

# Effetto di biostimolanti microalgali sulla crescita, sul contenuto di sostanze antiossidanti e sulla capacità antiossidante totale in due varietà di quinoa esposte a stress salino

Sofia Fiorentino<sup>1</sup>, Lorenza Bellani<sup>1</sup> Marco Santin<sup>2</sup>, Cristina Echeverria, Lucia Giorgetti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Biologia e Biotecnologie Agrarie (IBBA), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Unità di Pisa, 56124 Pisa

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali (DiSAAA-a), Università di Pisa, 56124 Pisa

<sup>3</sup> Gruppo di ricerca eCIER, Dipartimento di Biotecnologia, Universidad Técnica del Norte, Ibarra 100150, Ecuador

## 1 Introduzione

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) è una pianta originaria del Sud America, nota per le sue proprietà nutrizionali e nutraceutiche. La capacità di adattarsi a diverse condizioni di suolo e clima ha favorito la sua diffusione in molte regioni del mondo, con una selezione delle varietà migliori adattabili alle diverse situazioni ambientali. Essendo una pianta alofita, può crescere anche in suoli marginali ad alta salinità. Tuttavia, l'uso di biostimolanti può contribuire a migliorare la resistenza della quinoa alle condizioni avverse, aumentando le caratteristiche qualitative del raccolto e del prodotto finale.

## 2 Materiali e Metodi

### Materiale vegetale



- Semi e germogli dopo 3 e 7 giorni di germinazione (T3 e T7) di quinoa varietà Tunkahuan e Regalona
- Estratti microalgali di *Ettlia pseudoalveolaris* e *Chlorella sp.* alla concentrazione di 0.05%

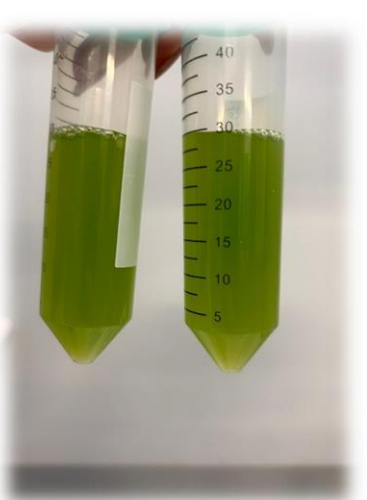
### Soluzioni saline

- NaCl 100mM, 200mM e 300mM.
- Chlorella + NaCl 100mM, 200mM e 300mM.
- Ettlia + NaCl 100mM, 200mM e 300mM.

### Campioni

- Estratto da germoglio fresco per analisi spettrofotometriche
- Germoglio fresco per rilevamento ROS
- Estratto da germoglio liofilizzato per HPLC

