

PROGETTO: GASFARM

Programma di sviluppo rurale per l'Umbria 2014/2020 Misura 16 "Cooperazione" -
sottomisura 16.2 – Tipologia di intervento 16.2.1 "Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo
di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie realizzati da altri partenariati diversi dai
Gruppi Operativi e dalle Reti o Poli di nuova costituzione".;

N° DOMANDA SIAN: 14250102069

RELAZIONE TECNICA RELATIVA ALL'ATTIVITA' 3 (sperimentazione agronomica)

comprendente:

- Analisi di caratterizzazione chimico-fisica dei lotti di prodotti a batch (3.1)
- Sperimentazione agronomica in orticoltura biologica a pieno campo (3.2)
- Analisi fogliari e dei nutrienti dei substrati testati (3.3)
- Analisi dei dati e loro interpretazione (3.4)

INTRODUZIONE

Ai fini della verifica della corretta esecuzione della sperimentazione agronomica è stata intrapresa dapprima la determinazione delle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche del digestato anaerobico prodotto in ciascuno dei batch dei TEST 1 e TEST 2

MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO

Il campionamento del digestato è stato effettuato nell'ultimo giorno di durata di ogni singolo batch prelevando in bottiglie in PET da 1500 ml ca. 1500 ml di digestato proveniente dall'ultima camera di sedimentazione attraverso la condotta laterale di scarico

Quindi, in definitiva, sono stati analizzati N.6 campioni di digestato denominati "TEST 1 BATCH 1", "TEST 1 BATCH 2", "TEST 1 BATCH 3" "TEST 2 BATCH 1", "TEST 2 BATCH 2", "TEST 2 BATCH 3"

ANALISI DI LABORATORIO DEL DIGESTATO

I parametri analitici determinati in laboratorio sono stati scelto in funzione delle caratteristiche composizionali chimiche e chimico-fisiche che possono influenzare la trattabilità della matrice e l'efficienza agronomica e nutrizionale del digestato e sono:

- pH
- SST
- ST
- SV
- COD
- N-NH₄
- NTK
- P-totale
- P-PO₄
- Mg
- Ca
- K

Le analisi dei parametri selezionati sono state eseguite in accordo ai metodi qui di seguito riportati.

Parametro	Unità di misura	Metodo
pH		Standard Methods for Water&Wastewater 4500-H +-pH VALUE (2017)
SST	g/l	EPA 160.2
ST	%	APHA 2540 G (TS, TVS for solid and semi-solid samples) and EPA 1684 (Total, Fixed, and Volatile Solids in Water, Solids, and Biosolids)
SV	%	APHA 2540 G (TS, TVS for solid and semi-solid samples) and EPA 1684 (Total, Fixed, and Volatile Solids in Water, Solids, and Biosolids)
COD	mg/l	APHA 5220D
NH₄	mg/l	EPA 350.2
N_{org}	mg/l	Standard Methods for Water&Wastewater 4500-N (2017)
P-tot	mg/l	EPA 365.2+3, APHA 4500-P E/J, and ISO 6878
Ca	mg/l	Microwave digestion (EPA 3051 and APHA 3030 K) and ICP-AES (EPA 6010B and EPA 200.7) or ICP-MS (EPA 6020B and EPA 200.8) or AAS: EPA 7000, APHA 3111 and EPA 215.1
Mg	mg/l	Microwave digestion (EPA 3051 and APHA 3030 K) and ICP-AES (EPA 6010B and EPA 200.7) or ICP-MS (EPA 6020B and EPA 200.8) or (AAS with EPA 7000, APHA 3111 and EPA Method 242.1)
K	mg/l	Flame photometric APHA 3500-K or [Microwave digestion (EPA 3051 and APHA 3030 K) and ICP-AES (EPA 6010B and EPA 200.7) or ICP-MS (EPA 6020B and EPA 200.8) or AAS: EPA 7000 and APHA 3111]

RISULTATI ANALITICI

I risultati delle analisi sono riportati in Tabella 1

Tabella 1 – Risultati analisi di 4 campioni di digestato proveniente dal post-fermentatore

		TEST 1 BATCH 1	TEST 1 BATCH 2	TEST 1 BATCH 3	TEST2 BATCH 1	TEST 2 BATCH 2	TEST 2 BATCH 3
PARAMETRO	UNITA' DI MISURA						
pH	u pH	7,47	7,32	7,29	7,45	7,68	7,47
ST	% TQ	2,15	2,26	2,14	2,03	2,51	2,15
SV	% ST	61,5	69,7	65,3	66,2	63,7	61,5
COD	g/L	152	120	168	168	143	152
NH ₄ -N	mg/l	1505	1555	1478	1532	1483	1505
NH ₄	mg/l	1934	1998	1899	1969	1906	1934
NTK	mg/l	2496	2347	2633	2535	2372	2496
N-NH ₄ /NTK	%	0,60	0,66	0,56	0,60	0,63	0,60
Ptot	mg/l	482	500	427	493	427	482
Ca	mg/l	155	240	240	225	229	155
Mg	mg/l	56	62	54	71	73	56
K	mg/l	509	553	591	455	541	509

CONCLUSIONI

L'analisi delle matrici che verranno sottoposte alla sperimentazione agronomica, ovvero digestato anaerobico proveniente dall'impianto pilota ABR e prelevato in corrispondenza dell'ultima camera di fermentazione (uscita surnatante), ha messo in luce una discreta riproducibilità delle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche della matrice, anche se va detto che tali verifiche composizionali andrebbero ripetute in tempi diversi, ovvero in relazione ai caricamenti di biomassa, la cui variabilità può dipendere dal tipo di razionamento dei suini e dalle modalità di conduzione dell'impianto.

Dalle analisi esperite in questa fase è emerso che il tenore di N-NH₄ è di ca. 1500 mg/l con un rapporto tra N-NH₄ e N totale che si attesta intorno al 60%.

La presenza di fosforo è significativa con un livello di P tot che si attesta poco al di sotto di 500 mg/l.

La reazione della matrice è sub alcalina. Le dotazioni di Ca Mg e K sono in linea con i dati provenienti dalle analisi di digestati simili. Il contenuto di sostanza organica è intorno ai 150 g/L che approssimativamente può corrispondere a un 8-9% di carbonio organico.

15/11/2024

Dott. Luca Poletti



SPERIMENTAZIONE AGRONOMICA CON IL DIGESTATO OTTENUTO DALL'IMPIANTO PILOTA PRESSO L'AZIENDA BIOLOGICA COOP ARIEL DI FOLIGNO

METODOLOGIA

La lattuga, varietà Baby leaf Gentilina, (*Lactuca sativa* L.) è stata selezionata per la valutazione agronomica del digestato ottenuto dall'impianto pilota ABR sito in San Valentino della Collina presso l'Az. Agr. Checcarini. Le piante sono state coltivate, nella loro prima fase, in serra e successivamente trapiantate a pieno campo. L'esperimento è stato impostato come un disegno a blocchi completi randomizzati (RCBD) con 10 repliche corrispondenti a 10 plateau (con 5 piantine di lattuga rispettivamente) per trattamento.

I semi sono stati seminati manualmente in un substrato contenente torba neutralizzata commerciale (pH 6,0 - 7,0): (Tercomposti semina 80). I fori dei plateau contengono ~ 140 cm³ di torba. Successivamente, le piantine sono state ripicchettate in appositi vasetti le cui dimensioni erano 100 mm e 80 mm (diametro e altezza, rispettivamente) contenenti ~ 0,4 L di torba ricoperta da uno strato di vermiculite (0,5 mm). I vasi, che ospitano gli individui testati, è stato posizionato in un bancale ed è stato irrigato manualmente ogni giorno fino alla capacità idrica di campo. È stata registrata la quantità di acqua utilizzata nelle irrigazioni. In totale sono stati testati cinque tipi di substrati.

