

Prova condotta sulla varietà CL388 a Castello d'Agogna (PV) nel biennio 2024-2025

# Ridurre il cadmio nel riso attraverso la calcitazione

M. Romani, D. Tenni, M. Martin,  
G.M. Beone, M.C. Fontanella

**S**in dal 2001 la Commissione europea ha normato il contenuto di alcuni contaminanti negli alimenti, tra cui il cadmio nel riso (reg. CE n. 466/2001).

**Il limite** di 0,20 mg/kg, previsto inizialmente, ha subito una revisione nel 2021 ed è **attualmente stabilito pari a 0,15 mg/kg** (reg. UE n. 2023/915). Decisamente più restrittivo è il valore da non superare nel caso del riso destinato ai prodotti per l'infanzia, pari a 0,040 mg/kg.

L'imposizione di tali soglie, inferiori a tutte le legislazioni internazionali, ha richiesto particolare attenzione da parte di tutta la filiera risicola italiana, a partire dal mondo agricolo, chiamato a perseguire un ulteriore obiettivo produttivo.

## COME SI COMPORTA IL CADMIO NEL SUOLO

Nelle risaie italiane le concentrazioni di cadmio nel suolo sono basse, oltre un ordine di grandezza inferiori al limite di contaminazione di 5 mg/kg indicato dal dm 46/2019.

La limitazione del trasferimento del cadmio alla pianta è principalmente influenzata dalle caratteristiche fisico-chimiche e biologiche del suolo (Bolan *et al.*, 2013).

In condizioni di sommersione continua per tutta la durata delle fasi fenologiche più critiche per l'accumulo in granella, relative alla riproduzione e al

**La correzione del pH del suolo attraverso l'apporto di calcio è fondamentale per ridurre il cadmio nella granella di riso. Infatti, l'applicazione di 2 t/ha di calce viva per due anni in pre-semina ha diminuito il cadmio del 49% e garantito il rispetto dei limiti di legge (0,15 mg/kg) anche in condizioni aerobiche**

riempimento del granello (Arao, *et al.*, 2009), il cadmio viene immobilizzato nel suolo in composti insolubili, tra cui i solfuri, prodotti dai batteri solfato riducenti.

In tali condizioni si registrano le concentrazioni più basse di cadmio nel riso (Tian *et al.*, 2019).

Tuttavia, negli ultimi anni, anche per effetto del cambiamento climatico, la disponibilità della risorsa irrigua per il mantenimento della sommersione continua non è sempre assicurata. Contemporaneamente, le esigenze per il controllo dei contenuti di arsenico nel riso, elemento la cui disponibilità è senz'altro superiore in situazioni anossiche (Yamaguchi *et al.*, 2011), e per la mi-

tigazione delle emissioni di metano, suggeriscono l'implementazione di specifiche fasi di asciutta durante il ciclo colturale (Huang *et al.*, 2022; Vitali *et al.*, 2024, Tang *et al.*, 2026).

La sommersione, oltre a determinare una precipitazione del cadmio nella soluzione circolante del suolo sotto forma di solfuri, ne riduce la biodisponibilità per un effetto indiretto di innalzamento del pH nei suoli acidi, aumentando la stabilità di idrossidi e carbonati (Ding *et al.*, 2019).

## COME CORREGGERE IL pH

Poiché l'adsorbimento del metallo sui colloidi del suolo e la formazione di composti insolubili aumentano al crescere del pH del suolo, il mantenimento di valori di pH superiori a 6,5 può contribuire a ridurre la biodisponibilità del cadmio.