### Metodi

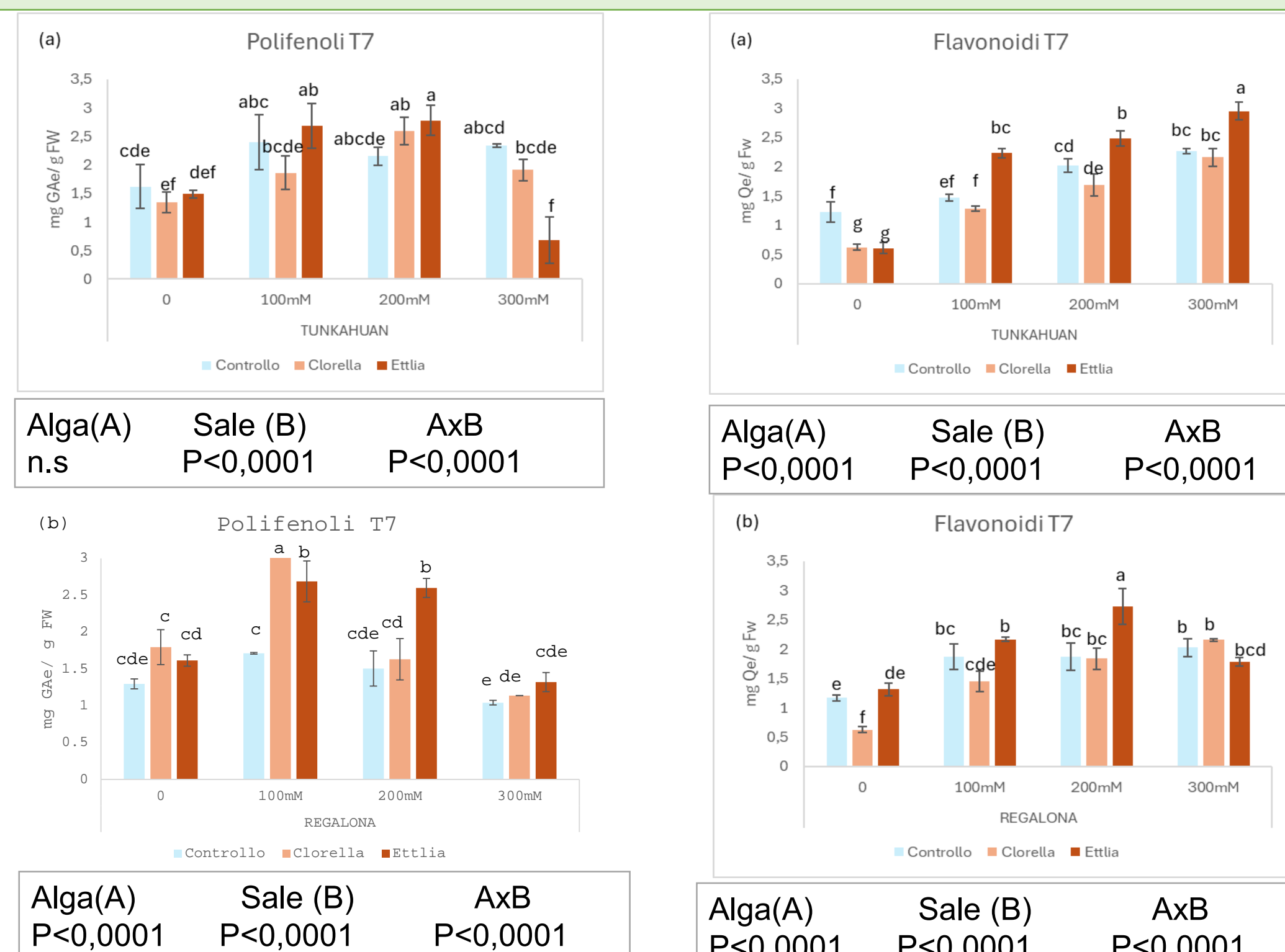


- Analisi fisiologiche germogli
- Saggi spettrofotometrici (polifenoli, flavonoidi, DPPH e FRAP, pigmenti, ROS)
- Rilevamento istochimico ROS (DAB e NBT)
- Analisi pigmenti mediante HPLC

## 3 Risultati

Non sono stati osservati effetti significativi dei trattamenti sulla germinazione e sulla crescita dei germogli di entrambe le varietà.

I risultati evidenziano un aumento delle molecole antiossidanti nei germogli trattati. In alcuni casi l'effetto è stato amplificato in presenza del sale (Figura 1).



E' stato registrato un aumento significativo dell'attività antiossidante totale, sia mediante FRAP che DPPH, soprattutto in presenza della microalga *Ettlia* (Figura 2). In entrambe le varietà i pigmenti, analizzati mediante HPLC, crescono all'aumentare della concentrazione salina in tutti i trattamenti, anche in presenza di biostimolanti rispetto al relativo controllo (Tabella 1).