Scelta del campione di digestato utilizzato per le prove agronomiche

Alla fine dell'attività 3.1 di caratterizzazione fisico-chimica dei lotti di digestato ottenuti, è stato selezionato come campione da somministrare quello corrispondente al TEST 2, BATCH 2, in quanto è rappresentativo del digestato che si è ottenuto con le migliori performance produttive in termini di resa specifica dell'impianto pilota di biogas (968 m³/ Kg SV). Nei 6 campioni analizzati la variabilità nelle concentrazioni di NTK, P totale e K sono statisticamente non significative, pertanto si è voluto testare il digestato che deriva dal processo di digestione anaerobica che più si avvicina alle condizioni operative migliori come contenuto energetico del gas prodotto e che quindi darebbe le migliori garanzie tecnico-economiche nella sua gestione.

Per semplificare, da qui in poi saranno chiamati trattamenti 1 a 5, così indicati:

-Trattamento 1: coltura su substrato di coltura senza fertilizzazione;

-Trattamento 2: coltura su substrato di coltura con fertilizzazione tradizionale (utilizzando fertilizzante commerciale, seguendo le pratiche comuni della zona; tuttavia, utilizzando la seguente quantità di NPK: 0,03 g N, 0,02 g P₂O₅, 0,05 g K₂O);

-Trattamento 3: coltura su substrato di coltura + fertilizzante il più possibile simile al trattamento 5 (ENTEC 462, perfosfato semplice, solfato di potassio) Quantità NPK: 0,06 g N, 0,04 g P₂O₅, 0,1 g K₂O);

-Trattamento 4: coltura su substrato di coltura + digestato al livello 1 (dose inferiore) (stessa quantità di NPK del trattamento 2, ovvero 15 ml di tal quale);

-Trattamento 5: coltura su substrato di coltura + digestato a livello 2 (dose normale) (stessa quantità di NPK del trattamento 3, ovvero 30 ml di tal quale).

I fertilizzanti e i campioni di digestato sono stati aggiunti solo prima della semina. Il pH del substrato e la CE sono stati determinati alla fine degli esperimenti in una sospensione acquosa di 1,5 utilizzando un pH-metro Crison Basic 20 e un conduttivimetro Crison Basic 30.

Analisi dei parametri di crescita ed emergenza delle piantine

L'emersione è stata registrata ogni giorno e il tasso di emersione è stato calcolato come $\Sigma G/t$, dove G è il numero di semi emersi e t è il tempo totale di emersione.

A 10, 20 e 30 giorni dalla semina (DAS) sono stati misurati i seguenti parametri e misurando 10 piante per plateau: altezza dello stelo (H), diametro dello stelo (D), rapporto altezza-diametro dello stelo (H/D), numero di foglie (Leaf no.).

Dopo 30 giorni sono stati campionati il materiale vegetale e il substrato. Il peso fresco di germogli e radici di piante dai 10 fori (di tutte le piante quindi) è stato pesato separatamente su una bilancia di precisione. Per calcolare il peso secco, la frazione di materiale campionato è stata posta in un forno a 65°C fino a peso costante.

Il peso secco totale è stato calcolato come la somma delle radici e dei germogli.

L'indice del raccolto

L'indice di raccolta (HI) è la frazione della biomassa totale (peso secco) allocata nell'organo raccogliabile (foglia di lattuga). Inoltre, è stata calcolata la frazione di biomassa rispetto alla radice (FTR). Un parametro correlato è il rapporto tra peso secco e altezza dei germogli (SDW/H), anch'esso calcolato.

La durata di conservazione

La conservabilità delle lattughe è stata valutata raccogliendo germogli freschi e radici, rispettivamente, dei dieci individui testati. Le lattughe sono state conservate

(separatamente) in scatole bianche trasparenti (115 mm (larghezza) × 97 mm (profondità) × 30 mm (altezza)) e conservati a 5 °C per 7 giorni al buio e al 90% di umidità relativa. Durante questo periodo, il peso fresco (espresso in grammi) è stato registrato su base giornaliera.

La produttività dell'acqua

La produttività idrica delle colture (WP) è stata calcolata come il rapporto tra la produzione di biomassa secca fuori terra al momento del raccolto finale e l'acqua utilizzata dalla coltura (g DW L⁻¹).

Analisi biochimiche e chimiche

Per ragioni di complessità delle analisi richieste, non sono state condotte misurazioni sul contenuto di clorofilla, di fenoli totali, flavonoidi antiossidanti totali e malondialdeide. Per una completa valutazione agronomica dei substrati e dei digestati queste analisi sono necessarie.

La caratterizzazione fisica e fisico-chimica dei substrati di coltura è stata eseguita presso il Laboratorio di Sereco e sono stati analizzati i seguenti parametri: pH, EC, sostanza organica, C organico, granulometria, porosità, capacità di ritenzione idrica, densità apparente. Inoltre, sono stati quantificati anche i nutrienti (N, K, P, Ca, Mg, Na, Fe, Mn).

Analisi nel materiale vegetale sono state eseguite nello stesso laboratorio. Il contenuto di ceneri (su base di peso secco) è stato misurato dopo 4 ore in un forno a muffola a 550°C fino a peso costante. I seguenti elementi sono stati quantificati nel materiale vegetale fresco (N, K, P, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn). Un sottocampione di ciascun trattamento è stato utilizzato per rilevare il contenuto di nitrato fogliare. Il contenuto di azoto della biomassa sarà misurato anche con il metodo Kjeldahl (AOAC, 1990).

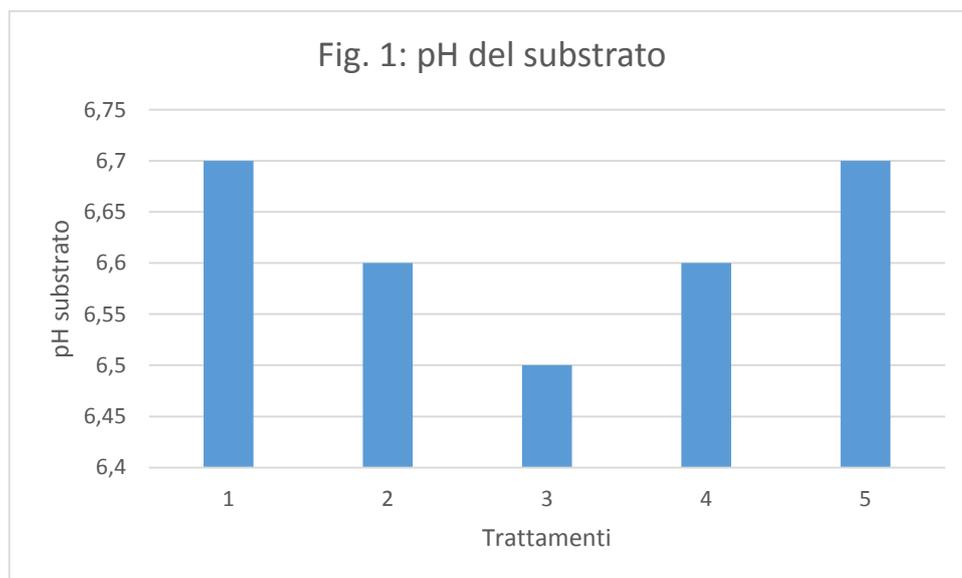
QUANTITÀ DI ACQUA UTILIZZATA PER L'IRRIGAZIONE E ANALISI DEL SUBSTRATO

Si è registrata solo una piccola variazione tra i trattamenti (Tabella 2).

