

Better-B newsletter

Numero 4 – Giugno 2026

La diversità genetica è fondamentale per la resilienza delle api. Le famiglie di api con un'elevata variabilità genetica sono più forti capaci di affrontare i fattori di stress. La diversità genetica è anche la materia prima per l'evoluzione, poiché consente alle popolazioni di api di adattarsi ai climi locali e alle condizioni ambientali, e di sviluppare resistenza ai patogeni. Per comprendere meglio come la diversità genetica promuova la resilienza, il progetto Better-B ha sequenziato l'intero genoma di oltre mille api. I risultati hanno identificato i geni che sono probabilmente importanti per l'adattamento a climi diversi. Abbiamo inoltre utilizzato il sequenziamento genomico per studiare i cambiamenti genetici che si verificano quando le popolazioni di api sopravvivono all'esposizione all'acaro *Varroa destructor* senza trattamenti, evidenziando la capacità naturale delle api di mantenersi in vita. **In definitiva, l'obiettivo di questa ricerca è stato quello di consentire agli apicoltori di selezionare api con corredi genetici resilienti e ben adattati all'ambiente in cui si trovano.**

Come si adattano le api all'ambiente in cui si trovano?



Resilience
to climate
and heat
stress

L'apicoltura in Europa è praticata in diverse condizioni climatiche, che variano dalle estati calde e aride del Mediterraneo ai lunghi inverni scandinavi, peraltro condizioni che stanno continuamente modificandosi a causa del cambiamento climatico. È fondamentale garantire che le api siano geneticamente adattate alle condizioni climatiche locali per garantire la loro resilienza e quindi la sopravvivenza della colonia. Per scoprire i geni importanti per quello che riguarda l'adattamento al clima, i ricercatori del team di Matthew Webster (UU) e Alice Pinto (IPB), in collaborazione con gli altri partner del progetto Better-B hanno sequenziato i genomi di oltre 1000 api raccolte in tutta Europa.

La storia evolutiva delle api

Se vogliamo capire come le api si adattano all'ambiente, dobbiamo conoscere la loro storia evolutiva. Le api sono presenti in Europa da quasi un milione di anni, molto prima dell'arrivo dell'uomo. A causa delle importanti fluttuazioni climatiche intervenute nelle ere glaciali ed a causa di barriere naturali (es. le catene montuose), due principali linee evolutive si sono delineate, con grosse differenze genetiche tra loro. Queste sono la "linea M" – a cui appartengono l'ape nera (*Apis mellifera mellifera*) e l'ape iberica (*A. m. iberiensis*) – e la "linea C" – a cui appartengono l'ape bionda italiana (*A. m. ligustica*) e l'ape grigia (*A. m. carnica*). L'areale nativo della "linea M" in Europa si estende in tutto l'occidente, dalla Scandinavia alla Penisola Iberica, mentre la "linea C" è limitata al sud-est dell'Europa, alla penisola italiana e ai Balcani.

Molto più di recente, negli ultimi 150 anni, la distribuzione naturale delle api in Europa è stata alterata dal fenomeno della globalizzazione, che ha comportato lo spostamento delle colonie e l'importazione di regine da parte degli apicoltori. Quindi la "linea C" è stata trasportata nei paesi del nord Europa, influenzando il corredo genetico delle api della "linea M" che erano native di quelle aree. La mescolanza di linee evolutive aumenta la diversità genetica, ma può anche alterare gli adattamenti tra i geni e l'ambiente, riducendo la resilienza delle popolazioni locali. Studiando i

genomi delle api, vogliamo capire l'effetto del trasporto delle api sull'adattamento all'ambiente in cui si trovano. Ci poniamo inoltre l'obiettivo di identificare i geni che controllano i tratti rilevanti per l'adattamento al clima.