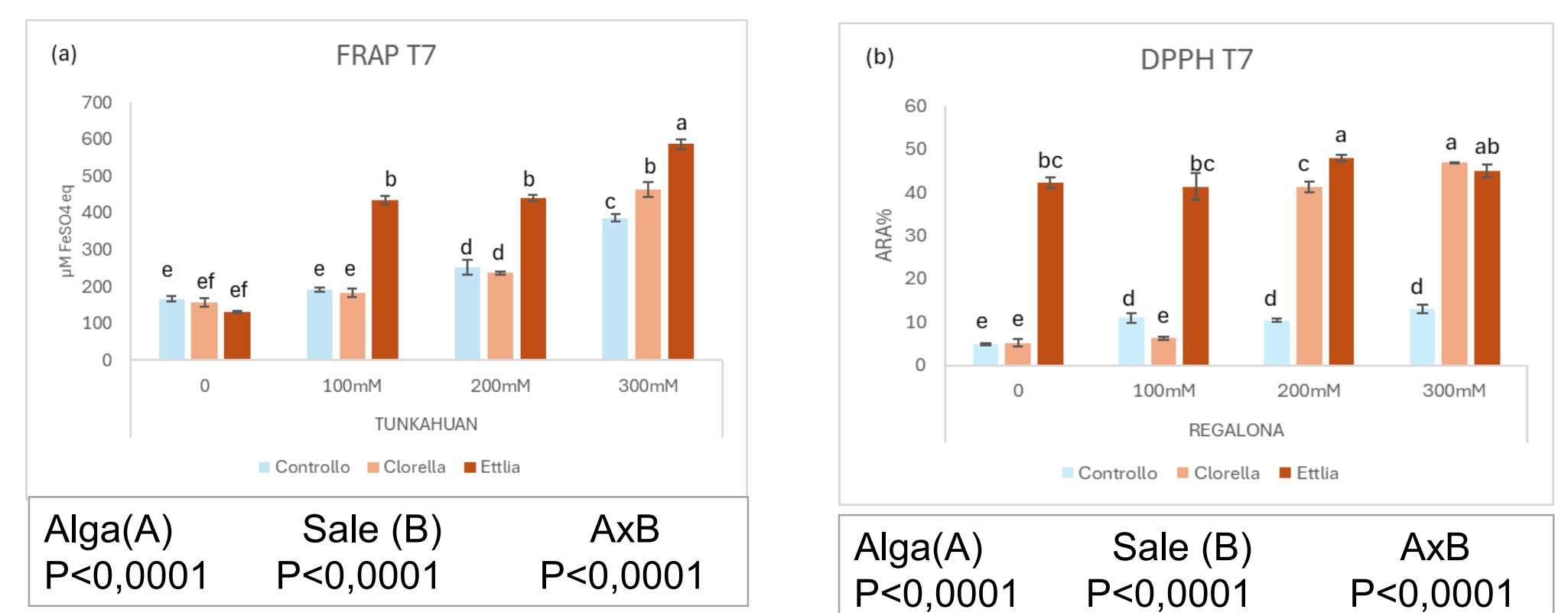


Figura 2. FRAP (a) DPPH (b) in quinoa varietà Tunkahuan (a) e Regalona (b) dopo 7 giorni dall'imbibizione in presenza o meno di microalga *Chlorella vulgaris* e *Ettlia pseudoalveolaris* e di stress salino (100mM, 200mM e 300mM NaCl). I valori espressi come µM FeSO4 eq o ARA% sono la media di tre determinazioni ± DS. I valori con lettere diverse sono statisticamente significativi con il test di Tukey per P ≤ 0,05.

TUNKAHUAN	REGALONA			
	LUTEINA	β-CAROTENE	CLOROFILLA A	CLOROFILLA B
0 NaCl	0,12 ± 0,0041 D	0,016 ± 0,0009 F	0,19 ± 0,0223 E	0,14 ± 0,0093 E
100 NaCl	0,32 ± 0,016 B	0,04 ± 0,002 C	0,54 ± 0,0156 C	0,38 ± 0,0162 B
200 NaCl	0,47 ± 0,0054 A	0,07 ± 0,0008 A	0,93 ± 0,0282 A	0,55 ± 0,0100 A
0 NaCl+C	0,06 ± 0,0085 E	0 G	0,09 ± 0,0139 F	0,06 ± 0,0097 F
100 NaCl+C	0,15 ± 0,0042 CD	0,02 ± 0,0007 E	0,31 ± 0,0029 D	0,18 ± 0,0031 DE
200 NaCl+C	0,34 ± 0,0168 B	0,05 ± 0,0020 B	0,69 ± 0,0332 B	0,38 ± 0,0204 B
0 NaCl+E	0,07 ± 0,0033 E	0 G	0,11 ± 0,0009 EF	0,07 ± 0,0008 F
100 NaCl+E	0,18 ± 0,0101 C	0,02 ± 0,0010 D	0,33 ± 0,0136 D	0,2 ± 0,0116 D
200 NaCl+E	0,31 ± 0,0170 B	0,05 ± 0,0020 C	0,56 ± 0,0338 C	0,31 ± 0,0185 C

Tabella 1. Contenuto in luteina, β-carotene, clorofilla a e b mediante analisi HPLC di germogli liofilizzati di quinoa varietà Tunkahuan e Regalona in presenza o meno di microalga *Ettlia pseudoalveolaris* e *Chlorella sp.* (0,05% per entrambe) e di stress salino (100mM, 200mM, 300mM NaCl). I valori espressi come mg/g DW sono la media di tre determinazioni ± DS. I valori con lettere diverse sono statisticamente significativi con il test di Tukey per P ≤ 0,05.