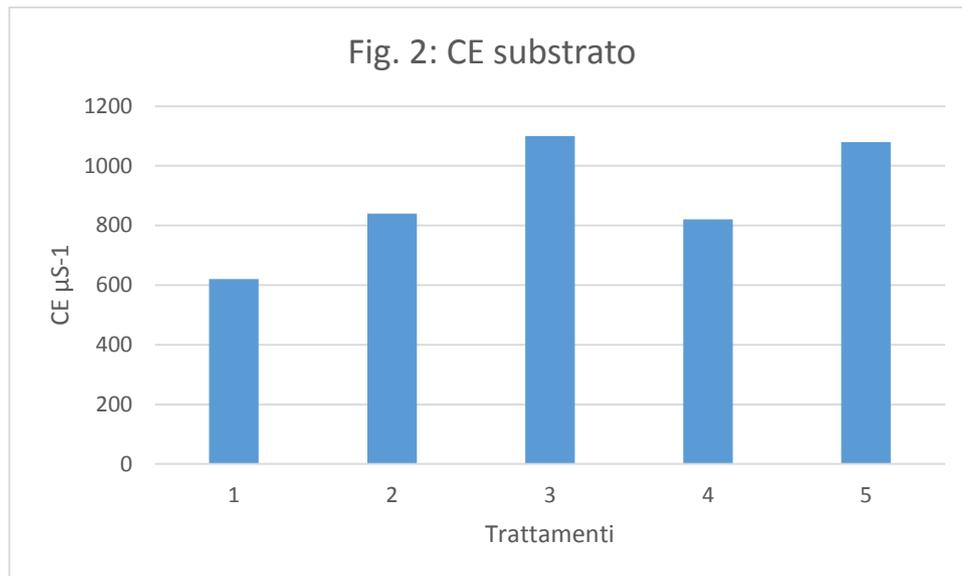
Trattamento	Lattuga
1	800
2	825
3	795
4	795
5	805

Tabella 2: Quantità di acqua utilizzata (mL)

Il pH del substrato (Figura 1) non è variato in modo significativo rispetto al controllo nella lattuga.



Sebbene la CE (Figura 2) abbia mostrato un aumento sia con fertilizzanti convenzionali che con i due campioni di digestato, i valori erano ben al di sotto dell'intervallo di quelli che indicano salinizzazione ($\leq 4000 \mu\text{sm}^{-1}$).



TEST DI FITOTOSSICITÀ

I semi sono stati fatti germinare in piastre di Petri come indicato nella metodologia (Figura 3).

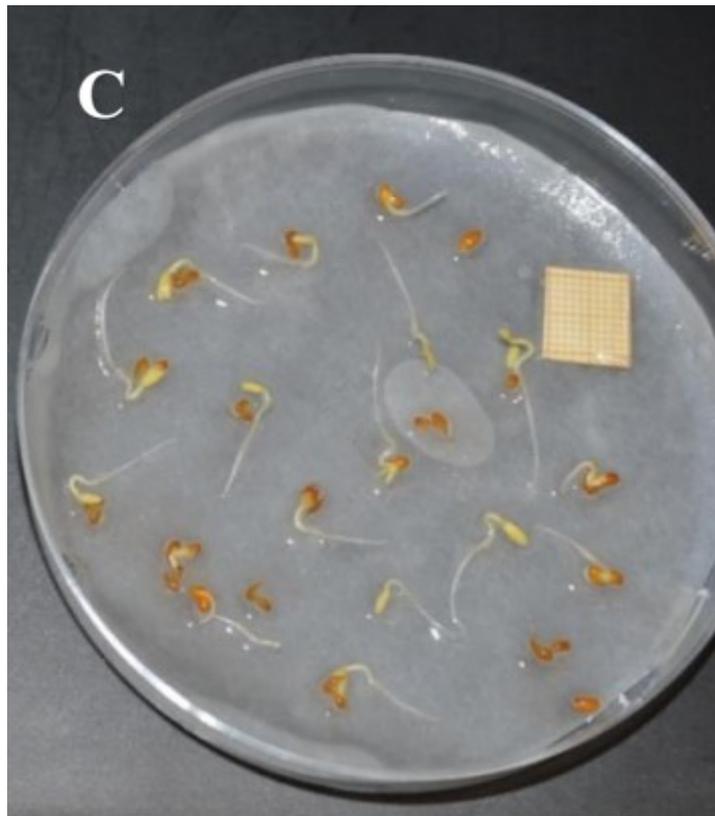
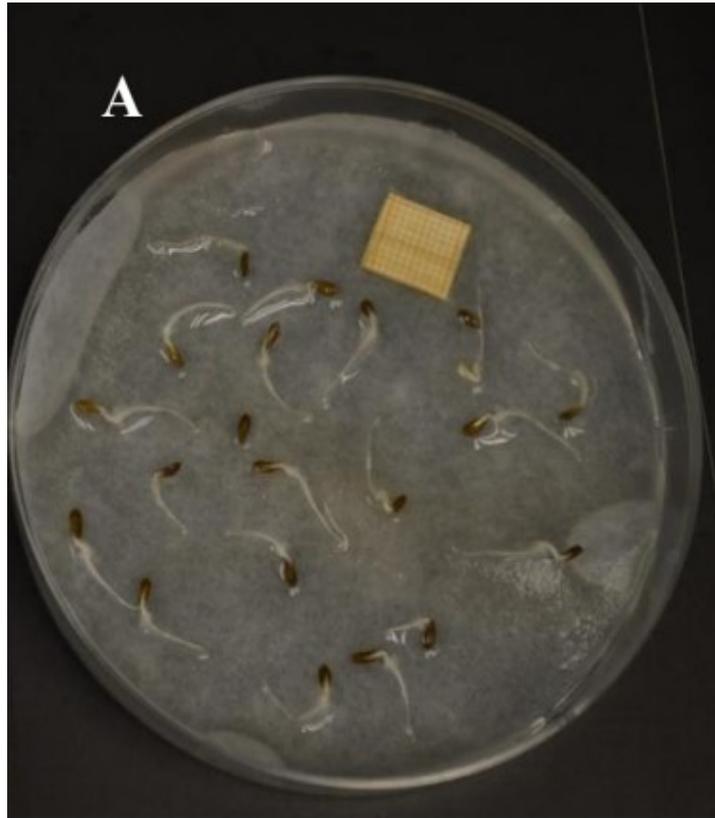
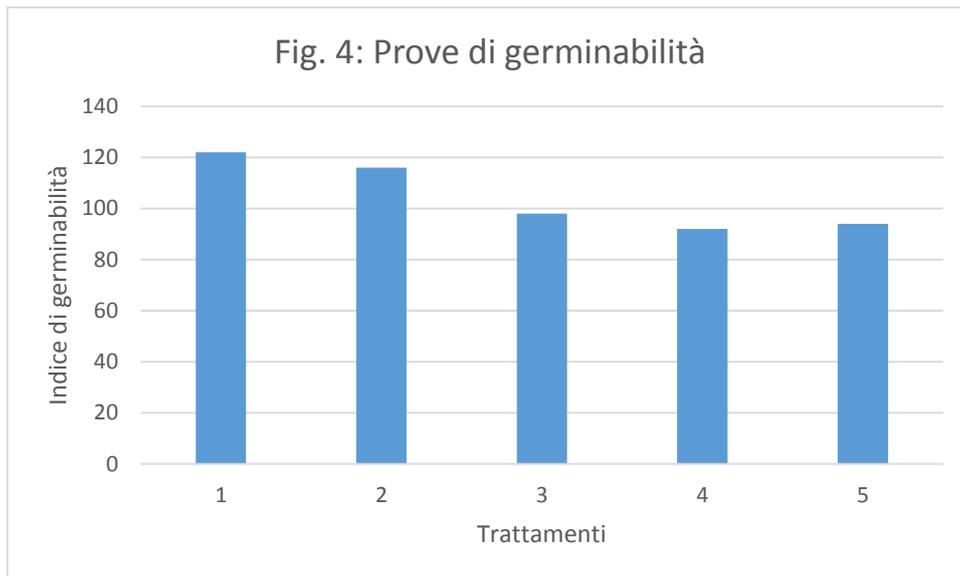


Fig.3: Germinazione dei semi di lattuga (A) e nel Lepidium Sativum (C)

L'indice di germinazione è diminuito nella lattuga nei substrati con i digestati (4 e 5).