L'impiego di correttivi del pH del suolo, pratica ancora poco diffusa nella risicoltura italiana nonostante la prevalente acidità dei suoli, richiede un'attenta valutazione delle caratteristiche del terreno per orientare correttamente le scelte operative. Occorre innanzitutto conoscere le caratteristiche del



Parcelle sperimentali della prova condotta al Centro ricerche sul .iso

## Come è stata impostata la prova

La prova è stata condotta nel biennio 2024-2025 presso un appezzamento sperimentale del Centro ricerche sul riso di Castello d'Agogna (Pavia), caratterizzato da un suolo con tessitura franco-limoso, pH moderatamente acido, tipico dei suoli risicoli lombardo-piemontesi, contenuto medio di sostanza organica e una medio-bassa capacità di scambio cationico (CSC) (tabella A). La concentrazione di cadmio nel suolo è risultata molto bassa, in linea con i contenuti medi dei suoli non contaminati italiani ed europei pari a 0,20 mg/kg (Kubier *et al.*, 2019). Il disegno sperimentale, caratterizzato da uno schema a blocchi randomizzati con 4 repliche in parcelle da 30 m<sup>2</sup>, ha previsto il confronto tra l'applicazione

di differenti dosi di calce e un testimone non trattato.

È stata utilizzata **calce viva** (Agrical Plus di Unicalce, granulometria 5-15 mm; 90-92% CaO e 2% MgO), distribuita in pre-semina su terreno laserato e interrata con erpice rotativo a dosaggi variabili da 0,5 t/ha a 2 t/ha. La scelta delle dosi è stata determinata partendo dal grado di saturazione basica iniziale e considerando di correggere il deficit del complesso di scambio. Nello specifico, si è optato per raggiungere un target di saturazione in basi di circa 100%, 90% e 80%, apportando rispettivamente 2 t/ha, 1,2 t/ha e 0,5 t/ha di calce.

Oltre alla calce viva è stato valutato l'impiego di **calcare non caustico**, applica-

to a fine accestimento per posticipare l'intervento in previsione di carenza idrica. Per questo trattamento è stato utilizzato Omya Calciprill, ottenuto da macinazione e granulazione di sedimenti calcarei (granulometria 2-6 mm, 52% CaO equivalente). La dose di 2,2 t/ha è stata calcolata sulla base del contenuto di CaO equivalente per ottenere un trattamento comparabile all'apporto di 1,2 t/ha di calce viva (tabella B).

Le dosi applicate nel primo anno sono state mantenute costanti nella seconda annata, con l'eccezione della tesi 5, dove si è passati da una dose di 2 t/ha nel primo anno a una dose di mantenimento pari a 0,5 t/ha nel secondo (tabella B).

In entrambi gli anni è stata coltivata la varietà di riso CL388 con la tecnica della semina interrata. L'acqua è stata gestita con un'alternanza di periodi di asciutta e sommersione, in modo da favorire l'instaurarsi di condizioni aerobiche nel suolo che, come noto, inducono una maggiore disponibilità del cadmio. È necessario sottolineare che nella stagione 2025 è stata adottata una gestione con asciutte più drastiche e durature rispetto al 2024.

Al termine del ciclo colturale i campioni di risone prelevati da ogni parcella sperimentale sono stati essiccati e sottoposti ai processi di lavorazione. Il riso bianco così ottenuto è stato analizzato per la quantificazione della concentrazione di cadmio totale mediante spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS). ●

**TABELLA A - Caratterizzazione del suolo in cui è stata realizzata la sperimentazione a Castello d'Agogna (Pavia) nel 2024-2025**

	Argilla (%)	Limo (%)	Sabbia (%)	pH	S.O. (%)	C/N	CSC (meq/100g)	Calcio (% CSC)	Magnesio (% CSC)	Potassio (% CSC)	GSB (%)	Cadmio (mg/kg)
Media	11,8	54,4	33,8	5,3	1,9	11,3	9,5	56,9	16,1	2,3	75,2	0,15
Dev.st.	0,24	0,73	0,93	0,13	0,05	0,37	1,44	8,18	2,68	0,46	11,09	0,01

S.O. = sostanza organica. CSC = capacità di scambio cationico. GSB = grado di saturazione basica.