I livelli di ROS valutati tramite tecniche istochimiche (Figura 3) evidenziano una diminuzione della colorazione all'aumentare della concentrazione salina, indicando una riduzione del contenuto in ROS. Infine la quantificazione dei ROS mediante tecniche fluorimetriche (Figura 4), nella varietà Tunkahuan, ha registrato una riduzione dei ROS in presenza dei biostimolanti rispetto al controllo.

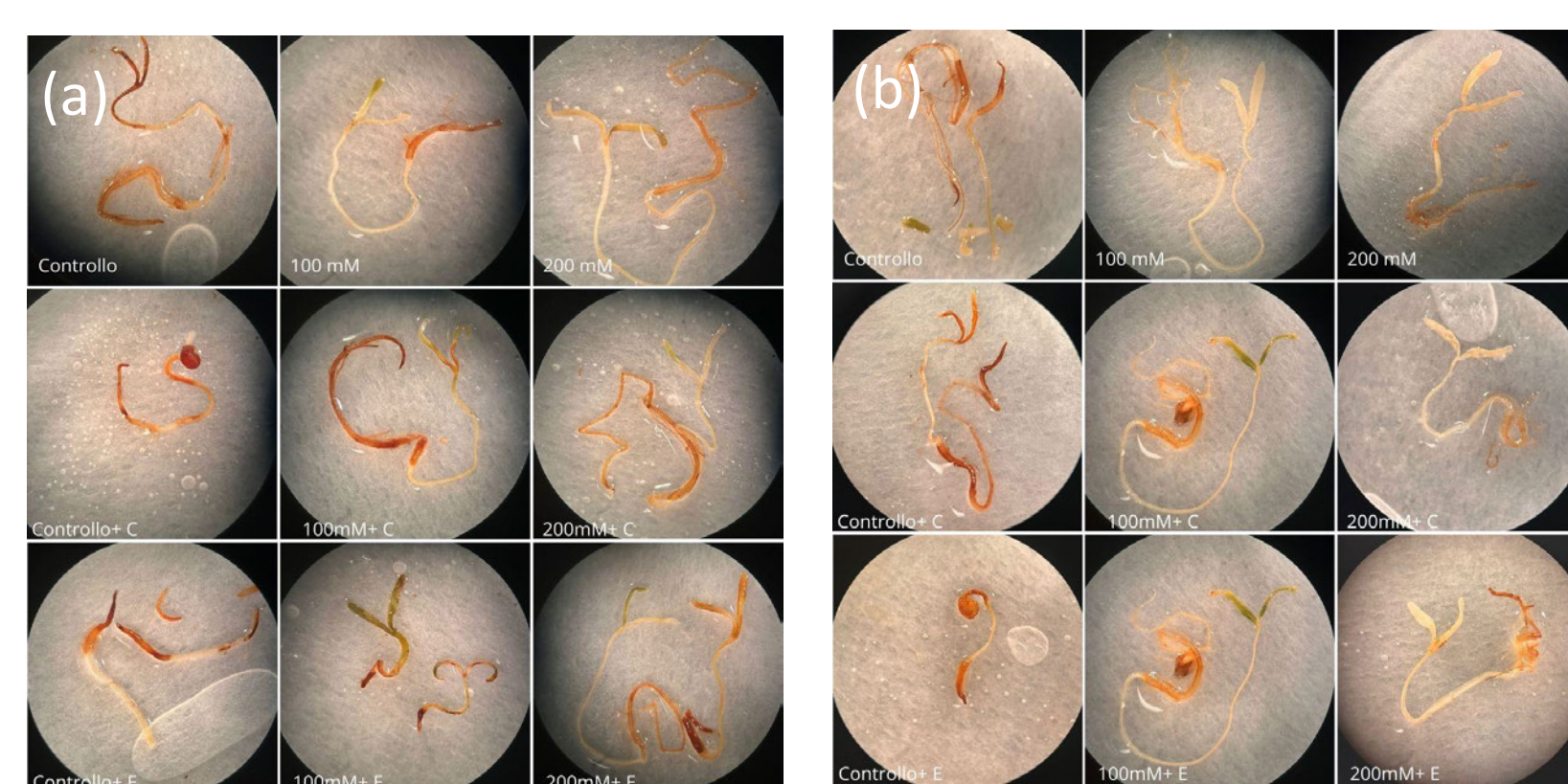


Figura 3. Rilevamento istochimico con DAB in germogli di quinoa varietà Tunkahuan dopo 7 giorni dall'imbibizione in presenza o meno di microalga *Ettlia pseudoalveolaris* e *Chlorella sp.* (0,05% per entrambe) e di stress salino (100mM, 200mM, 300mM NaCl).

