

## L'azoto regola la crescita delle foreste secondarie in Amazzonia. Quali analogie con le foreste temperate e boreali?

Giustino Tonon

Dipartimento di Colture Arboree, Università di Bologna, Bologna (Italy) - Email: gtonon@agrsci.unibo.it

**Abstract:** *Nitrogen drives the growth of secondary forests in the Amazon: what analogies with temperate and boreal forests?* A comment is made on a recent paper published on *Nature* (Davidson et al. 2007), in which the authors demonstrate that in the young secondary forests in the Amazon a conservative nitrogen cycle prevails and nitrogen is a key factor driving forest growth. Analogies are also discussed with recent findings on the role of nitrogen deposition on the carbon balance of temperate and boreal forests (Magnani et al. 2007).

**Keywords:** Nitrogen, Forest, Growth, Amazon.

**Citation:** Tonon G (2007). L'azoto regola la crescita delle foreste secondarie in Amazzonia. Quali analogie con le foreste temperate e boreali? *Forest@* 4 (4): 343-344. [online] URL: <http://www.sisef.it/forest@/>.

La comprensione degli effetti delle perturbazioni puntiformi (cambiamenti d'uso del suolo, incendi, trattamenti selvicolturali, ecc.) o globali (riscaldamento globale, deposizioni azotate, incremento di CO<sub>2</sub> atmosferica, inquinamento ecc.) sui cicli biogeochimici degli ecosistemi terrestri rappresenta una sfida ancora aperta. Ne sono alcuni esempi due significative ricerche pubblicate recentemente sulla rivista *Nature* a firma di Magnani et al. (2007) e di Davidson et al. (2007). I due lavori mettono in luce come i cicli dell'azoto e del carbonio e le loro interazioni siano, negli ecosistemi forestali, profondamente modificati e modificabili dall'attività antropica. Entrambi utilizzano l'approccio della cronosequenza per analizzare la dinamica temporale di risposta delle foreste all'ultimo evento perturbativo, sia esso un taglio o un incendio.

Davidson et al. (2007) hanno analizzato l'evoluzione del ciclo dell'azoto in successioni secondarie di foreste tropicali dell'Amazzonia. Studi passati hanno evidenziato come la produttività delle foreste tropicali vetuste sia limitata principalmente dal fosforo (P), mentre un ciclo conservativo dell'azoto (N) sia più tipico di suoli pedogeneticamente giovani, come nel caso delle maggior parte delle foreste temperate e montane. Ma quale sia il comportamento (conservativo o dispersivo) dei cicli biogeochimici delle foreste tropicali "giovani", instauratesi naturalmente su aree deforestate, sfruttate a fini agricoli e poi abbandonate, è poco conosciuto. Se si considera che il

16% dell'intera Foresta Amazzonica ha subito deforestazione e che circa il 30-50% delle aree deforestate sono ora in una fase di successione secondaria si comprende facilmente il "rationale" del lavoro di Davidson et al. (2007).

Gli autori dimostrano che le foreste secondarie "giovani" dell'Amazzonia hanno un ciclo del N di tipo conservativo (N è limitante la crescita e viene trattenuto dal sistema). Con il progredire della successione e con l'avanzare dell'età della foresta la funzionalità dispersiva (l'azoto disponibile eccede le esigenze di crescita e viene parzialmente perso dal sistema) del ciclo dell'azoto prevale, mentre il carattere conservativo del ciclo del P riemerge, divenendo l'elemento limitante la crescita come per le foreste tropicali primarie. Le dinamiche dei due cicli, osservate durante le successioni secondarie, mimano, su una scala temporale ridotta a qualche centinaio di anni, quanto avviene nelle successioni primarie in migliaia e milioni di anni.

Ciò dimostra come la disponibilità di azoto negli ecosistemi terrestri sia particolarmente effimera, benché recuperabile, e possa essere ridotta o distrutta da fenomeni perturbativi di natura naturale o antropica. In altri termini, la deforestazione e le pratiche agricole successive, spesso associate al pirodiserbo, determinano una perdita netta di azoto superiore a quanto non avvenga per il P, probabilmente perché l'N è soggetto a volatilizzazione, oltre che a una maggiore lisciviazione rispetto al P.

Altro elemento di estremo interesse riguarda la scelta degli indici per comprendere la dinamica del ciclo dell'azoto. Dall'analisi emerge come la concentrazione fogliare di N e il  $\delta^{15}\text{N}$  siano degli indici sintetici sufficienti a descrivere quanto avviene nel suolo in termini di prevalenza dei processi di mineralizzazione, nitrificazione e denitrificazione e quindi teoricamente sufficienti ad esprimere il carattere conservativo o dispersivo del ciclo.

Il lavoro di Davidson fornisce, inoltre, una ulteriore chiave interpretativa del lavoro di Magnani et al. (2007), condotto su foreste temperate e boreali. Gli autori di questo ultimo lavoro dimostrano come la temperatura media annua determini su scala globale sia la respirazione (RE), sia la produzione primaria lorda dell'ecosistema forestale (GPP), ma non spieghi la loro differenza, cioè la produzione netta dell'ecosistema (NEP= GPP-RE). Sono invece le deposizioni azotate di natura antropica a correlare positivamente con la NEP. Per escludere l'effetto, altrimenti preponderante, dell'età della foresta (tempo dall'ultima perturbazione) gli autori utilizzano i valori mediati di NEP, GPP e RE sull'intera rotazione colturale.

Ma come varia il comportamento del ciclo dell'azoto con l'età della foresta? Che gli ecosistemi forestali temperati e boreali siano limitati nella crescita dall'azoto risulta da diversi studi, ma che l'azoto da deposizioni possa, a prescindere dal clima, interferire in modo univoco sull'equilibrio tra GPP e RE, e quindi sulle potenzialità di accumulo di carbonio del sistema, è un elemento di assoluta novità e rilevanza.

L'impiego degli stessi indici proposti da Davidson et al. in queste cronosequenze di foreste temperate e boreali permetterebbe di comprendere l'evoluzione del ciclo dell'azoto non solo in funzione dell'età della foresta, ma anche in relazione all'entità delle deposizioni azotate. Le successioni secondarie di foreste temperate o boreali hanno un ciclo dell'azoto conservativo indipendentemente dall'età della foresta? In altri termini, è verosimile che anche una foresta matura, in seguito all'incremento delle deposizioni azotate risponda incrementando la forbice tra GPP e RE?

La riduzione della respirazione eterotrofa e della respirazione radicale in seguito ad una maggiore disponibilità azotata è già stata messa in evidenza da altri studi di fertilizzazione in foreste boreali (Olsson et al. 2005). Questo, però, non è di per sé sufficiente a spiegare i meccanismi biologici ed ecologici che sostengono i risultati ottenuti da Magnani et al. (2007). La riduzione della respirazione microbica sarebbe in

linea con una riduzione delle perdite di N dal sistema per nitrificazione e denitrificazione, oppure è lecito attendersi anche una riduzione della decomposizione e della mineralizzazione, e quindi paradossalmente dell'azoto disponibile, come confermerebbero altre ricerche (Magill & Aber 1998)? Diversi autori (Tamm et al. 1995, Magill & Aber 1998, Magill et al. 2000) hanno osservato un effetto deprimente la decomposizione della sostanza organica e la crescita della foresta in seguito all'aggiunta prolungata di azoto al suolo. Ma se una frazione rilevante dell'azoto depositato venisse immediatamente assorbito dalle piante per via fogliare, si spiegherebbe un effetto diretto e positivo sulla GPP e un effetto mediato, il cui segno sarebbe ancora da definire, sulla respirazione eterotrofa e più in generale sulla decomposizione della sostanza organica. Le discrepanze osservate da Magnani et al. (2007), rispetto ai lavori di manipolazione sopraccitati, potrebbero quindi essere semplicemente dovute alla diversa accessibilità e modalità di assorbimento dell'azoto aggiunto al sistema.

## Bibliografia

- Davidson EA, de Carvalho CJ, Figueira AM, Ishida FY, Ometto JP, Nardoto GB, Sabá RT, Hayashi SN, Leal EC, Vieira IC, Martinelli LA (2007). Recuperation of nitrogen cycling in Amazonian forests following agricultural abandonment. *Nature* 447: 995-998.
- Magill AH, Aber JD (1998). Long-term effects of experimental nitrogen additions on foliar litter decay and humus formation in forest ecosystems. *Plant and Soil* 203: 301-311.
- Magill AH, Aber JD, Berntson GM, McDowellWH, Nadelhoffer KJ, Melillo JM, Steudler P (2000). Long-term nitrogen additions and nitrogen saturation in two temperate forests. *Ecosystems* 3: 238-253.
- Magnani F, Mencuccini M, Borghetti M, Berbigier P, Berninger F, Delzon S, Grelle A, Hari P, Jarvis PG, Kolari P, Kowalski AS, Lankreijer H, Law BE, Lindroth A, Loustau D, Manca G, Moncrieff JB, Rayment M, Tedeschi V, Valentini R, Grace J (2007). The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests. *Nature* 447: 847-850.
- Olsson P, Linder S, Giesler R, Högberg P (2005). Fertilization of boreal forest reduces both autotrophic and heterotrophic soil respiration. *Global Change Biology* 11: 1745-1753.
- Tamm CO, Aronsson A, Popovic (1995). Nitrogen saturation in a long-term forest experiment with annual additions of nitrogen. *Water Air and Soil Pollution* 3: 1683-1688.