

Tratto e tradotto da: Data Nuggets, scheda per l'insegnante.

Le foreste ci stanno aiutando nella riduzione della CO₂?

Informazioni e la ricerca

Poiché la CO₂ aiuta a intrappolare il calore vicino alla superficie della Terra, è considerata un "gas serra" e contribuisce al cambiamento climatico. Tuttavia, il carbonio è anche una parte importante degli ecosistemi naturali, perché tutti gli organismi viventi contengono carbonio. Per esempio, durante la fotosintesi, le piante utilizzano la CO₂ dall'aria e la trasformano in altre forme di carbonio: zuccheri per nutrirsi e composti strutturali per costruire steli, radici e foglie. Quando il carbonio viene immagazzinato nel tronco, radici, rami e foglie di un albero vivente, il carbonio viene sottratto dall'aria. Questo deposito di carbonio aiuta a ridurre la quantità di CO₂ nell'atmosfera. Tuttavia, non tutta la CO₂ che gli alberi prendono dall'aria durante la fotosintesi rimane immagazzinata come parte dell'albero. Parte di quel carbonio ritorna nell'aria durante un processo chiamato respirazione.

Un'altra parte importante del ciclo del carbonio delle foreste si verifica quando gli alberi perdono foglie e rami o muoiono. Il carbonio che l'albero ha immagazzinato si libera in un processo chiamato decomposizione. Parte del carbonio immagazzinato ritorna nell'aria sotto forma di CO₂, ma il resto del carbonio in quelle foglie e rami morti si accumula sul suolo della foresta, formando la parte organica del suolo. Una volta che il carbonio è immagazzinato nel suolo, rimane lì per molto tempo. Possiamo pensare alle foreste come a un equilibrio tra l'accumulo di carbonio negli alberi e nel suolo e il carbonio rilasciato nell'aria dalla decomposizione e dalla respirazione. Quando una foresta accumula più carbonio di quello che sta rilasciando, chiamiamo quell'area un *carbon sink* (letteralmente un "pozzo di carbonio", nel seguito useremo il termine deposito), perché una certa quantità di CO₂ sta "affondando" nella foresta e rimane 'bloccata' lì. D'altra parte,



quando la quantità di carbonio rilasciato dalla foresta attraverso la decomposizione e la respirazione è maggiore rispetto al carbonio immagazzinato, quell'area è una fonte di carbonio, perché la foresta sta aggiungendo più carbonio nell'atmosfera di quanto non stia assorbendo attraverso la fotosintesi.

Negli anni '90, gli scienziati hanno cominciato a chiedersi quale ruolo avessero le foreste in questo scambio di carbonio dentro e fuori l'atmosfera. Le foreste erano nel loro complesso zone che immagazzinano il carbonio (deposito di carbonio) o che lo rilasciano in atmosfera (fonte di carbonio)?

Per fare questo sono state costruite grandi torri metalliche che si ergono più alte degli alberi della foresta che le circondano e utilizzano sensori per misurare la velocità, la direzione e la concentrazione di CO₂ dell'aria

nelle vicinanze. Si confronta poi la CO₂ presente nell'aria proveniente dalla foresta con quella che scende nella foresta dall'atmosfera.

Con i dati di CO₂ da entrambe le direzioni, si calcola il *Net Ecosystem Exchange* (o NEE in breve). Quando più carbonio si sta spostando verso la foresta rispetto a quello che esce, NEE è un numero negativo perché la CO₂ viene estratta dall'aria. Ciò accade spesso durante l'estate, quando gli alberi ricevono molta luce e avviene quindi più fotosintesi. Quando più CO₂ lascia la foresta, significa che la decomposizione e la respirazione sono maggiori della fotosintesi e il NEE è un numero positivo. Questo di solito accade di notte e in inverno, quando gli alberi non svolgono la fotosintesi, ma si verificano ancora respirazione e decomposizione. Sommando il NEE di ogni ora per un anno intero, si trova la quantità totale di CO₂ che la foresta sta aggiungendo o rimuovendo dall'atmosfera quell'anno.