TASSO DI EMERGENZA E PARAMETRI DI CRESCITA

L'emersione delle piantine in vaso è stata più alta nella lattuga rispetto all'emergenza che si avrebbe normalmente. Per quanto riguarda l'effetto del substrato, sebbene all'inizio l'emersione sia stata più rapida nel controllo dopo il 6° giorno i tassi erano simili in tutti i substrati.

		1	2	3	4	5
Giorno 3	Lattuga	0,733	0,200	0,400	0,067	0,067
		1	2	3	4	5
Giorno 6	Lattuga	3.133	3.100	3.000	3.078	3.156
		1	2	3	4	5
Giorno 8	Lattuga	2.400	2.367	2.308	2.367	2.408

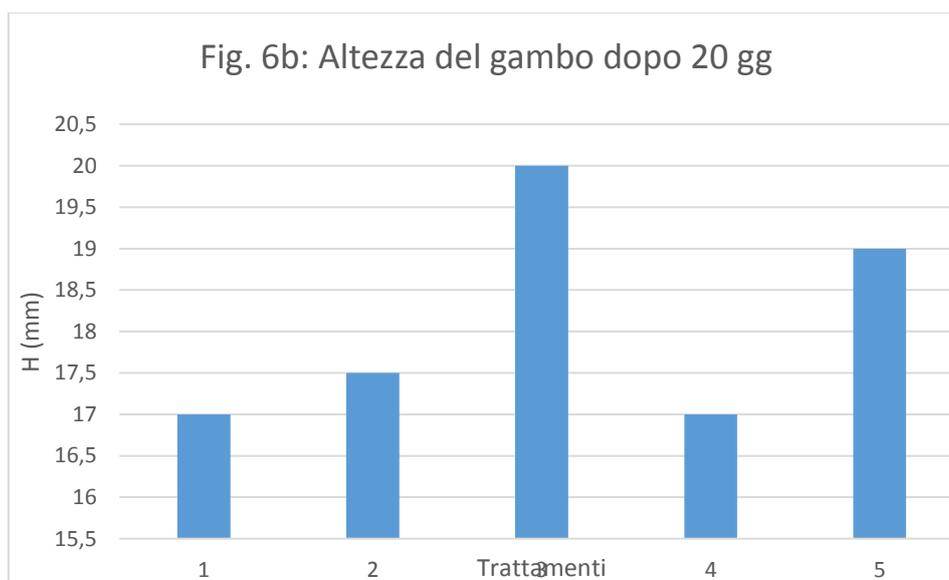
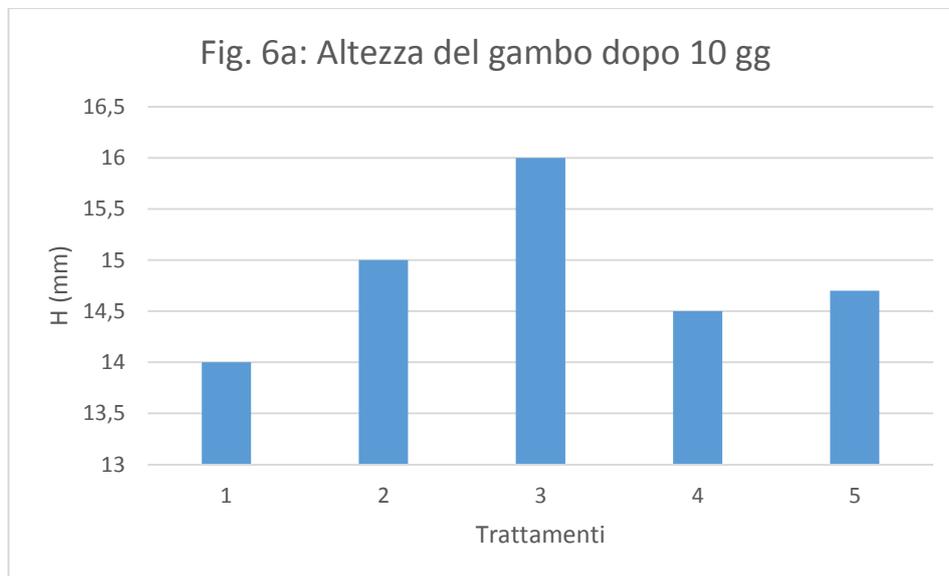
Tab.3: Tasso di emergenza delle plantule di lattuga.

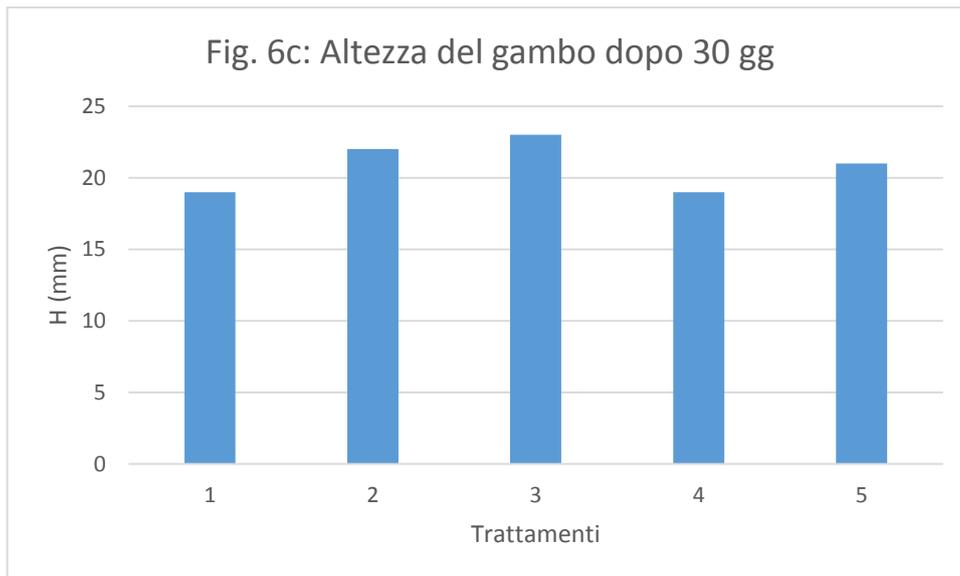
Dopo 30 giorni dalla fine degli esperimenti si potevano notare visivamente alcune differenze nella crescita delle piante (Figura 5).



