

## Impiego di stress salino per stimolare la produzione di composti fenolici in plantule di *Cynara cardunculus* L. coltivate in idroponica

**Carmen Arlotta, Claudia Genovese, Simona Tringali, Paola Frazzetto, Pietro Calderaro, Valeria Toscano & Giuseppe Diego Puglia**

Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo – Via Empedocle 58, 95128 Catania, Italy  
e-mail: giuseppediego.puglia@cnr.it

### Abstract

Il processo di biofortificazione agronomica consente di migliorare la qualità nutrizionale di piante d'interesse alimentare modulando l'accumulo di sostanze utili alla salute umana. In tale contesto, lo stress salino è ampiamente utilizzato come sistema di stimolazione del metabolismo specializzato tra le piante da ortaggio. In tempi recenti, la diffusione di sistemi di agricoltura fuori suolo, come la coltivazione idroponica, ha permesso di gestire con maggiore precisione tutte le fasi di coltivazione e di trattamento delle piante. Il cardo selvatico, *C. cardunculus* L. var. *sylvestris* Lam., è una specie erbacea mediterranea con note proprietà nutraceutiche legate all'elevato contenuto di composti antiossidanti.

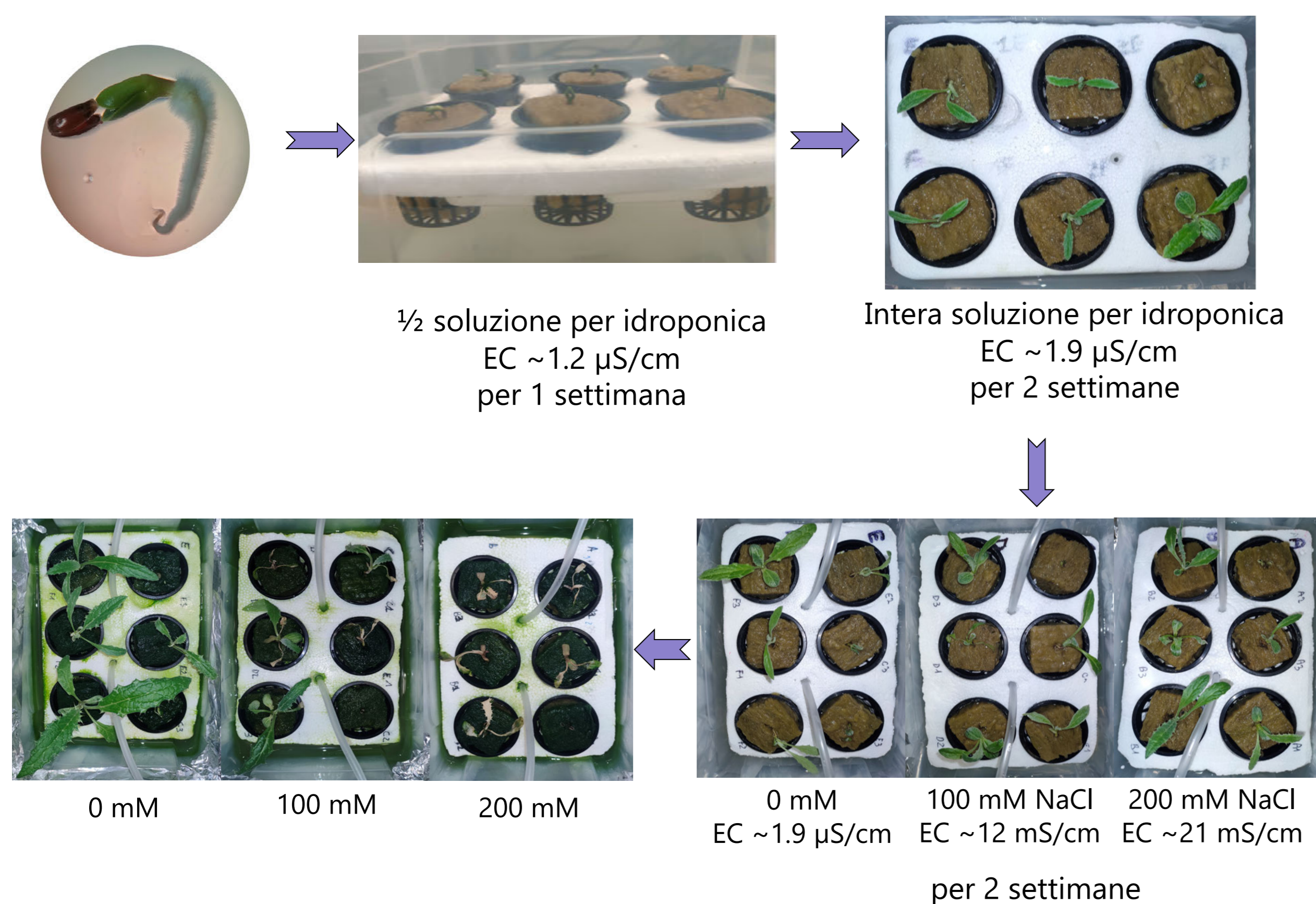


Il presente progetto mira a stimolare il metabolismo dei composti fenolici in cardo selvatico attraverso l'impiego di stress salino. A tale scopo, le plantule di cardo selvatico sono state coltivate in un sistema idroponico per tre settimane, per poi effettuare il trattamento di stress salino aggiungendo 0, 100 o 200 mM di NaCl per ulteriori due settimane.