**TABELLA B - Dettaglio delle tesi sperimentali (2024-2025)**

Tesi	Prodotto/trattamento	Epoca di applicazione	Dose 2024 (t/ha)	Dose 2025 (t/ha)
1	Testimone	–	–	–
2	Calce viva	Pre-semina	0,5	0,5
3	Calce viva		1,2	1,2
4	Calce viva		2	2
5	Calce viva		2	0,5
6	Calcare	Fine accestimento	2,2	2,2

suolo in termini di pH (attuale e potenziale) e il grado di saturazione basica. Per i suoli di climi temperati **esiste una relazione diretta tra la saturazione in basi del complesso di scambio e il pH, approssimativamente lineare almeno nell'intervallo tra pH 5 e 6,5** (Kabala, 2024). Tale relazione rappresenta il riferimento per il calcolo dei quantitativi di correttivo da apportare al suolo.

Il passaggio successivo è costituito dall'**individuazione del correttivo in termini di tipologia, dose e momento di applicazione**. Tra i più comuni vi sono la **calce viva (CaO)**, la **calce spenta [Ca(OH)<sub>2</sub>]** e il **calcare (CaCO<sub>3</sub>)**, a volte con la contemporanea **presenza di composti del magnesio**. Oltre al titolo, espresso in ossido di calcio (CaO), il prodotto deve essere caratterizzato per la sua granulome-

tria e la sua solubilità, dai quali deriva l'indice di attività, ovvero l'effettiva capacità di neutralizzare l'acidità del terreno in un tempo definito.

### OBIETTIVO DELLA PROVA

Al fine di fornire indicazioni operative circa l'effetto dell'uso di correttivi basici del pH del suolo sull'accumulo di cadmio nel granello, l'Ente nazionale risi, in collaborazione con le Uni-

versità di Torino e Piacenza, ha intrapreso dal 2024 una sperimentazione pluriennale, che già dopo il secondo anno ha fornito interessanti risultati.

## VALUTAZIONE DEI RISULTATI

### SUOLO

Al fine di valutare l'effetto della calcitazione sul pH del suolo e sul complesso di scambio, sono state eseguite le analisi sui campioni prelevati da ogni singola parcella al termine della prima stagione colturale (inverno 2024-2025).

I risultati hanno mostrato come, **al termine del primo anno, tutti i trattamenti abbiano permesso di mantenere un pH del suolo più alto rispetto al testimone.**

L'incremento è stato significativamente maggiore per i trattamenti che hanno previsto l'apporto di 2 t/ha di calce viva. Non sono emersi, invece, effetti significativi su calcio scambiabile e saturazione basica (*tabella 1; tabella A* online consultabile all'indirizzo riportato a fine articolo). Si evidenzia come, al termine del primo anno, nel testimone siano stati osservati valori di pH lievemente più alti rispetto alla caratterizzazione iniziale. Tale scostamento potrebbe essere imputato alle diverse condizioni di cam-



Il campo sperimentale

**TABELLA 1 - Effetto dei trattamenti a fine 2024 sul pH del suolo**

Tesi	Dose (t/ha)	Epoca di applicazione	pH
1 - Testimone	–	–	5,6 c
2 - Calce viva	0,5	Pre-semina	5,8 bc
3 - Calce viva	1,2	Pre-semina	5,9 bc
4 - Calce viva	2	Pre-semina	6,3 a
5 - Calce viva	2	Pre-semina	6,1 ab
6 - Calcare	2,2	Fine accestimento	5,8 bc

Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra i trattamenti all'interno dello stesso anno per  $p < 0,01$  (test HSD).

Al termine del 2024 tutti i trattamenti hanno determinato un aumento del pH del suolo rispetto al testimone non trattato (tesi 1). L'incremento più elevato è stato ottenuto con le tesi che prevedevano l'applicazione di calce viva in pre-semina alla dose di 2 t/ha

pionamento: mentre i prelievi iniziali sono stati eseguiti su suolo arato, quelli al termine della stagione colturale sono stati effettuati su stoppie.

### GRANELLA

I risultati della sperimentazione sono stati analizzati valutando l'effetto dei trattamenti in ciascuna stagione colturale (*grafico 1*).

È evidente una importante differenza delle concentrazioni di cadmio nella granella tra le due annate. Ciò è legato principalmente alla gestione dell'acqua adottata nel sito sperimentale.

**Nel 2025, infatti, sono state previste asciutte più drastiche e prolungate rispetto alla stagione precedente, soprattutto durante le fasi riproduttive e di riempimento del granello, al fine di favorire il mantenimento di condizioni aerobiche, enfatizzando il conseguente accumulo di cadmio.**

**2024.** Analizzando il dettaglio di ogni annata si può osservare come nel 2024 sia stata registrata una significativa riduzione delle concentrazioni di cadmio nel riso bianco per tutti i trattamenti che hanno previsto l'apporto di calce viva. I risultati migliori sono stati ottenuti dalle tesi con 2 t/ha di calce viva, che hanno permesso una riduzione di cadmio in granella pari a 69% e 64% rispetto al testimone.

Molto buono anche l'effetto della do-

se 1,2 t/ha, con una riduzione del 59%. Inferiore, ma comunque significativamente differente dal testimone, l'effetto della dose 0,5 t/ha, che ha permesso una riduzione del cadmio in granella pari al 40%.

L'utilizzo di calcare in fase di fine accestimento, invece, non ha portato a riduzioni significative delle concentrazioni di cadmio nella prima annata, anche a fronte di una marcata variabilità tra le repliche.

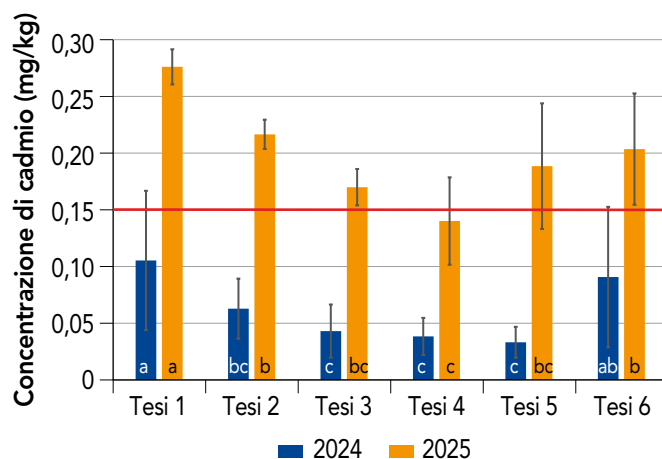
**2025.** I risultati della stagione 2025 hanno consentito di valutare l'effetto dei due anni di applicazione della calce. Come atteso, **l'apporto di 2 t/ha di calce viva per due anni consecutivi ha prodotto gli effetti migliori in termini di contenimento del cadmio in granella**, con una riduzione del 49% rispetto al testimone. Inoltre, questo è stato l'unico trattamento ad aver garantito la conformità del riso ai limiti di legge, anche in condizioni di gestione della coltura prevalentemente aerobiche, come quelle che hanno volutamente caratterizzato la sperimentazione nel 2025.

Il mantenimento di 1,2 t/ha di calce viva ha registrato una riduzione del 38% rispetto al testimone e non sono



Inizio fioritura nella prova: segna l'avvio della fase più critica per l'accumulo di cadmio in granella

## GRAFICO 1 - Concentrazioni di cadmio nel riso bianco ottenute con i diversi trattamenti (\*) (2024-2025)



(\*) Per i dettagli delle tesi vedi *tabella B* nel riquadro a pag. 61. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra i trattamenti all'interno dello stesso anno per  $p < 0,01$  (test LSD). La linea **rossa** rappresenta il limite di legge pari a 0,15 mg/kg.

La differenza delle concentrazioni di cadmio nella granella tra le due annate è legata al fatto che nel 2025 sono state previste asciutte più drastiche e prolungate rispetto alla stagione precedente al fine di enfatizzare l'accumulo di cadmio. In entrambe le annate i risultati migliori sono stati ottenuti dalle tesi con 2 t/ha di calce viva. Inoltre, questo è stato l'unico trattamento (tesi 4) che nel 2025 ha garantito la conformità del riso ai limiti di legge (0,15 mg/kg).

emerse differenze significative rispetto al trattamento migliore.

Interessante, inoltre, il risultato del trattamento che ha previsto l'apporto di 2 t/ha di calce viva nel primo anno e una dose di mantenimento di 0,5 t/ha nel secondo anno. Anche in questo caso, a fronte di una riduzione di cadmio del 32%, il trattamento non si è discostato significativamente da quello che ha previsto l'apporto di 2 t/ha.

L'utilizzo ripetuto di calcare in copertura e la distribuzione di 0,5 t/ha di calce ogni anno, infine, hanno ottenuto riduzioni di cadmio più limitate (rispettivamente 26% e 22%), ma comunque differenti dal testimone non trattato.

## VANTAGGI DELLA CALCITAZIONE

La correzione del pH del suolo si conferma, anche nei territori risicoli italiani, la pratica a cui ricorrere per contenere il cadmio nel granello di riso. Riveste un ruolo decisivo per la competitività e la commerciabilità del riso prodotto, soprattutto qualora vengano a mancare gli effetti della sommersione. Inoltre, la tendenza a eseguire asciutte finali della risaia in fase di riempimen-

to del granello, periodo in cui si accumula più del 80% di cadmio, amplia i casi in cui è importante ricorrere alla calcitazione.

La calce viva ha mostrato ottime prestazioni in termini di riduzione del metallo in granella, mentre il fertilizzante a base di calcare, di alta qualità, può essere utilizzato anche per applicazioni «di soccorso» in copertura.

## COME CALCOLARE LA DOSE

Come riportato in un'importante rassegna scientifica sull'argomento, la dose di correttivo determina una riduzione del cadmio nel riso crescente all'aumentare della quantità apportata, anche oltre le 6 t/ha sperimentate in uno studio (Liao *et al.*, 2021).

Ciò deriva dal fatto che l'indice di trasferimento del contaminante dal suolo al granello (Cd nel granello/Cd nel suolo) continua a ridursi anche a pH superiori a 8 e con incrementi maggiori di 1,4 unità di pH causati dalla calcitazione (Zhu *et al.*, 2016).

**Il pH del suolo sembra essere il pa-**

**rametro più appropriato per la determinazione della dose di correttivo, per l'effetto sulla solubilità e sull'adsorbimento del metallo nel suolo.**

## SERVONO INDICAZIONI TECNICO-OPERATIVE

Dai primi dati della sperimentazione può essere individuato, nelle condizioni pedologiche considerate, un incremento pari a 0,3-0,4 unità di pH per tonnellata di calce viva. Tale indicazione dovrà essere affinata con il proseguimento della sperimentazione, misurando il pH del suolo al momento delle asciutte in fase di riempimento del granello e considerando altre tipologie di suolo presenti nella risicoltura italiana.

Oltre a ciò, si dovrà indagare l'effetto residuo negli anni di

applicazioni iniziali di calce e definire una dose di mantenimento per ottenere l'effetto desiderato sulla qualità del granello. Infine, ulteriori indagini riguarderanno le possibili interazioni tra la calcitazione e l'andamento della concentrazione della sostanza organica del suolo.

Questo permetterà di definire indicazioni tecnico-operative sulla pratica che, in assenza di riscontri positivi sulla produttività, comporta per le aziende risicole un ulteriore rincaro dei costi di produzione.

**Marco Romani, Daniele Tenni**  
Centro ricerche sul riso

Ente nazionale risi

**Maria Martin**

Disafa - Università degli studi di Torino

**Gian Maria Beone**  
**Maria Chiara Fontanella**  
Distas - Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza



Delimitazione delle parcelle all'interno del sito sperimentale

Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli Abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: [www.informatoreagrario.it/bdo](http://www.informatoreagrario.it/bdo)