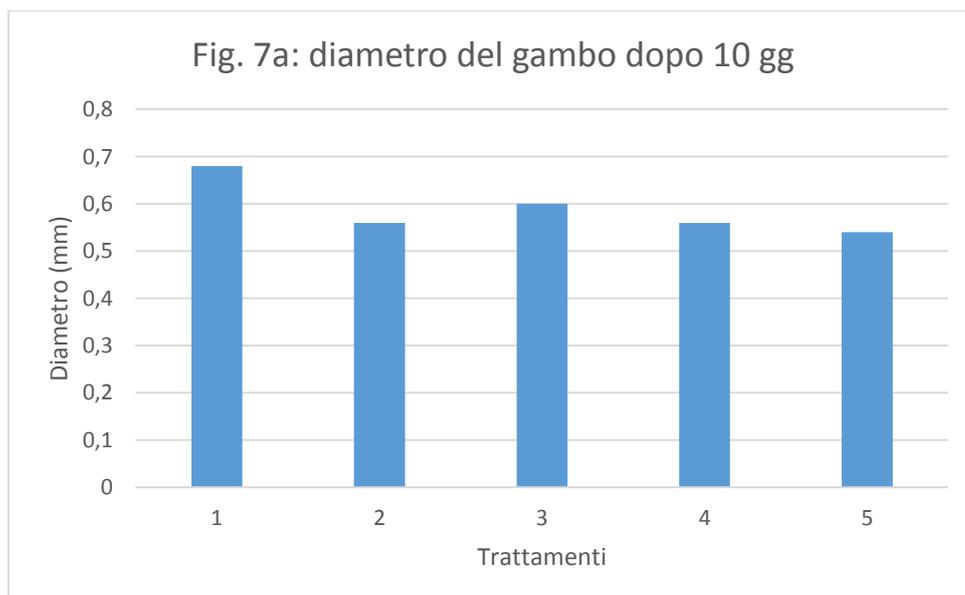
Fig. 5: Piante di lattuga alla fine della prova. Da sinistra a destra 1,2,3,4,5.

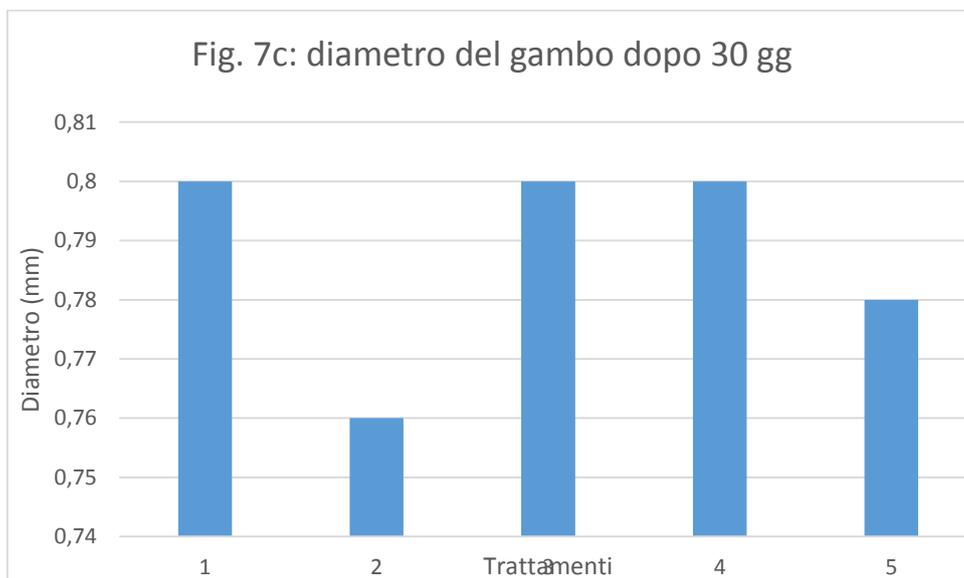
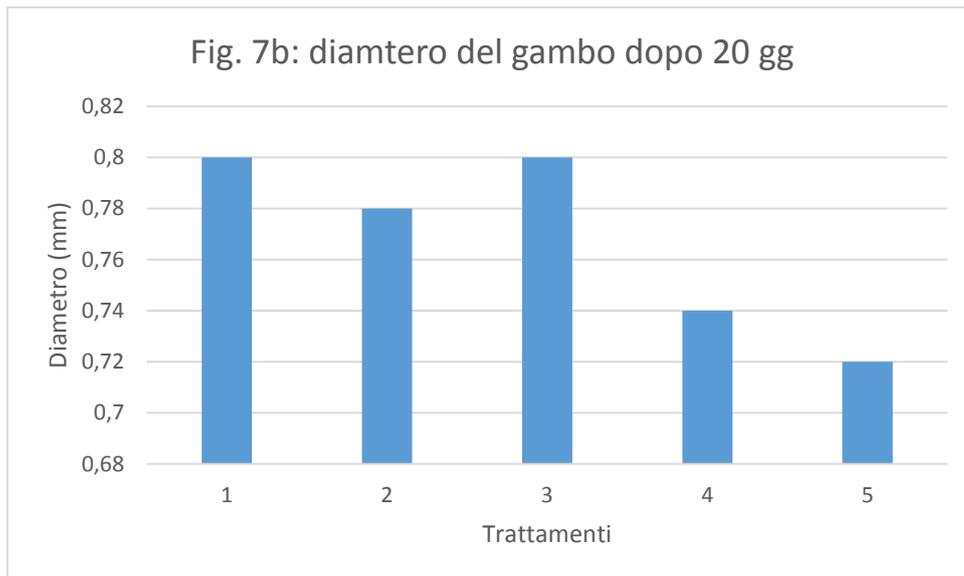
Diversi parametri di crescita sono stati registrati dopo 10, 20 e 30 giorni. L'altezza dello stelo (H) è cresciuta più velocemente nei substrati 3 e 5. Tuttavia, dopo 30 giorni solo le piante del substrati 3 nella lattuga avevano uno stelo significativamente più alto.



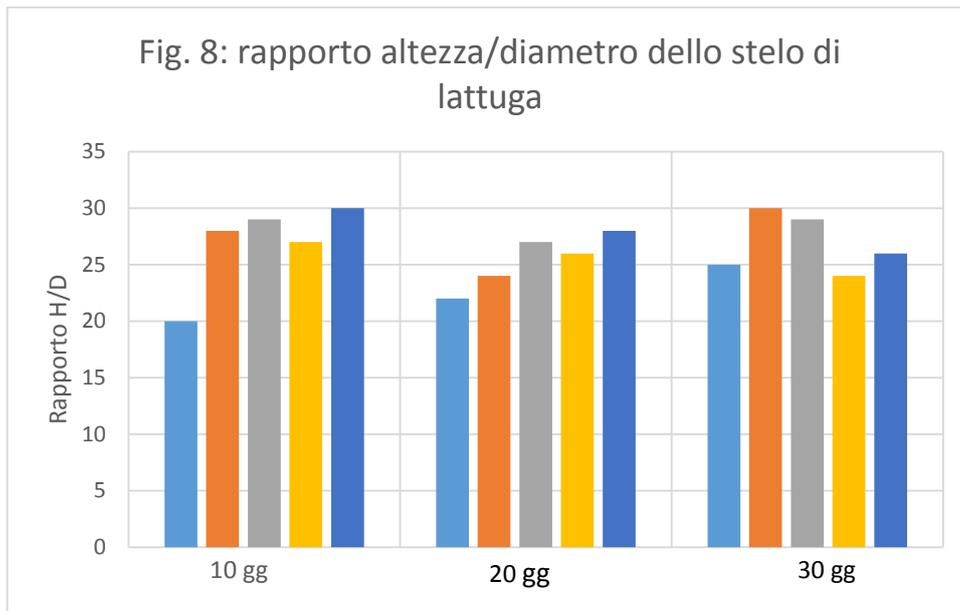


Per quanto riguarda il diametro dello stelo (D) nella lattuga (Figure 7°, 7b, 7c) era più alto nelle piante di controllo.

