

Michela Gallo

Head of Food Contact and Consumer Goods
Division at LabAnalysis Group



Risorsa fossile o base biologica, come determinare l'origine dei materiali plastici

La prima parte del contributo è pubblicata nel numero 39 di aiasmag www.aias-sicurezza.it/aiasmag

Nella prima parte di questo articolo abbiamo inquadrato la tematica sotto diversi punti di vista; ma ora, come si può dimostrare analiticamente se un materiale è "nuovo" o "vecchio"? Non facciamoci spaventare dal concetto di "datazione radiometrica", sarà più semplice di come la dicitura possa far supporre.

■ Pillole di Decadimento Radioattivo

La **radioattività** – o decadimento radioattivo – è il fenomeno per cui alcuni nuclei atomici instabili si trasformano spontaneamente in nuclei più stabili e di minore energia, emettendo particelle.

La radioattività non è quindi una invenzione dell'uomo; è un processo naturale, antico quanto l'universo e che si manifesta anche se non ne abbiamo percezione. Indipendentemente dal percorso di studi scelto, cia-

Carbonio-12 (^{12}C)	Carbonio-13 (^{13}C)	Carbonio-14 (^{14}C)
● 6 protoni	● 6 protoni	● 6 protoni
● 6 neutroni	● 7 neutroni	● 8 neutroni
● 6 elettroni	● 6 elettroni	● 6 elettroni

Rappresentazione di tre isotopi del carbonio: Carbonio-12 (^{12}C), Carbonio-13 (^{13}C) e Carbonio-14 (^{14}C).

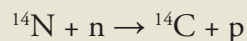
■ Ma se decade... non dovrebbe finire?

La domanda è più che lecita, abbiamo una forma relativamente instabile che decade con modalità note; **ma perché allora continua a esserci ^{14}C ?**

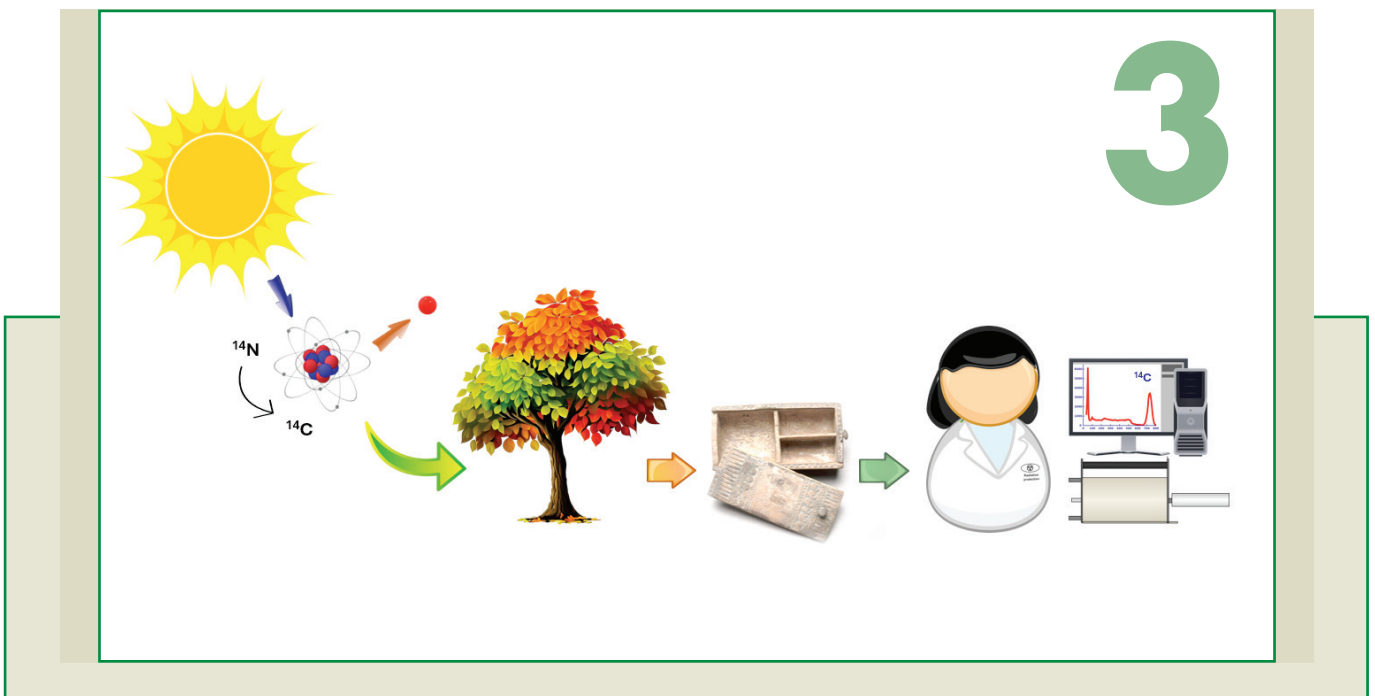
In realtà, questo isotopo continua a formarsi nell'atmosfera e viene classificato come **radionuclide cosmogenico** (immagine 3).

Seguiamo assieme la schematizzazione.

- I radionuclidi cosmogenici si originano grazie all'interazione dei raggi cosmici con nuclei di atomi già presenti all'interno del sistema solare.
- È proprio questo il caso dell'origine naturale di ^{14}C che possiamo schematizzare secondo la formula:



- Nell'atmosfera, e quindi nell'aria che comunemente respiriamo, si troveranno simultaneamente ^{12}C (forma principale) e ^{14}C .
- Proseguendo con la schematizzazione, incontriamo l'illustrazione di una specie vegetale che fissa l'anidride carbonica (e di conseguenza il carbonio) con la fotosintesi.
- Al termine del ciclo vitale, la pianta non sarà più in grado di fissare nuovo carbonio e quindi disporrà di una concentrazione propria di ^{14}C che progressivamente diminuirà a seguito del decadimento radioattivo.
- Immaginiamo ora che con il legno della specie vegetale sia stato fabbricato un manufatto, in immagine un contenitore cosmetico proprio risalente a oltre 3200 anni fa.
- Determinando la concentrazione residua di carbonio-14 è possibile stimare l'età del reperto.



Formazione del ^{14}C e introduzione nel ciclo di una specie vegetale rappresentativa. Nell'immagine è riportato un contenitore cosmetico datato 1336-1186 a.C. (Wooden cosmetic container, New Kingdom, late 18th-19th Dynasty, The Johns Hopkins Archaeological Museum on loan from the Eton College Myers Collection).

■ Come si calcola l'età di un manufatto nota la concentrazione di ^{14}C ?

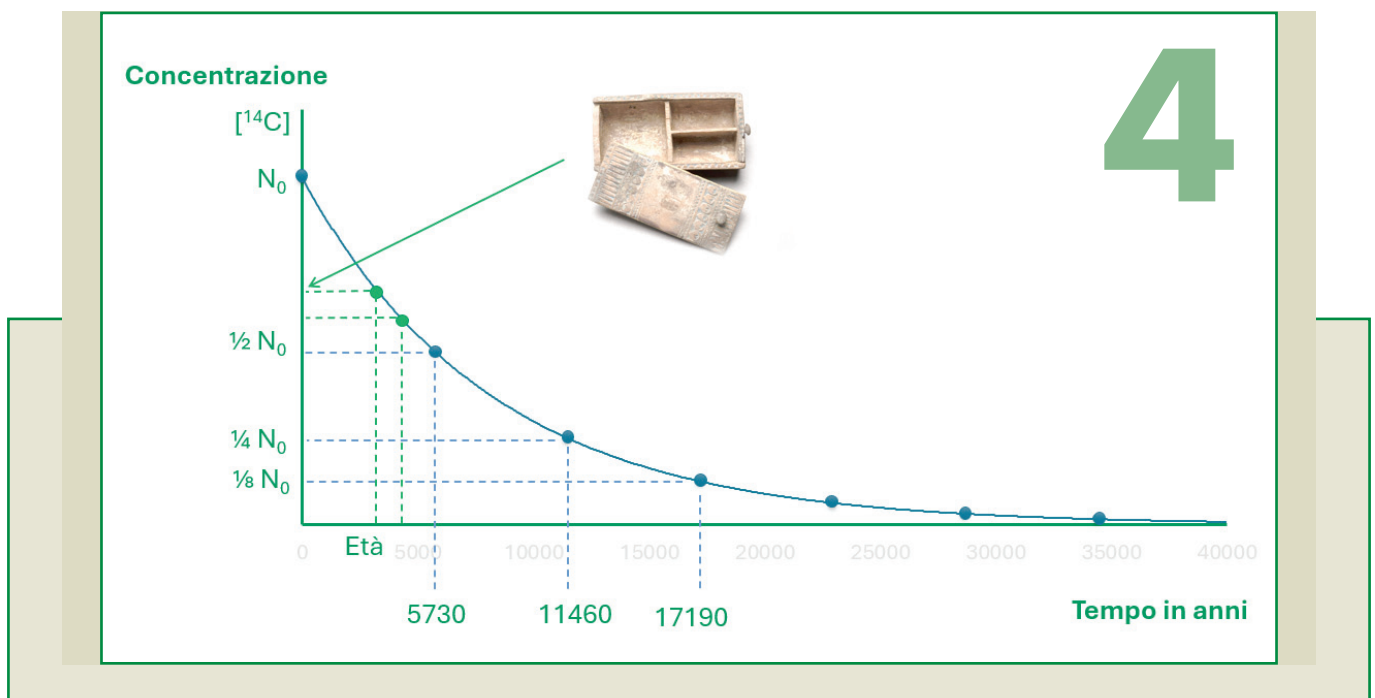
- Considerando N_0 la concentrazione di ^{14}C partenza, dopo 5730 anni la concentrazione sarà dimezzata.
- Dopo altri 5730 la concentrazione sarà nuovamente dimezzata.
- Dopo altri 5730 anni (in totale quindi circa 17190 anni) si sarà a circa $1/8$ della concentrazione iniziale.
- Sfruttando questa relazione è possibile tracciare un grafico (immagine 4) che possiamo utilizzare anche per calcolare l'età del nostro contenitore cosmetico.
- Determinando la concentrazione residua del ^{14}C di questo e muovendosi sul grafico se ne può stimare l'età.

■ Perché tutto questo ci è utile per capire l'origine del carbonio nei materiali plastici?

Nella valutazione dell'origine del materiale plastico – o delle specie che lo compongono – l'approccio è esattamente lo stesso.

- Nel caso in cui sia presente un dato tenore di carbonio-14 possiamo stabilire che è presente materiale “nuovo”;
- nel caso in cui non si riscontri tale isotopo è evidente che si è di fronte a una origine fossile.

Da specificare che nella valutazione intervengono specifiche modalità di calcolo e **sia la determinazione analitica sia l'interpretazione dei dati devono essere effettuate da figure con adeguata formazione.**



Schematizzazione del tempo di dimezzamento del ^{14}C , in ordinata la concentrazione dell'isotopo, in ascissa il tempo in anni.

UNA CURIOSITÀ IN PIÙ, LA "CORREZIONE CON FATTORI"

Il rapporto $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ nell'atmosfera è soggetto a fluttuazioni legate, ad esempio, a eventi vulcanici di rilievo o a fenomeni climatici di impatto. Se consideriamo tuttavia gli ultimi decenni, vi sono state delle attività antropiche con impatto sulla concentrazione relativa degli isotopi di carbonio.

— Rivoluzione industriale

L'elevato tasso di combustione di carbone fossile ha portato a un innalzamento del tenore relativo di ^{12}C (immagine 5).

— Esperimenti ed attività bellica

Anche gli esperimenti e l'attività bellica del secolo scorso hanno avuto un impatto sulle concentrazioni relative in atmosfera degli isotopi di carbonio; particolare rilievo viene assegnato ai test con bombe all'idrogeno in superficie (iniziati intorno al 1955 e terminati nel 1962).

Da qui la necessità di applicare, in fase analitica, specifiche correzioni con fattori per tenere conto delle oscillazioni note.



Esempio di evoluzione genetica per adattamento agli effetti della rivoluzione industriale.

Le falene *Biston betularia* erano strettamente di colore chiaro prima della rivoluzione industriale; a seguito della continua combustione di carbone l'ambiente di vita delle falene ha assunto un colore più scuro e la forma chiara risultava più facilmente visibile e predabile. Questo ha favorito l'evoluzione verso la forma detta *carbonaria*, con cattura del primo esemplare a Manchester nel 1845.

5

Nota dell'autore

Si specifica che nel testo sono state adottate delle semplificazioni sia negli aspetti tecnici sia nella terminologia: questa è stata una specifica scelta per garantire una più agevole comprensione del meccanismo di valutazione e interpretazione dei dati.