

ERITRULOSIO NELLO SPAZIO INTERSTELLARE

Si chiama eritrulosio ed è il primo zucchero mai osservato nello spazio interstellare. Composto da quattro atomi di carbonio e presente sulla Terra in alcuni frutti, è stato individuato da un team del Centro de Astrobiología di Madrid in una nube molecolare vicino al centro della Via Lattea. La scoperta rafforza l'ipotesi che parte degli ingredienti necessari all'emergere della vita abbia origine extraterrestre.

Da MEDIA INAF del 14 luglio 2026 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Giuseppe Fiasconaro, intitolato "Eritrulosio, una dolce scoperta tra le stelle".

Gli zuccheri sono biomolecole essenziali per la vita. Non solo perché rappresentano la principale fonte di energia per le cellule del nostro organismo, ma anche perché – formando il cosiddetto *scheletro zucchero-fosfato* – costituiscono l'impalcatura del Dna e dell'Rna, le macromolecole responsabili della conservazione, trasmissione ed espressione dell'informazione genetica. Secondo alcune teorie sull'origine della vita sulla Terra, questi composti avrebbero avuto un ruolo fondamentale anche nella comparsa dei primi acidi nucleici. Gli esperimenti di chimica prebiotica condotti finora indicano, tuttavia, che la loro sintesi nelle condizioni della Terra primordiale sarebbe stata poco efficiente. Per questo motivo, da anni gli scienziati ipotizzano che almeno una parte di queste molecole possa essersi formata tra le stelle, per poi raggiungere la Terra "a bordo" di asteroidi e comete.

A sostegno di questa ipotesi c'è il ritrovamento in meteoriti e campioni asteroidali di ribosio, glucosio e altri monosaccaridi. Finora, però, è mancata la prova fondamentale: la scoperta di uno zucchero direttamente nel mezzo interstellare. Ora, quella prova è finalmente arrivata.

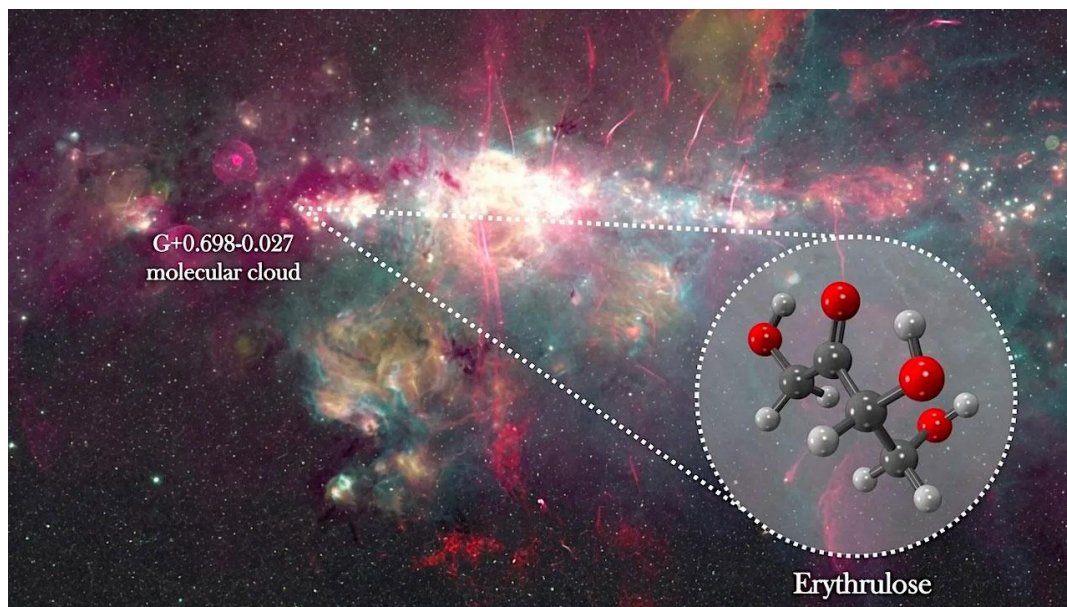


Immagine composita della regione del Centro galattico. La composizione combina l'emissione infrarossa a 8 e 24 micrometri (in verde e giallo), osservata dal telescopio spaziale Spitzer, con l'emissione radio a 20 centimetri (in rosso), ottenuta grazie alle osservazioni di MeerKat e del Green Bank Telescope (Gbt). Nell'immagine è indicata la posizione della nube molecolare G+0.693-0.027, al cui interno è stato identificato l'eritrusio, mostrato nel cerchio in basso a destra dell'immagine. Ashley Barnes/Izaskun Jiménez-Serra/Juan García de la Concepción

Un gruppo internazionale di ricercatori guidato dal Centro de Astrobiología (Cab, Csic-Inta) di Madrid ha infatti individuato per la prima volta un simile composto. La scoperta, descritta ieri su *Nature Astronomy*, rappresenta un importante passo avanti nello studio dell'origine cosmica delle molecole prebiotiche.

La molecola in questione è l'eritrosio (C₄H₈O₄), uno zucchero presente naturalmente nei lamponi e utilizzato nell'industria cosmetica come ingrediente di alcuni autoabbronzanti. Il suo ritrovamento è avvenuto all'interno di **G+0.693-0.027**, una nube molecolare distante circa 27mila anni luce dalla Terra, situata nei pressi del centro della nostra galassia, la Via Lattea, e nota per la sua straordinaria ricchezza di molecole organiche.

Per scoprire la molecola, i ricercatori hanno condotto indagini spettroscopiche utilizzando le antenne di due radiotelescopi spagnoli: il radiotelescopio Yebes, situato presso l'omonimo osservatorio a Guadalajara, e il radiotelescopio Iram, situato in Sierra Nevada. Confrontando gli spettri ottenuti dai due strumenti con quelli ottenuti in laboratorio, il team ha identificato dodici righe spettrali perfettamente compatibili con la firma dell'eritrosio, confermando senza ambiguità la presenza dello zucchero nella nube.

L'aspetto più inatteso della scoperta è stato però un altro: l'elevata abbondanza dello zucchero rispetto a molecole strutturalmente più semplici. In genere, spiegano i ricercatori, nel mezzo interstellare si osserva una diminuzione dell'abbondanza di una molecola di circa un ordine di grandezza per ogni atomo di carbonio aggiunto alla sua struttura. L'eritrosio rappresenta un'eccezione alla regola.

Le osservazioni mostrano infatti che lo zucchero è da otto a diciassette volte più abbondante di due zuccheri più semplici, la gliceraldeide e il diidrossiacetone, entrambi costituiti da tre atomi di carbonio e considerati i precursori più probabili di zuccheri più complessi.

Se non deriva da queste molecole, come si è formato, dunque, questo zucchero nello spazio? Per rispondere alla domanda, il team di ricerca ha combinato esperimenti di laboratorio, calcoli di chimica quantistica e simulazioni astrochimiche, condotte in collaborazione con i chimici dell'Università dell'Extremadura e della Radboud University, nei Paesi Bassi. I risultati delineano uno scenario che mette in discussione il paradigma dell'astrochimica secondo cui le molecole interstellari diventano progressivamente più complesse aggiungendo un atomo di carbonio alla volta. L'eritrosio sembrerebbe infatti formarsi attraverso la combinazione diretta di due frammenti molecolari contenenti ciascuno due atomi di carbonio (C₂).

«È stata una scoperta inaspettata», dice a questo proposito **Izaskun Jiménez-Serra**, ricercatrice del Centro de Astrobiología e prima autrice dello studio. «La visione prevalente in astrochimica è infatti che le molecole interstellari crescano progressivamente attraverso l'aggiunta sequenziale di atomi di carbonio».

Recenti esperimenti condotti in laboratorio su ghiacci ricchi di metanolo hanno mostrato che zuccheri contenenti fino a sei atomi di carbonio possono formarsi attraverso la ricombinazione di frammenti molecolari più piccoli costituiti da tre atomi di carbonio ciascuno. Partendo da questi risultati, i ricercatori hanno rivolto l'attenzione a due molecole molto più abbondanti nella nube molecolare: la glicolaldeide e l'etilenglicole, entrambe costituite da due atomi di carbonio.

L'ipotesi, come anticipato, è che lo zucchero nasca dall'unione di due radicali altamente reattivi prodotti proprio da queste molecole quando vengono irradiate dai raggi cosmici all'interno dei ghiacci che rivestono i minuscoli granelli di polvere interstellare. Per verificare questa possibilità, il team ha ricostruito passo dopo passo l'intera sequenza di reazioni mediante simulazioni. I risultati mostrano che il processo non sarebbe soltanto possibile, ma anche efficiente.

Secondo lo scenario proposto dai ricercatori, lo zucchero si formerebbe direttamente sulla superficie dei grani di polvere ricoperti di ghiaccio. Qui, i radicali derivati dalla glicolaldeide e dall'etilenglicole reagirebbero tra loro e, attraverso una serie di trasformazioni favorite dagli urti con gli atomi di idrogeno presenti nell'ambiente, darebbero origine all'eritrosio.