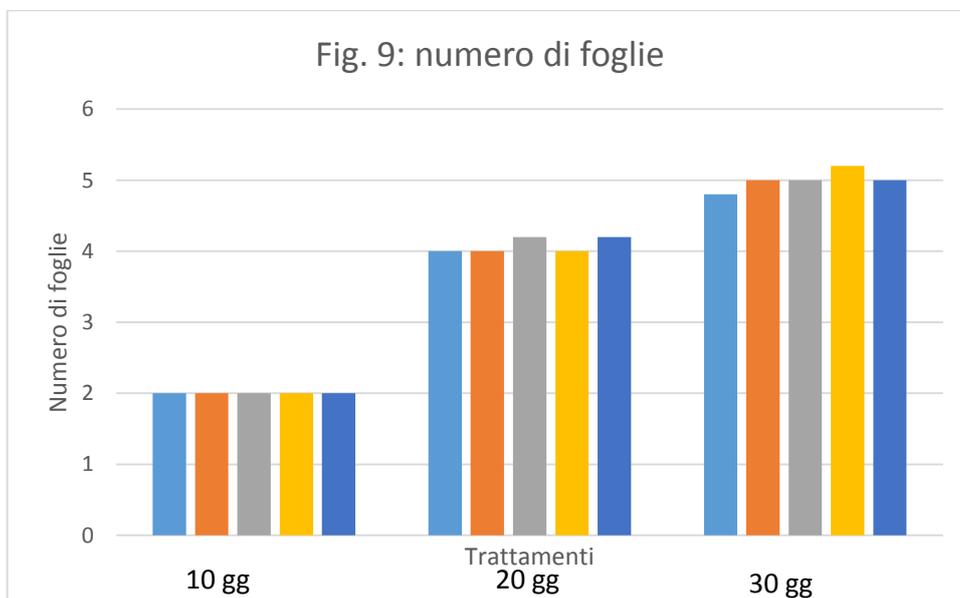




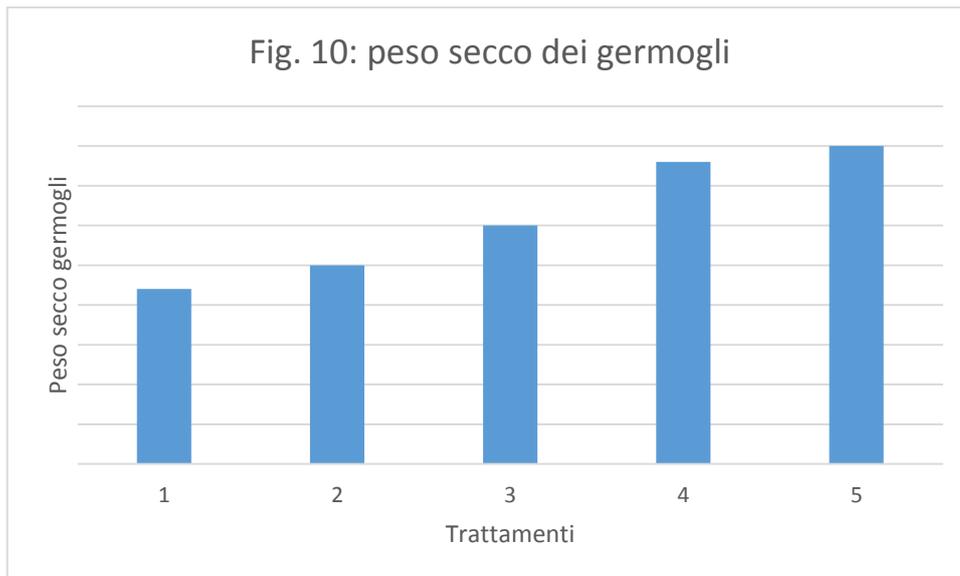
Correlando i due parametri, il rapporto H/D nelle piante di lattuga (Figura 8) di controllo ha mostrato valori generalmente inferiori rispetto a quelli degli altri trattamenti.



Per quanto riguarda il numero di foglie, sebbene all'inizio dell'esperimento le piante fossero omogenee come si può vedere nella Figura 9, dopo 30 giorni la pianta del controllo aveva un numero di foglie inferiore rispetto a quella degli altri trattamenti. L'effetto stimolante del digestato era simile a quello del fertilizzante convenzionale rispetto a questo parametro di crescita.

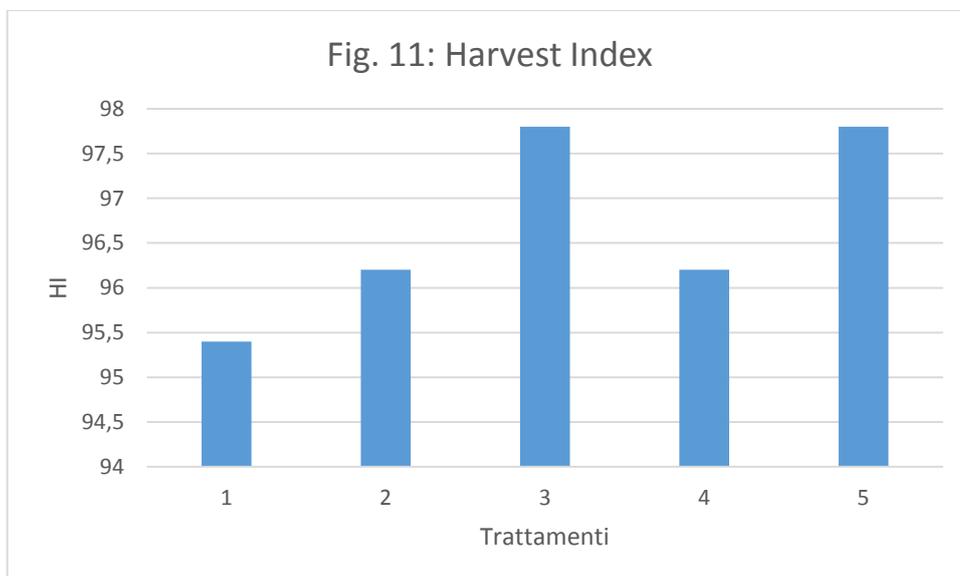


Uno dei parametri di crescita più utilizzati e rilevanti è il peso secco delle piante (Figura 10). Il peso secco dei germogli (SDW) più elevato è stato registrato nelle piante coltivate su substrati con digestato (4 e 5).

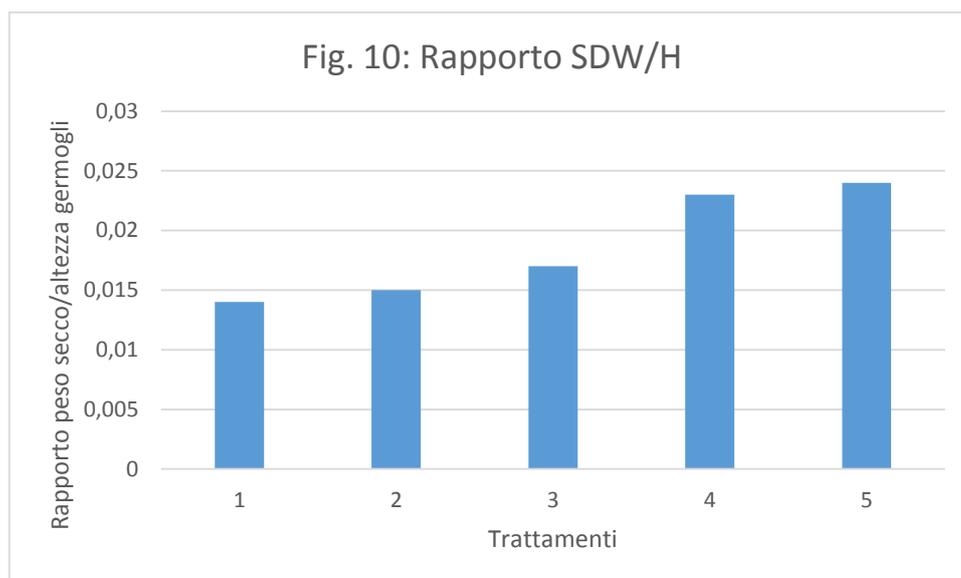


L'INDICE DI RACCOLTA

L'indice di raccolta (HI) calcolato come indicato nella metodologia non ha mostrato una variazione significativa nella lattuga a causa della variabilità dei dati, ma i valori più alti erano quelli dei trattamenti 3 e 5 (Fig. 11).