I risultati mostrano un aumento significativo della produzione di composti fenolici all'aumentare delle concentrazioni saline ( $p < 0,01$ ), associato ad una maggiore capacità antiossidante ( $p < 0,001$ ). Inoltre, le misurazioni *in vivo* indicano che il contenuto di flavonoli aumenta significativamente nelle plantule esposte a 100 mM di NaCl, mentre le concentrazioni di clorofilla e di antociani non variano in modo significativo tra la condizione di controllo (0 mM) e quella di stress intermedio (100 mM). In conclusione, il presente contributo fornisce risultati promettenti sulla biofortificazione del cardo selvatico attraverso tecniche di coltivazione sostenibili.

### Materiali e Metodi

Semi di *C. cardunculus* L. var. *sylvestris* Lam. appartenenti alla collezione del CNR-ISAFOM di Catania sono stati fatti germinare in piastre petri a temperature controllate di 20/10 ° C con fotoperiodo di 12 ore di luce e 12 ore di buio. I germogli ottenuti sono stati trasferiti su un substrato di lana di roccia in un sistema idroponico con soluzione nutritiva aerata (pH 5.8). Per indurre condizioni di stress, le plantule sono state suddivise in gruppi da sei esemplari ciascuno e sottoposte a differenti livelli di concentrazione salina: 0 mM di NaCl (CTRL), 100 mM di NaCl e 200 mM di NaCl.



Sulle plantule vitali sono state effettuate le seguenti misure ed analisi:

#### Misure dei parametri fisiologici mediante sistema Dualex

I parametri analizzati sono stati l'indice della clorofilla (Chl), l'indice delle antocianine (Anth) e l'indice dei flavonoli (Flv). Attraverso l'indice del bilancio dell'azoto (NBI) (Chl/Flv) è stato monitorato lo stato di salute/stress della pianta *in vivo*.