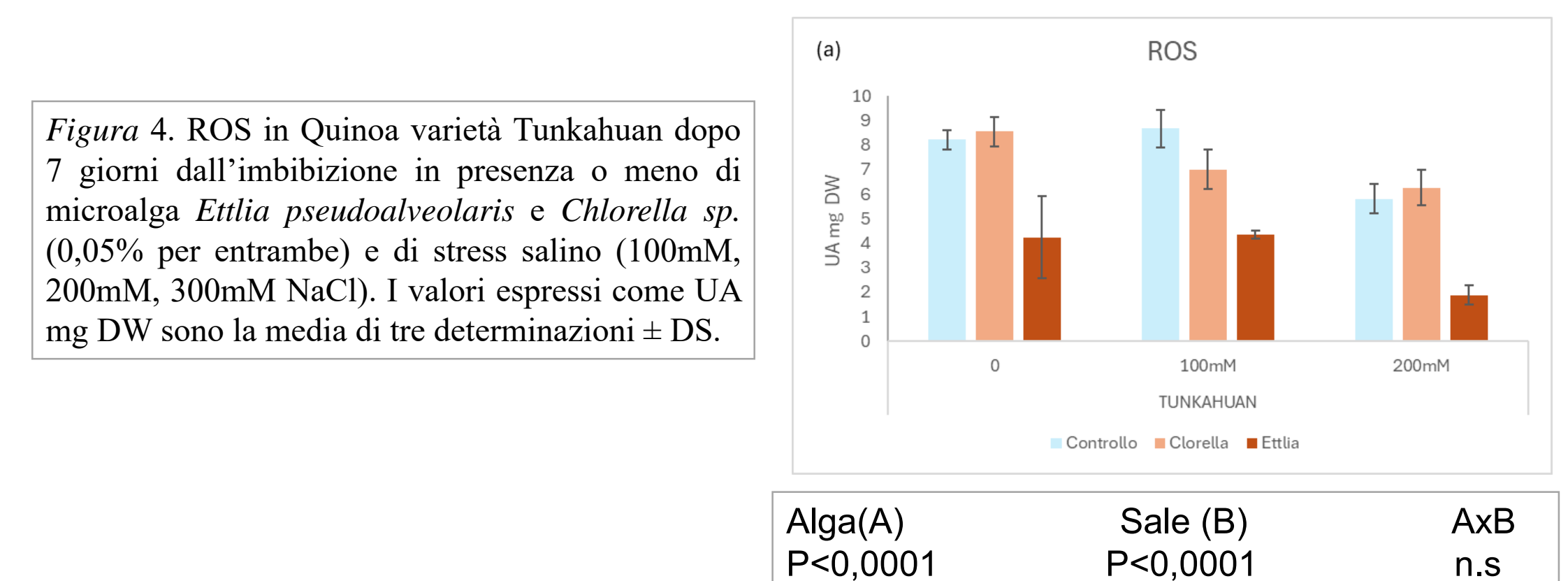


Figura 4. ROS in Quinoa varietà Tunkahuan dopo 7 giorni dall'imbibizione in presenza o meno di microalga *Ettlia pseudoalveolaris* e *Chlorella sp.* (0,05% per entrambe) e di stress salino (100mM, 200mM, 300mM NaCl). I valori espressi come UA mg DW sono la media di tre determinazioni ± DS.

## 4 Conclusioni

In conclusione l'aumento della concentrazione salina e la presenza di biostimolanti, in particolare di *Ettlia*, inducono una maggiore attività antiossidante, come evidenziato da FRAP e DPPH e un maggior contenuto di sostanze bioattive. Questo approccio può essere impiegato per ottenere alimenti vegetali con alto valore nutraceutico da utilizzare come integratori e/o alimenti fortificati.



Figura 1. Polifenoli e flavonoidi in quinoa varietà Tunkahuan (a) e Regalona (b) dopo 7 giorni dall'imbibizione in presenza o meno di microalga *Chlorella vulgaris* e *Ettlia pseudoalveolaris* e di stress salino (100mM, 200mM e 300mM NaCl). I valori espressi come mg GA/g FW o mg QE/g FW sono la media di tre determinazioni ± DS. I valori con lettere diverse sono statisticamente significativi con il test di Tukey per P ≤ 0,05.