È stato calcolato anche il rapporto tra peso secco e altezza dei germogli (SDW/H), un parametro correlato (Figura 12). Sono stati ottenuti valori significativamente più alti nelle piante provenienti dal terreno testato con i due campioni di digestato (4 e 5).



LA DURATA DI CONSERVAZIONE

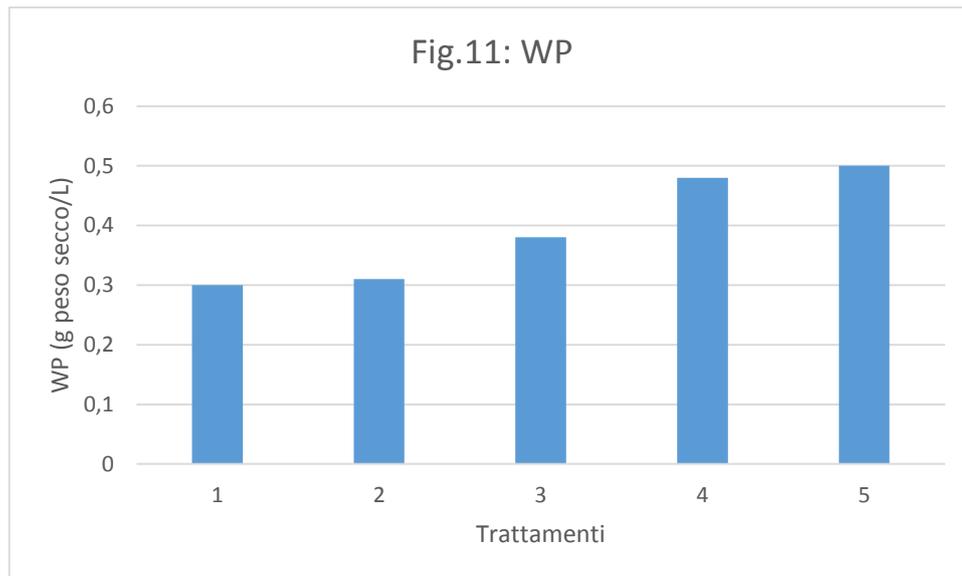
La durata di conservazione valutata per i germogli nella lattuga ha indicato solo una piccola riduzione del 4% nella pianta di controllo ma praticamente nessuna riduzione nelle piante dal substrato con digestato (4 e 5).

Lattuga	Giorno 1	Giorno 2	Giorno 3	Giorno 4	Giorno 5	Giorno 6	Giorno 7
1	39.400	39.020	38.718	38.593	38.437	38.080	37.890
2	44.640	44.614	44.451	44.447	44.437	44.339	44.285
3	49.2900	49.558	49.426	49.302	49.218	48.590	48.978
4	52.840	53.109	52.897	52.847	52.798	52.627	52.582
5	53.700	53.935	53.859	53.809	53.753	53.682	53.646

Tab.4: durata di conservazione dei germogli freschi di lattuga. I dati si riferiscono al peso fresco in grammi.

LA PRODUTTIVITA' IDRICA DELLE COLTURE

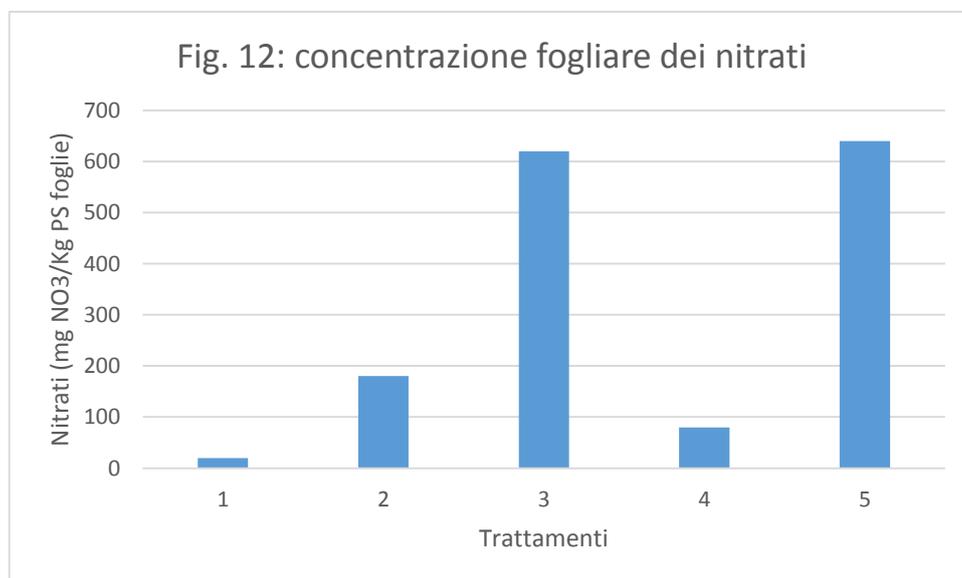
La produttività idrica (WP) è un tratto agronomico rilevante che sta acquisendo rilevanza a causa del deficit idrico aumentato in molte regioni causato dal riscaldamento globale. Il WP più elevato è stato registrato nelle piante con substrati trattati con i due campioni di digestato (4 e 5).



ANALISI CHIMICHE

Concentrazioni di nitrati nelle foglie

Le concentrazioni di nitrati nelle foglie è stata più elevata nelle piante coltivate su substrati trattati, soprattutto in quelle del trattamento 5 (Figura 12). Tuttavia, la concentrazione è risultata molto al di sotto di quelle consentite dalla normativa europea sui contenuti massimi di nitrati, che sono 5000 mg/kg nella lattuga.



Concentrazione di azoto nella biomassa

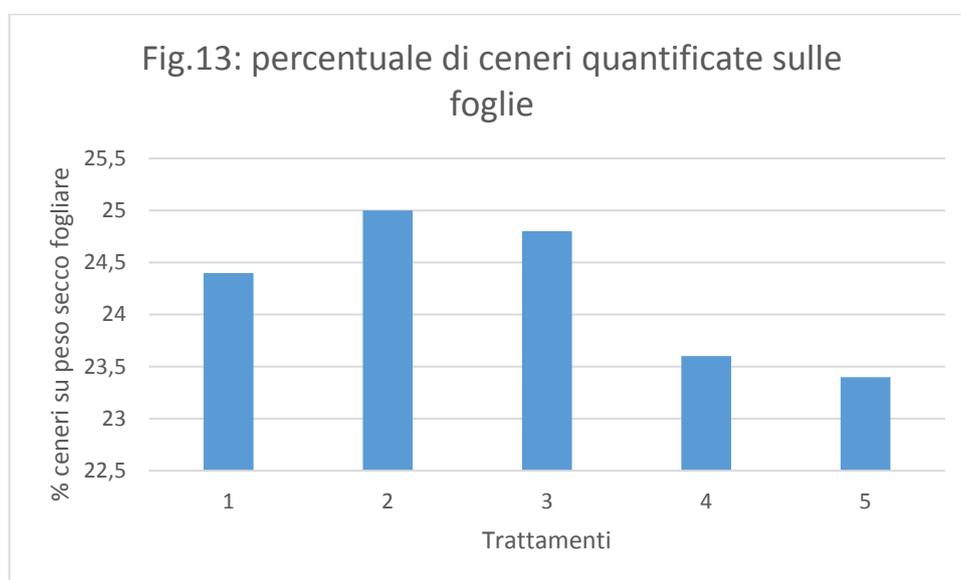
Il contenuto di azoto della biomassa è stato misurato con il metodo Kjeldahl (AOAC, 1990). Il contenuto di azoto è stato più elevato nelle piante di lattuga coltivate sui substrati 3, 4 e 5.