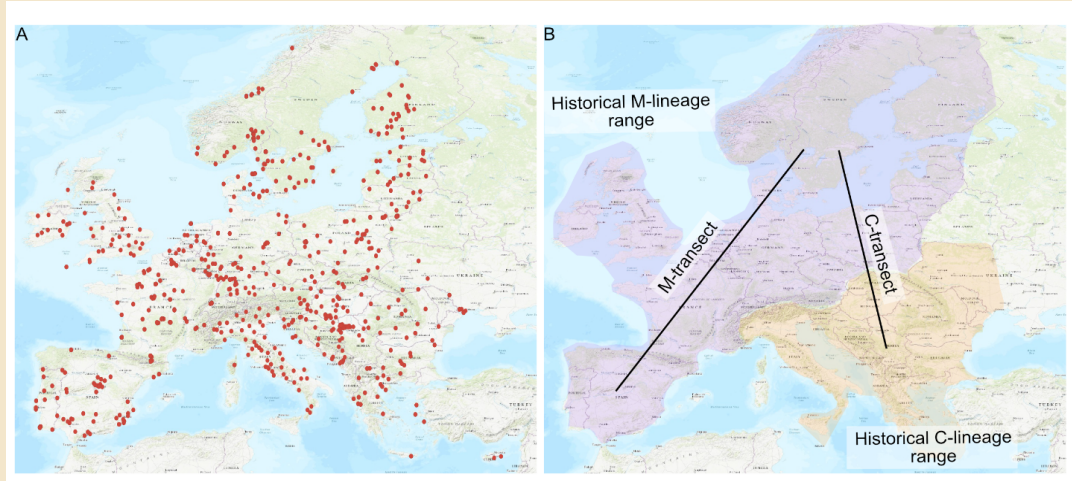


Figura 1: (A) Luoghi di campionamento di oltre 1000 api provenienti dai 33 paesi europei i cui genomi sono stati sequenziati in Better-B. (B) Areale storico delle api delle linee M (rosa) e C (arancione) native dell'Europa. Questa distribuzione è stata alterata dal trasporto di api della linea C (*spt. A. m. ligustica*) più a nord. Abbiamo confrontato i genomi delle api lungo due transetti nord-sud per individuare i geni che controllano l'adattamento al clima.

Il sequenziamento di 1000 genomi di api

Il progetto Better-B ha sequenziato i genomi di api operaie raccolte in tutta Europa (Fig. 1A). Questi dati hanno rivelato che il trasporto delle api ha avuto un impatto massiccio sulla loro genetica. Paesi tra cui Germania, Belgio, Paesi Bassi e quelli della Scandinavia presentano ormai comunemente più del 90% del loro corredo genetico costituito dalla linea C importata dal sud Europa. È possibile che questa movimentazione su larga scala abbia alterato l'adattamento all'ambiente locale, dando vita ad api meno resilienti.

Tenendo conto della presenza di questi corredi genetici misti, abbiamo confrontato le popolazioni di api lungo due transetti nord-sud per identificare i geni che potrebbero modulare l'adattamento al clima (Fig. 1B). Il transetto della linea M confronta le api della Penisola Iberica con quelle del nord Europa. Queste devono essere raccolte da popolazioni di "conservazione" che non sono state influenzate dall'importazione di api della linea C. Il transetto della linea C confronta le api del sud-est europeo con quelle del nord Europa. Effettuando questi confronti, possiamo identificare varianti genetiche specifiche che differiscono per frequenza tra le popolazioni settentrionali e meridionali e che possono spiegare l'adattamento a climi diversi.

Geni per l'adattamento al clima

Abbiamo utilizzato un'ampia gamma di metodi statistici per identificare i geni responsabili dell'adattamento al clima. Questi metodi hanno confrontato il genoma di api che vivono a latitudini diverse. Inoltre, abbiamo cercato correlazioni tra le frequenze geniche e i parametri climatici, come la temperatura e le precipitazioni. Utilizzando questi metodi, abbiamo identificato diversi geni con varianti differenti nei paesi settentrionali rispetto ai paesi meridionali. Un gene particolarmente interessante appartiene alla famiglia della "catena pesante della miosina" (myosin heavy chain), la quale produce proteine che sono componenti fondamentali del muscolo. Le api utilizzano i loro muscoli utilizzati per il volo per regolare la temperatura all'interno dell'alveare, sia generando calore nei periodi freddi, sia aumentando il flusso d'aria nell'alveare per rinfrescarlo nei mesi caldi. Ipotizziamo che varianti diverse di questo gene siano vantaggiose a seconda che la colonia si trovi in un clima caldo o freddo. Promuovendo l'uso di api con varianti

genetiche di questo carattere in funzione con il clima locale in cui si trovano le api, possiamo aumentare la loro resilienza e la sopravvivenza delle colonie stesse.