#### Analisi del contenuto fenolico totale (TPC)

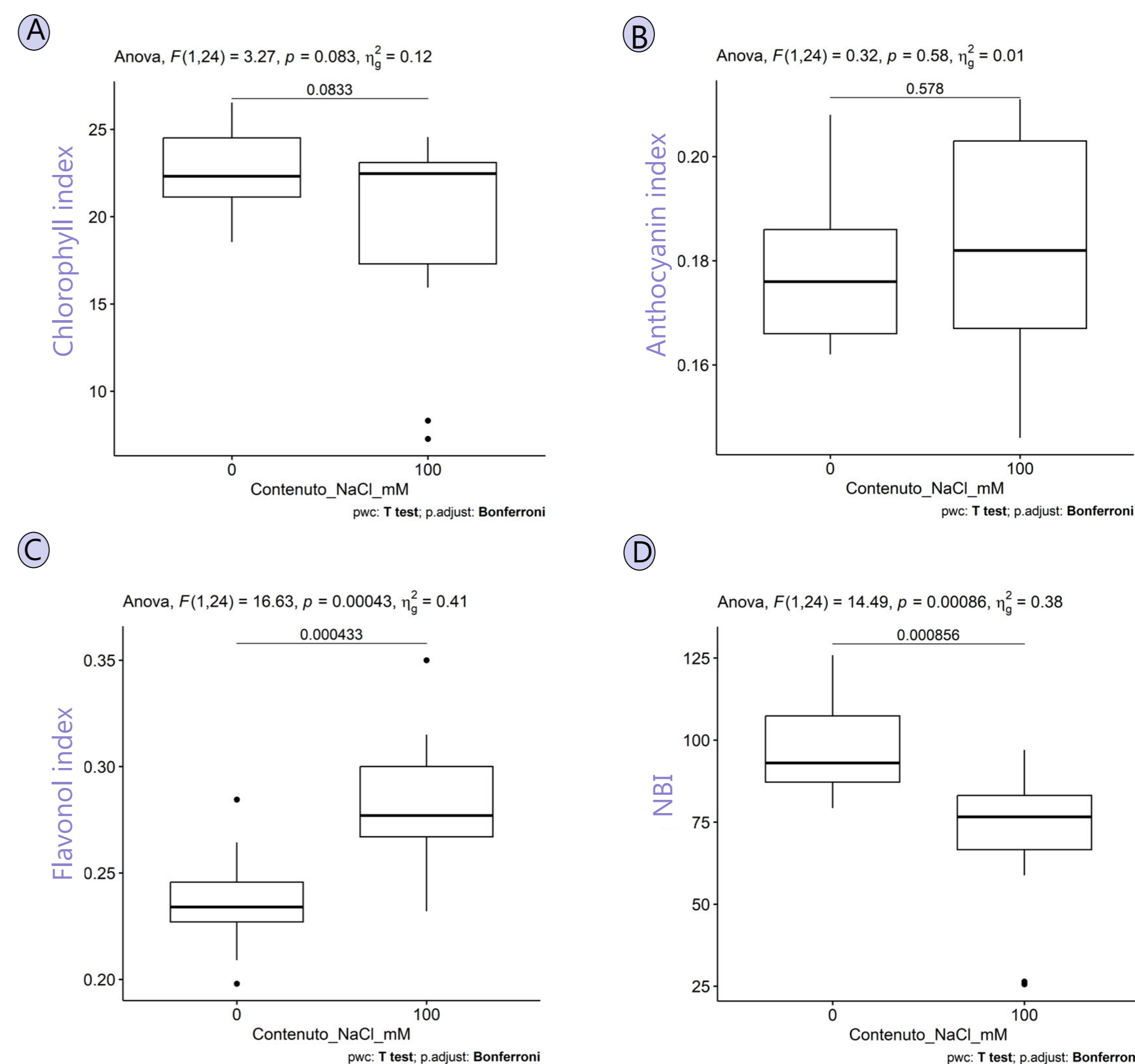
Una soluzione standard di acido gallico (25-400 mg L<sup>-1</sup>) è stata usata per realizzare la curva di calibrazione ( $R^2 = 0,9990$ ) e i risultati sono stati espressi come mg di acido gallico equivalenti (GAE) su 100 g di campione.

#### Analisi dell'Attività Antiossidante (AA) – saggio DPPH

Per l'analisi dell'AA è stata utilizzata una retta di calibrazione con concentrazioni note di Trolox (10-250 µmol L<sup>-1</sup>;  $R^2 = 0,9993$ ) e i risultati sono stati espressi come mg di Trolox Equivalenti (TE) su 100 g di campione.

### Risultati

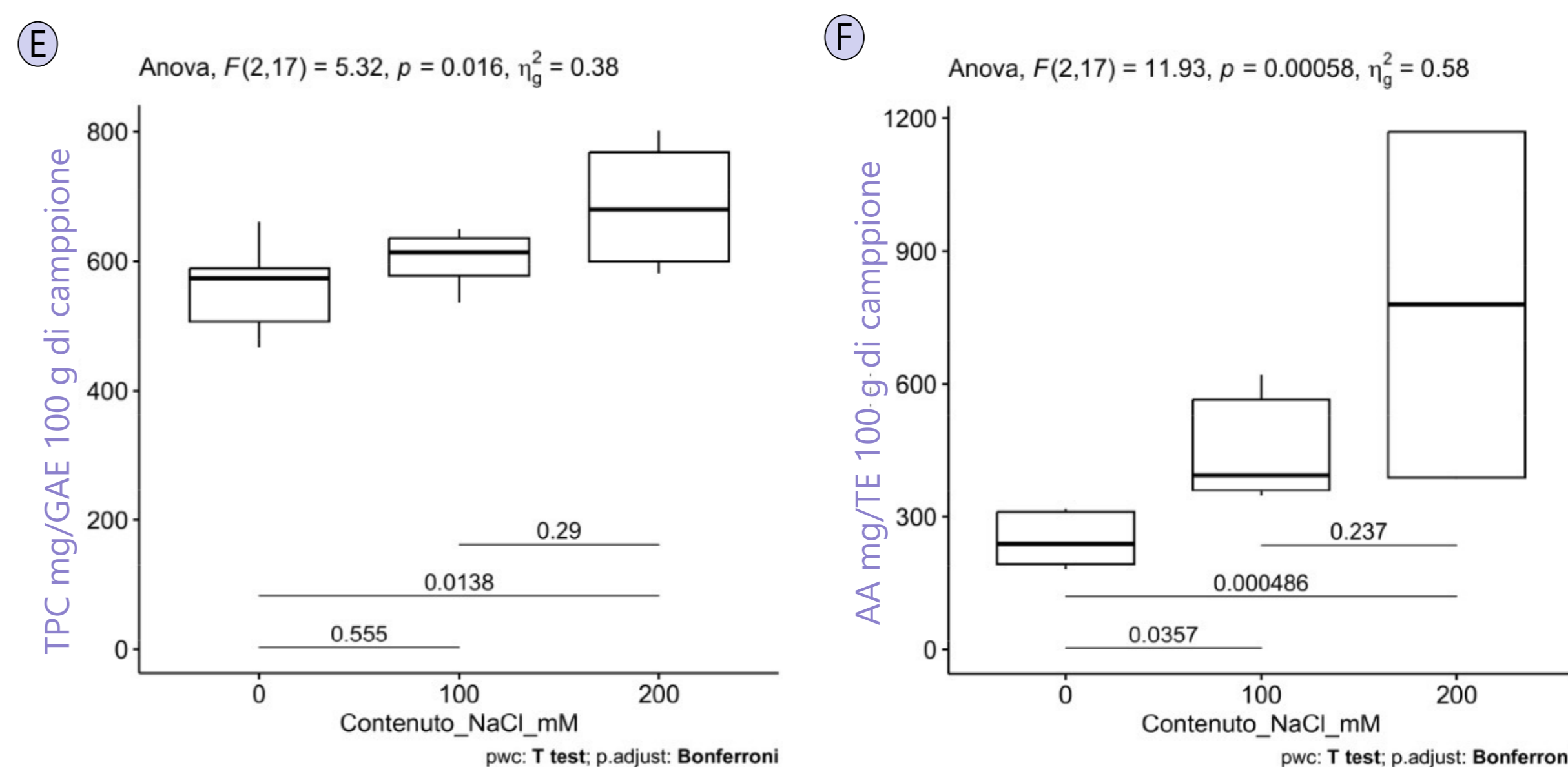
#### Misure dei parametri fisiologici mediante sistema Dualex



Dalle analisi fisiologiche *in vivo* è emerso che le concentrazioni medie di **clorofilla** nelle plantule sottoposte al trattamento con 100 mM di NaCl non sono significativamente differenti rispetto al controllo (valori medi rispettivamente di 22,47 e 19,29) (Fig. A). La stessa tendenza è stata osservata per le **antocianine**, con valori medi di 0,18 per entrambe le condizioni (Fig. B).

Al contrario, la condizione di stress salino ha indotto un significativo aumento dei livelli di **flavonoli**, con valori medi di 0,24 nelle piante non trattate e di 0,28 nelle piante trattate con 100 mM di NaCl (Fig. C). Inoltre, la presenza del sale ha causato una diminuzione dei valori medi dell'**NBI** (96,32 per le piante non trattate e 69,20 per quelle trattate con 100 mM di NaCl) che riflette lo stato di stress delle plantule coltivate in presenza di sale (Fig. D).

#### Analisi di TPC e AA



Il Contenuto di Polifenoli Totali (TPC) è stato influenzato significativamente dalla presenza di NaCl, con valori medi di 554,88 e di 685,44 mg GAE/100g rispettivamente nelle plantule di controllo e in quelle trattate con 200 mM di NaCl (Fig. E).

Similmente, sono stati registrati valori di l'attività antiossidante (AA) significativamente maggiori in plantule sottoposte al trattamento con NaCl rispetto al controllo. Infatti, le plantule non trattate hanno mostrato un valore medio di 248,52 mg TE/100g, mentre quelle coltivate in 100 mM di NaCl di 454,45 mg TE/100g, e quelle in 200 mM di NaCl di 778,52 mg TE/100g (Fig. F).

### Conclusioni

Questo studio dimostra che mediante tecniche di coltivazione sostenibile, come i sistemi idroponici, è possibile produrre plantule di cardo selvatico arricchite in composti bioattivi con maggiore attività antiossidante. I risultati hanno mostrato che la condizione di 100 mM di NaCl consente di mantenere vitali le plantule aumentandone l'attività antiossidante, mentre a 200 mM la concentrazione salina ne compromette lo stato di salute. Ulteriori ricerche sono necessarie *in vitro* e *in vivo*, per testare l'attività nutraceutica delle plantule di cardo selvatico come fonte di composti bioattivi per la salute umana.