Il modello prevede inoltre che il processo produca con la stessa probabilità i due enantiomeri dell'eritrosio, ossia le due forme speculari tipiche delle molecole chirali. Si tratta di un risultato particolarmente interessante, sottolineano i ricercatori, perché dimostra che anche molecole organiche relativamente grandi e dotate di chiralità possono formarsi spontaneamente nelle estreme condizioni del mezzo interstellare. Una volta sintetizzato sulla superficie dei granelli di polvere cosmica, l'eritrosio verrebbe rilasciato nello spazio. La nube molecolare G+0.693 è infatti interessata da frequenti onde d'urto e collisioni tra nubi, fenomeni in

grado di strappare – attraverso il processo noto come *sputtering* – il materiale ghiacciato che riveste i granelli di polvere. In questo modo lo zucchero passa nella fase gassosa, dove è stato rilevato dai radiotelescopi. Dimostrata la plausibilità del meccanismo di formazione, i ricercatori si sono chiesti quanto di questo zucchero potrebbe essere stato trasportato sulla Terra con gli asteroidi e utilizzato nella biopoiesi, il processo che porta alla formazione della materia vivente a partire da materia organica non vivente. Per rispondere a queste domande, i ricercatori hanno prima stimato anzitutto l'abbondanza dell'eritulosio nella nube. Successivamente hanno combinato questo risultato con i dati sulla composizione delle meteoriti e con le stime del flusso di materiale extraterrestre che ha raggiunto la Terra durante il Late Heavy Bombardment, o Grande bombardamento tardivo – un periodo della storia del Sistema solare compreso tra circa 4,1 e 3,8 miliardi di anni fa durante il quale la Terra primordiale ha subito un intenso bombardamento da parte di asteroidi e comete. Le stime sono sorprendenti: secondo gli autori, in quel periodo potrebbero essere state depositate sulla Terra primordiale tra **mezzo milione e cinquanta milioni di tonnellate di eritulosio**. Una quantità enorme, che suggerisce come il mezzo interstellare possa aver rappresentato un vasto serbatoio di molecole organiche prebiotiche, successivamente distribuite ai pianeti in formazione attraverso asteroidi e comete.

Con i suoi quattordici atomi complessivi, l'eritulosio è la più grande molecola non ciclica mai identificata nel mezzo interstellare, la prima contenente quattro atomi di ossigeno e, soprattutto, il primo zucchero mai rilevato nello spazio. È anche la seconda molecola chirale osservata nel mezzo interstellare, un aspetto particolarmente significativo dal punto di vista biologico. La sua individuazione fornisce una prova diretta che specie complesse e chirali possono formarsi in condizioni interstellari, suggerendo che anche altre molecole prebiotiche (e potenzialmente chirali) possano formarsi e sopravvivere nelle condizioni estreme del mezzo interstellare.

Ma le implicazioni della scoperta vanno ben oltre l'identificazione di una nuova molecola nello spazio. Il ritrovamento dell'eritulosio rafforza infatti il possibile collegamento tra la chimica che avviene nelle nubi molecolari e quella che, miliardi di anni fa, ha preparato il terreno per la comparsa della vita sulla Terra, rafforzando l'ipotesi di un'origine esogena degli zuccheri coinvolti nei processi che potrebbero aver portato alla sintesi dei primi acidi nucleici sul pianeta.

A questo proposito, gli autori ricordano che l'eritulosio tende a trasformarsi rapidamente in treosio, uno zucchero coinvolto nella formazione dell'acido treonucleico (*threose nucleic acid*, Tna), un analogo strutturale dell'Rna e il più semplice tra tutti i potenziali acidi nucleici contenenti zuccheri. Il Tna è da anni considerato uno dei candidati più promettenti per spiegare l'ipotesi del cosiddetto mondo a Rna. Secondo questa teoria, prima che comparisse l'Rna, sarebbero esistiti altri polimeri capaci di immagazzinare informazioni genetiche e favorire le prime reazioni chimiche necessarie all'evoluzione della vita. In questo scenario, gli zuccheri consegnati dallo spazio avrebbero potuto fornire una parte della materia prima necessaria per costruire queste molecole di pre-Rna.

La scoperta dell'eritulosio rafforza l'ipotesi che il mezzo interstellare possa aver rappresentato un serbatoio di precursori di molecole prebiotiche potenzialmente disponibili per la sintesi dei primi acidi nucleici sulla Terra primordiale e, forse, anche in altri mondi favorevoli all'origine della vita, concludono i ricercatori. Inoltre, la natura chirale della molecola suggerisce che i piccoli eccessi enantiomerici osservati nei meteoriti possano avere avuto origine in ambienti extraterrestri e aver contribuito all'emergere dell'omochiralità biologica.

Giuseppe Fiasconaro

<https://www.media.inaf.it/2026/07/14/zucchero-mezzo-interstellare/>

Izaskun Jiménez-Serra, Juan García de la Concepción, Herma M. Cuppen, Marta Rey-Montejo, Miguel Sanz-Novo, Víctor M. Rivilla, Jesús Martín-Pintado, Andrés Megías, Carlos Briones, David San Andrés, Laura Colzi, Shaoshan Zeng, Sergio Martín, Joseph Salaris, Antonio Martínez-Henares, Álvaro López-Gallifa, Miguel Angel Requena-Torres, Belén Tercero, Pablo de Vicente, Aran Insausti, Elena R. Alonso ed Emilio J. Cocinero, "Detection of a four-carbon sugar in interstellar space", *Nature Astronomy*, Published: 13 July 2026