Come fanno le api a sviluppare una resistenza alla *Varroa*?



L'acaro *Varroa* è la causa principale della perdita di alveari in Europa, e la maggior parte delle colonie non può sopravvivere senza trattamenti chimici antivarroa. Ciononostante, negli ultimi due decenni, diverse popolazioni di api hanno sviluppato una resistenza naturale a questo parassita e riescono a sopravvivere senza l'intervento degli apicoltori. Il progetto Better-B ha studiato quattro popolazioni esistenti che sopravvivono alla *Varroa* e ha stabilito nuove popolazioni non trattate per la *Varroa* in nove diverse località in tutta Europa. Sequenziando i genomi di queste popolazioni, possiamo analizzare i cambiamenti nella variazione genetica in funzione della resistenza alla *Varroa*.

Genetica delle colonie che sopravvivono alla *Varroa*

Le località delle popolazioni che sopravvivono alla *Varroa* sono mostrate nella Figura 2. Abbiamo identificato quattro popolazioni di api e precisamente in a Cluj-Napoca (Romania), Gjerdrum (Norvegia), De Hoge Veluwe (Paesi Bassi) e Kalmthout (Belgio). Tutte queste popolazioni sono sopravvissute alla *Varroa* per molti anni senza trattamenti. La popolazione norvegese dal 1999, la popolazione olandese dal 2007, mentre sia la popolazione belga che quella rumena sono prive di trattamenti dal 2019. I partner di Better-B hanno inoltre avviato nove nuove popolazioni resistenti all'inizio del progetto nel 2023 in regioni con climi diversi in tutta Europa. Ciascuna località ha iniziato con una media di circa 56 colonie gestite secondo l'approccio della "scatola nera darwiniana" (Darwinian black box). Questo protocollo garantisce che le popolazioni si evolvano sotto la selezione naturale della *Varroa* e include la scissione annuale delle colonie per la prevenzione della sciamatura. Tra queste popolazioni, due non sono sopravvissute al primo anno senza il trattamento per la *Varroa*, dimostrando il suo effetto devastante sulle colonie di api.

Abbiamo studiato l'evoluzione di tutte le popolazioni che sopravvivono alla *Varroa* utilizzando il sequenziamento dell'intero genoma. Eravamo interessati ad alcune domande principali: 1) I colli di bottiglia demografici (population bottlenecks) dovuti alla selezione naturale, causano una diminuzione della variazione genetica? 2) Una bassa variazione genetica aumenta il rischio di estinzione della popolazione a causa della *Varroa*? 3) Quali varianti genetiche sono importanti ai fini della selezione perchè aumentano la resistenza alla *Varroa*?

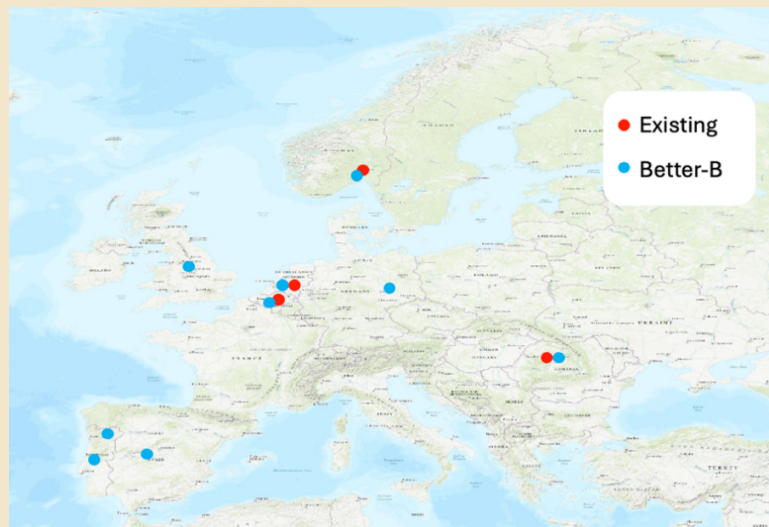


Figura 2: Località delle popolazioni di api che sopravvivono alla *Varroa* studiate nell'ambito di Better-B

