan dal Caucaso settentrionale? Una prima riflessione riguarda la criticità dell'uso di cavalli come mezzo di trasporto: vi è un consenso generale sul fatto che essi furono addomesticati, almeno parzialmente, attorno al 3500 e forse sporadicamente già nel 4500<sup>14</sup>. In secondo luogo, dobbiamo considerare gli spostamenti d'interesse popolazioni.

Mentre per decenni gli archeologi avevano ipotizzato solo movimenti isolati e locali, le analisi genetiche indicano adesso che gli uomini migravano. Agricoltori del neolitico con la firma genetica del Mediterraneo orientale si erano trasferiti in Europa nel millennio precedente<sup>15</sup>. Intorno al 3000 flussi migratori interessarono la steppa, nella fattispecie la civiltà Yamnaya – che parlava una lingua protoindoeuropea e si trasferì a occidente con carri trainati da cavalli – recante una firma genetica distinta che tuttora caratterizza gran parte della popolazione europea. Gli Yamnaya si spostarono nei Balcani dando vita alla cultura della Ceramica Cordata nella Prima Età del Bronzo, che si diffuse nell'Europa settentrionale<sup>16</sup>.

Secondo una teoria, queste migrazioni portarono la prima forma della peste in Europa. Dall'altra parte della steppa, ritrovamenti di resti di vittime del flagello a Sintashta e Andronovo, risalenti a un'epoca compresa tra il 2200 e il 1700 a.C., suggeriscono che è possibile che queste antiche civiltà abbiano portato la malattia in Cina e in India<sup>17</sup>.

13. RASMUSSEN 2015.

14. ANTHONY 2007, pp. 193-224; OUTRAM 2009.

15. LAZARIDIS ET AL. 2016; HOFMANOVÁ ET AL. 2016.

16. ANTHONY 2007, pp. 225-370; HAAK ET AL. 2015; ALLENTOF ET AL. 2015; CASSIDY ET AL. 2016.

17. RASMUSSEN 2015; VALTUEÑA 2017.

In Europa potrebbe essersi verificato un evento simile alla Morte Nera, conseguente alla diffusione della peste da parte degli Yamnaya. Ipotizzando che ciò sia vero, deve essersi trattato di un fenomeno lento e graduale, simile alla Morte Nera del Medioevo, ma comunque determinante. Tuttavia, le date ancora non combaciano. Dall'analisi comparativa degli antefatti provenienti da scavi di siti preistorici con la datazione del radiocarbonio, gli archeologi hanno elaborato opinioni discordanti sulla crescita e sul crollo delle popolazioni del Neolitico in Europa, soprattutto per quanto riguarda un particolare momento di collasso, avvenuto nell'arco di 500 anni, a partire dal 3300 circa.

Il dibattito riguarda la genesi dell'evento, e cioè se fu determinato da una crescita eccessiva della popolazione o dall'impatto del cambiamento climatico. Ma è stato anche ipotizzato che le epidemie, soprattutto la prima peste, abbiano spianato la strada alle migrazioni degli Yamnaya<sup>18</sup>.

Questo collasso del Neolitico è stato forse provocato dalla prima epidemia, precorritrice della Peste di Giustiniano e della Morte Nera. Si pone, però, un problema cronologico. La possibile crisi della popolazione nel Neolitico sembrerebbe essere terminata, e non iniziata, nel 2800 circa, più o meno all'epoca dei primi morti per peste in Europa. Ne derivano pertanto alcuni dubbi. Forse nei prossimi anni avremo prove di tracce di peste in Europa risalenti al 3300, oppure potrebbe trattarsi di un altro patogeno. Ma se il collasso del Neolitico in Europa è stato causato dalla peste, la sua rapidità di movimento attraverso la steppa dalle montagne dell'Asia centrale rinforzerebbe la teoria del repentino impatto del trasporto a cavallo attraverso l'Eurasia. E se così fosse, si tratterebbe di sporadici frammenti, archeologicamente invisibili, e non della migrazione d'interesse popolazioni. A un certo punto, nel 3300 circa, un uomo, che chiamiamo Ötzi, morì sulle Alpi italiane e fu sepolto da una coltre di ghiaccio e neve. Quasi cinque millenni lo separano dal Menocchio di Ginsburg, forse un suo lontano discendente che visse circa centocinquanta chilometri a sud est, due secoli dopo la Peste Nera.

18. KRISTIANSEN ET AL. 2017; BEVAN ET AL. 2017; SHENNAN ET AL. 2013; HINTZ ET AL. 2012; STEVENS – FULLER 2012.



Ci si chiede se Ötzi simboleggi un grande sconvolgimento nella storia dell'Eurasia, cioè il passaggio dall'isolamento delle culture neolitiche locali all'unificazione resa possibile dal cambiamento climatico, dai cavalli e dalla peste



## BIBLIOGRAFIA

- M. ALLENTOF ET AL., *Population genomics of Bronze Age Eurasia*, «Nature» 522 (2015), pp. 167-172.
- D. ANTHONY, *The Horse, the Wheel, and Language: How Bronze-Age Riders from the Eurasian Steppes Shaped the Modern World*, Princeton University Press, Princeton 2007.
- A. BEVAN ET AL., *Holocene fluctuations in human population demonstrate repeated links to food production and climate*, «Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America» 114 (2017), pp. E10524-E10531.
- J. BROOKE, *Climate Change and the Course of Global History: A Rough Journey*, Cambridge University Press, New York 2014.
- B. CAMPBELL, *The Great Transition: Climate, Disease and Society in the Late-Medieval World*, Cambridge University Press, New York 2016.
- L. CASSIDY ET AL., *Neolithic and Bronze Age migration to Ireland and establishment of the insular Atlantic genome*, «Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America» 113 (2016), pp. 368-373.
- F. CHEN ET AL., *Moisture changes over the last millennium in arid central Asia: a review, synthesis and comparison with monsoon region*, «Quaternary Science Reviews» 29 (2010), pp. 1055-1068.
- F. CHEN ET AL., *A persistent Holocene wetting trend in arid central Asia, with wettest conditions in the late Holocene, revealed by multi-proxy analyses of loess-paleosol sequences in Xinjiang, China*, «Quaternary Science Reviews» 146 (2016), pp. 134-146.
- G. CHOUIN – C. DECORSE, *Prelude to the Atlantic Trade: New Perspectives on Southern Ghana's Pre-Atlantic History (800-1500)*, «Journal of African History» 51 (2010), pp. 123-145.
- Y. CUI ET AL., *Historical variations in mutation rate in an epidemic pathogen, Yersinia pestis*, «Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America» 110 (2013), pp. 577-582.
- M. DRANCOURT – D. RAOULT, *Molecular history of plague*, «Clinical Microbiology and Infection» 22 (2016), pp. 911-915.
- G. EROSHENKO ET AL., *Yersinia pestis strains of ancient phylogenetic branch O. ANT are widely spread in the high-mountain plague foci of Kyrgyzstan*, «Plos One» 12 (2017).

- C. GINSBURG, *The Cheese and the Worms: The Cosmos of a Sixteenth-Century Miller*, trad. John e Anne Tedeschi, Johns Hopkins University Press, Baltimore 1980.
- W. HAAK ET AL., *Massive migration from the steppe was a source for Indo-European languages in Europe*, «Nature» 522 (2015), pp. 207-211.
- K. HARPER, *The Fate of Rome: Climate, Disease, & the End of an Empire*, Princeton University Press, Princeton 2017.
- M. HINZ ET AL., *Demography and the intensity of cultural activities: an evaluation of Funnel Beaker Societies (4200-2800 cal BC)*, «Journal of Archaeological Science» 39 (2012), pp. 3331-3340.
- Z. HOFMANOVÁ ET AL., *Early farmers from across Europe directly descended from Neolithic Aegeans*, «Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America» 113 (2016), pp. 6886-6891.
- R. HYMES, *Epilogue: A Hypothesis on the East Asian Beginnings of the Yersinia Pestis Polytoxy*, «Medieval Globe» 1 (2014), pp. 258-308.
- J. HURRELL ET AL., *The North Atlantic Oscillation: Climatic Significance and Environmental Impact*, American Geophysical Union, Washington DC 2003.
- K. KAUSRUD ET AL., *Modeling the epidemiological history of plague in Central Asia: Palaeoclimatic forcing on a disease system over the past millennium*, «Bmc Biology» 8 (2010).
- K. KRISTIANSEN ET AL., *Re-theorising mobility and the formation of culture and language among the Corded Ware Culture in Europe*, «Antiquity» 91 (2017), pp. 334-347.
- I. LAZARIDIS ET AL., *Genomic insights into the origin of farming in the ancient Near East*, «Nature» 536 (2016), pp. 419-424.
- V. LIEBERMAN, *Strange Parallels: Southeast Asia in Global Context, c. 800-1830*, 2 voll. Cambridge University Press, New York 2003.
- W. MCNEILL, *Plagues and Peoples*, Anchor Books, New York 1976.
- A. OUTRAM ET AL., *The Earliest Horse Harnessing and Milking*, «Science» 323 (2009), pp. 1332-1335.
- S. RASMUSSEN ET AL., *Early Divergent Strains of Yersinia Pestis in Eurasia 5,000 Years Ago*, «Cell» 163 (2015), pp. 571-582.
- B. SCHMID ET AL., *Climate-driven introduction of the Black Death and successive plague reintroductions into Europe*, «Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America» 112 (2015), pp. 3020-3025.
- S. SHENNAN ET AL., *Regional population collapse followed initial agriculture booms in mid-Holocene Europe*, «Nature Communications» 4 (2013).
- N. STENSETH ET AL., *Plague dynamics are driven by climate variation*, «Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America» 103 (2006), pp. 13110-13115.
- C. STEVENS – D. FULLER, *Did Neolithic farming fail? The case for a Bronze Age agricultural revolution in the British Isles*, «Antiquity» 86 (2012), pp. 707-722.
- A. VALTUEÑA ET AL., *The Stone Age Plague and Its Persistence in Eurasia*, «Current Biology» 27 (2017), pp. 3683-3691.
- D. WAGNER ET AL., *Yersinia pestis and the Plague of Justinian 541-543 AD: a genomic analysis*, «Lancet Infectious Diseases» 14 (2014), pp. 319-326.
- C. WERRELL – F. FEMIA (eds. by), *The Arab Spring and Climate Change: A Climate and Security Correlations Series*, Stimson Center for American Progress, Washington DC 2013.
- X. ZHANG ET AL., *Detecting the relationship between moisture changes in arid central Asia and East Asia during the Holocene by model-proxy comparison*, «Quaternary Science Reviews» 176 (2017), pp. 36-50.
- C. ZHAO ET AL., *Holocene temperature fluctuations in the northern Tibetan Plateau*, «Quaternary Research» 80 (2013), pp. 55-65.