I ricercatori sono molto interessati a capire il NEE per la sua rilevanza nel ciclo globale del carbonio, e quindi per il cambiamento climatico. Vogliono sapere quali fattori possono far variare il NEE di una foresta. Hanno raccolto dati sul carbonio in entrata e in uscita dalla foresta di Harvard per molti anni per vedere se riuscivano a trovare nel NEE un qualsiasi schema nel tempo. Osservando come il NEE cambia nel tempo, si possono fare previsioni sul futuro: le foreste assorbono più CO₂ di quante ne rilasciano? Continueranno a farlo nel futuro cambiamento climatico?

Compila la tabella in basso con le informazioni e le definizioni dal testo che hai letto.

Forest processes	Forest is a carbon source or sink?	Net Ecosystem Exchange (NEE) is positive or negative?
More carbon given off by respiration and decomposition than is taken in by photosynthesis.	carbon source	(+) positive
More carbon taken in by photosynthesis than is given off by respiration and decomposition.	carbon sink	(-) negative

Domanda scientifica

la foresta di Harvard è una fonte di carbonio o un deposito di carbonio e in che modo lo scambio di ecosistema netto (NEE) è cambiato nel tempo?

Dati scientifici

Utilizza i dati nella tabella seguente per rispondere alla domanda scientifica:

Quali dati verranno visualizzati per rispondere alla domanda?

Variabile indipendente:

Variabile dipendente:

Quali sono le unità di misura?

.....

Year	NEE (grams carbon/ meters ² /year)
1992	-164
1993	-179
1994	-173
1995	-282
1996	-194
1997	-163
1998	-157
1999	-213
2000	-261
2001	-426
2002	-270
2003	-212
2004	-458
2005	-543
2006	-458
2007	-537
2008	-612
2009	-358
2010	-36
2011	-150
2012	-339
2013	-218
2014	-459
2015	-194

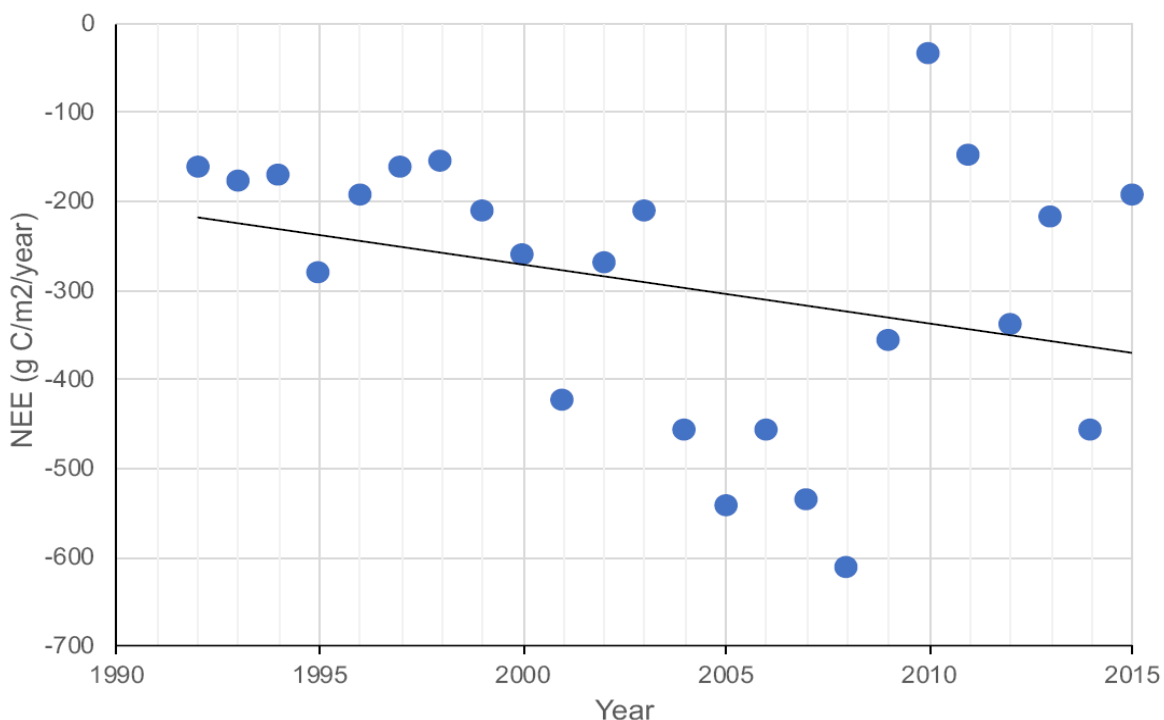
Disegna il grafico qui sotto: identifica eventuali cambiamenti, tendenze o differenze che vedi nel tuo grafico.

Disegna delle frecce che indicano ciò che vedi e scrivi una frase che descrive ciò che vedi accanto a ciascuna freccia.

Nota per l'insegnante:

E' possibile graduare la difficoltà di questa parte, fornendo agli studenti il grafico già completato (livello A), il grafico in cui sono riportate le variabili sugli assi (livello B), un grafico completamente privo di informazioni (livello C).

Dopo che gli studenti hanno disegnato i loro grafici, fai una discussione di classe sul valore dei dati a lungo termine. Qual è l'importanza della raccolta di dati a lungo termine? È davvero necessario raccogliere dati per così tanto tempo? Potremmo imparare queste stesse informazioni raccogliendo dati per un arco di tempo più breve? Come esercizio, chiedi agli studenti di guardare i dati solo cinque anni per volta, coprendo parti dei loro grafici. Gli studenti arriverebbero alle stesse conclusioni a cui sono arrivati considerando i dati di 23 anni?



Rispondi alla domanda scientifica.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Quale prova è stata utilizzata per raggiungere questa conclusione? Indica parti specifiche di riferimento della tabella o del grafico.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Spiega il tuo ragionamento e perché le prove supportano la tua conclusione. Collega i dati a ciò che hai appreso su come i processi di fotosintesi, respirazione e decomposizione influenzano il ciclo del carbonio nelle foreste.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Nota per l'insegnante

Ci sono molti fattori che possono causare variabilità nel NEE nel tempo. Inizialmente, gli scienziati pensavano che le foreste sarebbero state depositi di carbonio quando erano giovani e crescevano rapidamente, ma alla fine il NEE sarebbe stato neutrale o vicino allo zero con l'età. D'altra parte, altri fattori come i cambiamenti climatici, la lunghezza della stagione vegetativa o la concentrazione di CO₂ nell'aria potrebbero aumentare la fotosintesi rispetto alla decomposizione e alla respirazione, con conseguente NEE negativo.

La chiave per comprendere il NEE è che è il risultato di tre processi: fotosintesi, respirazione e decomposizione. Pertanto, la variabilità può provenire da molti fattori, a volte inaspettati. Un esempio di questa variabilità è la luce: i cambiamenti nei livelli di luce (ad esempio a causa della torbidità dell'atmosfera) cambieranno molto la fotosintesi, ma difficilmente influenzeranno la decomposizione o la respirazione.

Si può inoltre notare dal grafico che la variabilità del NEE di anno in anno sembra essere aumentata in questo periodo di tempo. Non si è ancora sicuri del perché questo potrebbe accadere.

Un'idea che hanno i ricercatori è che la fotosintesi potrebbe rispondere molto più rapidamente a fattori come il cambiamento meteo oppure che ci siano fattori che disturbano il processo di decomposizione. Ciò potrebbe significare che per alcuni anni questi due processi non sono sincronizzati. Un'altra idea che hanno è che la lunghezza della stagione di crescita (la stagione in cui le piante svolgono maggiormente la fotosintesi!) stia cambiando a causa del cambiamento climatico. Ciò potrebbe anche causare una variabilità del NEE di anno in anno, a seconda di quanto è lunga la stagione di crescita di quell'anno. Ci sono molte ragioni per cui questo potrebbe avvenire, comunque, quindi si tratta di un lavoro in progress!