Alti livelli di diversità genetica nelle api europee

Abbiamo confrontato i livelli di diversità genetica nelle quattro popolazioni resistenti alla *Varroa* con alveari delle regioni vicine che sono state trattate per la *Varroa*. Sorprendentemente, non sono emerse differenze significative. Questo risultato è sorprendente poiché le popolazioni non trattate hanno subito sostanziali riduzioni numeriche a causa della mortalità delle colonie, un fattore che ci si aspetterebbe portasse a una minore diversità genetica. I risultati evidenziano quindi la naturale capacità delle api di mantenere la variazione genetica attraverso processi come l'accoppiamento delle regine con più fuchi.

Quando abbiamo confrontato la diversità genetica tra le diverse popolazioni, abbiamo scoperto che questa era da rapportare in particolar modo alle origini storiche: le colonie con un'ascendenza ibrida erano geneticamente più diverse. Tuttavia, non abbiamo riscontrato alcun effetto della diversità genetica sulla sopravvivenza delle popolazioni nella "scatola nera darwiniana", il che suggerisce che la diversità genetica in tutte queste popolazioni sia sufficientemente elevata e che la mortalità dovuta alla *Varroa* dipenda da altri fattori.

I confronti tra le quattro popolazioni stabilizzate resistenti alla *Varroa* e le popolazioni circostanti trattate per l'acaro non hanno rivelato geni specifici responsabili della resistenza alla *Varroa*. Ciò è probabilmente dovuto al fatto che un gran numero di geni è importante per la resistenza alla *Varroa* e che le varianti genetiche che si selezionano differiscono tra le varie popolazioni e i diversi ambienti. Gli esperimenti della "scatola nera darwiniana" eseguiti nell'ambito di Better-B genereranno altre popolazioni di api in grado di sopravvivere alla *Varroa*, le quali costituiranno una risorsa fondamentale per comprendere la genetica della resistenza alla *Varroa*.

Cosa ci aspetta?

Nella prossima fase del progetto, modelleremo gli effetti futuri del cambiamento climatico su come le api si adatteranno al loro ambiente. Questo ci aiuterà a prevedere gli impatti del cambiamento climatico sulla resilienza delle colonie di api e a determinare se vi saranno regioni d'Europa particolarmente a rischio di perdita di colonie a causa del cambiamento climatico. Identificando specifiche varianti genetiche in base al clima, speriamo inoltre di poter consigliare agli apicoltori i ceppi di api meglio adattati alle loro condizioni ambientali.

Gli esperimenti di selezione darwiniana sono attualmente in corso in nove località nell'ambito di Better-B. Queste popolazioni stanno sviluppando una resistenza alla *Varroa*. Analizzando i cambiamenti genetici nelle popolazioni che sopravvivono o che si estinguono, e confrontandoli tra le diverse popolazioni, vogliamo scoprire i fattori genetici che promuovono la resilienza delle colonie.

Vuoi saperne di più?

Ti invitiamo a partecipare al nostro prossimo evento pubblico, che si terrà il 25 novembre 2026 a Bragança (Portogallo) e online. L'evento si svolgerà sia in inglese che in portoghese (con un po' di spagnolo).

In questa occasione esploreremo ulteriormente la genetica delle api ed il loro adattamento all'ambiente, scopriremo come quest'ultimo influenza la resistenza ai pesticidi e approfondiremo i meccanismi di termoregolazione all'interno dell'alveare. Ti invitiamo calorosamente a discutere con noi l'approccio di Better-B per un'apicoltura sostenibile, basato su una gestione a due binari, che separa la produzione dalla riproduzione. Nel pomeriggio si terrà una sessione pratica in cui impareremo come aiutare al meglio l'alveare a regolare la sua temperatura interna.

Learn more

www.better-b.eu

Follow us on LinkedIn

[Better-B Project](#)

This work was supported by the Better-B project, which has received funding from the European Union, the Swiss State Secretariat for Education, Research and Innovation (SERI) and UK Research and Innovation (UKRI) under the UK government's Horizon Europe funding guarantee (grant number 10068544).



UK Research
and Innovation



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation