

# The application of natural and $\text{NH}_4^+$ -enriched chabazite zeolites as soil amendment: a biogeochemical exploration

Studente: Giacomo Ferretti - University of Ferrara - PhD student in Earth and Marine Sciences (XXIX Cycle).

Tutor: Coltorti Massimo

## Abstract (Italiano)

Poco è noto sugli effetti dell'applicazione di zeoliti naturali ed arricchite con  $\text{NH}_4^+$  come ammendanti di suoli agricoli sulle dinamiche dei pool dell'azoto (N), emissioni gassose e sulla biomassa microbica del suolo. In questa tesi, l'attenzione è stata focalizzata sull'acquisizione di indizi riguardo queste tematiche tramite sia esperimenti a lungo termine in campo che esperimenti a breve termine. Innanzitutto, le dinamiche dei pool azotati e del carbonio (C) e la distribuzione del  $^{15}\text{N}$  in un suolo agricolo ammendato con zeolite sia allo stato naturale che arricchita con  $\text{NH}_4^+$  sono state investigate.

L'  $\text{NH}_4^+$  introdotto con la zeolite arricchita si è rilevato immediatamente accessibile alla biomassa, causando immobilizzazione di N e un basso C/N. L'aggiunzione di zeoliti allo stato naturale ha favorito lo sviluppo di biomassa fungina come testimoniato dall'elevato C/N. Le dinamiche del  $\delta^{15}\text{N}$  nel sistema suolo-pianta hanno indicato che l'N derivato dalla zeolite arricchita è rimasto nel suolo fino alla stagione di crescita del sorgo ed un suo significativo utilizzo da parte dalle colture. Riguardo ai suoli ammendati con zeoliti naturali, le analisi isotopiche hanno mostrato che i tessuti delle piante erano caratterizzati da un  $\delta^{15}\text{N}$  più simile a quello dei fertilizzanti chimici rispetto ad un suolo non trattato, suggerendo un aumento nell'efficienza della fertilizzazione. Evidenze simili sono state riscontrate anche durante la coltivazione di mais e grano.

Gli effetti dell'utilizzo di tali materiali riguardo le emissioni gassose del suolo ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_x$  and  $\text{NH}_3$ ) sono stati quantificati in alta risoluzione tramite una breve incubazione. Varie miscele di suolo e zeolite sono state incubate per 24 ore sia dopo l'applicazione di urea che senza aggiunta di N. Le emissioni dopo l'applicazione di urea sono state generalmente ridotte nei suoli ammendati con zeoliti allo stato naturale, indicando questo materiale come una valida pratica per ridurre le emissioni di N e C da suoli agricoli. D'altra parte, l'applicazione di zeoliti arricchite in  $\text{NH}_4^+$  ha fornito una frazione di N immediatamente soggetta ad emissioni gassose. Infine gli effetti nell'applicazione di zeoliti sulla biomassa microbica del suolo sono stati studiati. Un suolo agricolo è stato ammendato in tre diverse modalità (zeolite naturale 5 e 15 % in peso e arricchita in  $\text{NH}_4^+$  10 % in peso) ed incubato per 16 giorni misurandone parametri chimico-biologici. Il suolo trattato con 5 % di zeolite naturale ha mostrato un aumento di ergosterolo così come del C/N della biomassa, indici di un probabile sviluppo di biomassa fungina. La zeolite arricchita in  $\text{NH}_4^+$  ha mostrato forti interazioni con l'N della biomassa. Le misurazioni isotopiche hanno supportato l'assimilazione microbica dell'N introdotto con questo materiale fin dal secondo giorno di incubazione. L'elevato C disciolto e l'elevato N della biomassa suggeriscono un aumento di mineralizzazione e immobilizzazione. In aggiunta, l'N della biomassa è relazionato direttamente con la produzione di  $\text{NO}_3^-$  nel tempo ed inversamente relazionato alla quantità di

$\text{NH}_4^+$ , suggerendo processi di nitrificazione a partire dal giorno 7. Il basso rapporto C/N della biomassa microbica indica una prevalenza batterica nel substrato.

In conclusione, l'utilizzo di zeoliti naturali ed arricchite hanno influenzato le dinamiche dei pool azotati, le emissioni gassose e la biomassa microbica del suolo. Le zeoliti allo stato naturale hanno probabilmente aumentato l'efficienza della fertilizzazione, ridotto le emissioni di gas e favorito lo sviluppo di biomassa fungina. D'altra parte, nonostante l'utilizzo da parte delle colture dell'N inserito tramite le zeoliti arricchite sia stato provato, questo materiale ha causato un chiaro effetto di priming sulla biomassa microbica.