I tuoi prossimi passi come scienziato: la scienza è un processo in corso. Quale nuova domanda pensi che dovrebbe essere esaminata?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Nota per l'insegnante

Un passo naturale in questo processo è stato cercare di capire: 1. Perché la foresta è un deposito di carbonio? 2. Perché la foresta immagazzina gradualmente più carbonio nel tempo (ovvero perché il NEE sta diventando più negativo)? Queste domande sono attualmente oggetto di indagine da parte degli scienziati della foresta di Harvard e altrove. Un'ipotesi è che quando le concentrazioni di CO₂ aumentano nell'atmosfera, gli alberi possono aumentare la velocità con cui svolgono la fotosintesi e crescono (poiché gli alberi usano la CO₂ per crescere, questo significa fornire più "cibo" per gli alberi). Le ipotesi alternative includono altri fattori che potrebbero aumentare la crescita e la fotosintesi, come il clima più caldo e più umido, o variazioni nella quantità di legno morto e il suo tasso di decadimento.

Quali dati futuri dovrebbero essere raccolti per rispondere alla tua domanda?

Variabile indipendente: temperatura, precipitazioni, concentrazione di CO₂, ecc.
Variabile / i dipendente / i: NEE (grammi C / metri² / anno)

Per ogni variabile, spiega perché l'hai inclusa e come potrebbe essere misurata.

Poiché vorremmo isolare il meccanismo che guida il modello osservato nei dati a lungo termine, dovremmo cercare di seguire un processo in due fasi. In primo luogo, possiamo esaminare i dati osservati per trovare indizi. Ad esempio: c'è stato un aumento generale della concentrazione di CO₂ nello stesso periodo in cui il NEE stava diventando più negativo? Erano gli anni in cui il NEE più negativo era il più caldo o il più umido? Una volta individuato un probabile sospetto nei nostri dati di osservazione, il passo successivo è progettare un esperimento. Gli esperimenti ci aiutano ad isolare i singoli fattori in un modo

che ci aiuta a capire quali potrebbero essere responsabili della risposta che vediamo. Per questo tipo di domande, gli scienziati hanno creato manipolazioni su larga scala: grandi pezzi di foresta che vengono alterati in qualche modo. Ad esempio, ci sono diverse foreste sperimentali in cui gli scienziati hanno creato sistemi che aumentano i livelli di CO₂ nell'aria in una zona di foresta. Confrontando la crescita degli alberi nelle parti della foresta che ricevono CO₂ in più con le parti che non ricevono alcun extra, possiamo determinare se l'aumento dei livelli di CO₂ nell'aria è (in parte) responsabile del modello che vediamo in NEE.

Nella foresta di Harvard, gli scienziati hanno anche indagato su cosa succede alle foreste al variare della temperatura. Attraverso il riscaldamento sperimentale del suolo, gli scienziati stanno testando come la decomposizione e la respirazione nel terreno possano rispondere a un clima più caldo. In questo caso, l'aumento della temperatura potrebbe far sì che la foresta diventi meno un '*carbon sink*', poiché le temperature più calde potrebbero accelerare la decomposizione e la respirazione.

Quale ipotesi stai testando nel tuo esperimento? Un'ipotesi è una spiegazione proposta per un'osservazione, che può quindi essere testata con sperimentazioni o altri tipi di studi. Ipotesi di esempio: l'aumento della concentrazione di CO₂ provoca la fotosintesi degli alberi e la loro crescita, che rimuove più carbonio dall'atmosfera. Questo aiuta a spiegare il modello generale che vediamo nel NEE nel tempo nella foresta di Harvard.