Specie	Trattamento	% Nt FW
Lattuga	1	0,106 ± 0,003a
	2	0,097 ± 0,002a
	3	0,128 ± 0,008
	4	0,135 ± 0,002
	5	0,168 ± 0,002c

Tab.5: concentrazione di azoto nella biomassa.

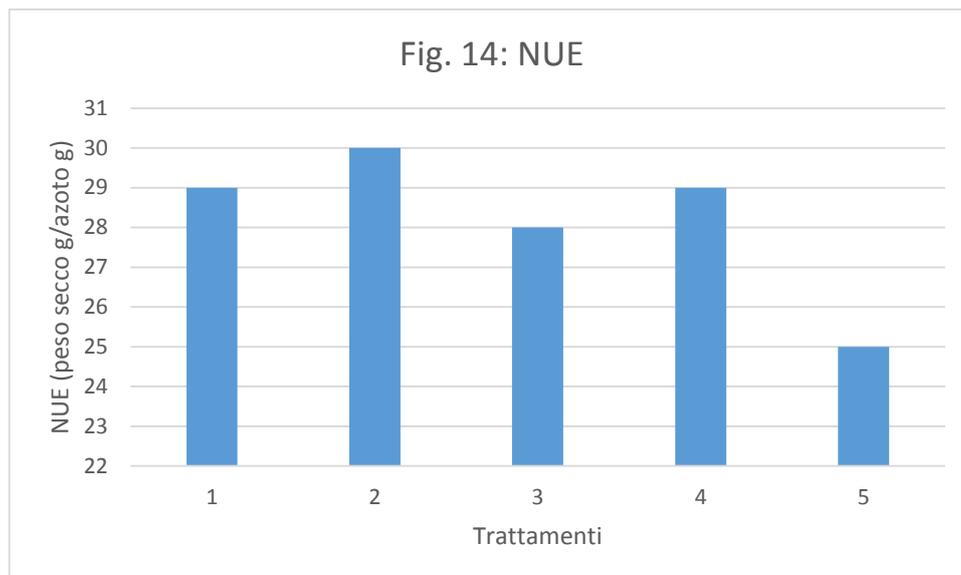
CONTENUTO IN CENERI DELLE FOGLIE

Il contenuto fogliare in ceneri è stato calcolato in base al peso secco. Una percentuale minore è stata trovata nelle piante di lattuga coltivate su terreno 5 (Fig. 13).



Efficienza nell'uso dell'azoto

L'efficienza nell'uso dell'azoto (NUE), che indica la biomassa totale prodotta per unità di assorbimento di N, è stata espressa come rapporto tra produzione di sostanza secca e contenuto di azoto (g/g). E' stata riscontrata una piccola riduzione nelle piante coltivate su terreno 5 (Fig. 14).



Contenuto minerale

Sono stati determinati i seguenti minerali nella biomassa vegetale: K, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn. Nella lattuga i contenuti più elevati di Fe, Zn, Ca si sono riscontrati nei terreni 3 e 5.

		Fe	Cu	Zn	Ca	Mg	K	P
Lattuga	1	0,783 ± 0,047	0,042 ± 0,003	0,342 ± 0,019	41.118 ± 6.253	22,615 ± 4.720	219,69 4 ± 75.790	22,885 ± 0,497
		0,855 ± 0,057	0,043 ± 0,005	0,363 ± 0,036	47.354 ± 4.286	19.608 ± 0,395	228,38 4 ± 3.699	22.742 ± 0,030
	3	0,900 ± 0,016 circa	0,043 ± 0,005	0,381 ± 0,024	39,497 ± 1.982	25,663 ± 1.744	299,997 ± 3.467b	28,432 ± 0,409
	4	0,879 ± 0,057	0,044 ± 0,006	0,349 ± 0,049	55,920 ± 1.662	24.618 ± 0,526	298.748 ± 14.6b	28,658 ± 0,367
	5	1,055 ± 0,108	0,043 ± 0,003	0,600 ± 0,013	51,379 ± 2.009	28.096 ± 1.735	308,44 2 ± 6.102	30,691 ± 0,376

Tab. 6: contenuto minerale espresso in mg/100 g di peso fresco.

Proprietà fisiche e chimiche dei substrati

Si riportano nella tabella 7, le proprietà fisiche e chimiche dei 5 substrati analizzati.

Specie	T	s.o. (%)	Contenuto di ceneri (%)	Porosità (%)	ρ (g/cm ³)	Capacità di aerazione (%)	Capacità di ritenzione idrica (%)	N (%)	C org. (%)
Lattuga	1	65.626	34.374	90.485	1.808	16.583	46.427	0,097	31.32
	2	59.990	40.010	93.195	1.859	21.194	47.018	0,061	28.50
	3	69.058	30.942	92.561	1.778	21.303	32.340	0,055	33.22
	4	76.486	23.514	93.645	1.718	25.189	44.879	0,052	38,00
	5	70.081	29.919	92.196	1.770	17.418	35.742	0,071	36.07

Tab.7: Proprietà fisiche e chimiche dei substrati.

Contenuto di nutrienti nei substrati

Nella tabella 8 si riportano le caratteristiche chimiche dei substrati, ovvero la concentrazioni dei principali nutrienti.

Specie	T	N	K	P	Ca	Mg	N	Fe	Mn
Lattuga	1	22.960	39.018	3.560	168.336	9.728	94.631	0,924	0,007
	2	33.600	45.000	4.338	128.256	43.776	99.268	0,592	0,007
	3	86.240	87.607	4.103	240,48	72,96	158.544	0,771	0,005
	4	50.400	44.203	3.611	80.16	77.824	124.108	0,835	0,001
	5	48.160	74.845	4.686	120,24	82.688	116.366	0,609	0,005

CONCLUSIONI

I terreni trattati con digestato (in particolare 5 con terreno di coltura + digestato a livello 2, dose doppia rispetto a 4) hanno avuto un effetto stimolante su quasi tutti i parametri analizzati, spesso più pronunciato rispetto a quello degli altri due terreni con fertilizzanti (2 e 3).

È stato riscontrato un effetto statisticamente significativo rispetto al controllo per i seguenti parametri:

- Maggiore numero di foglie;
- Maggiore peso secco dei germogli delle piante coltivate su substrati 4 e 5;
- Maggiore peso secco totale delle piante sui substrati 4 e 5;

- Rapporto più elevato tra peso secco dei germogli e altezza sui substrati 4 e 5;
 - Migliore conservabilità;
 - Nitrati più elevati nelle due colture sul terreno 5 (ma al di sotto della concentrazione massima consentita);
 - Maggiore contenuto di azoto nella biomassa della lattuga sui substrati 4 e 5;
 - Per quanto riguarda il contenuto minerale: nella lattuga sono presenti maggiori quantità di Fe, Zn e Mg nelle piante coltivate su terreno 5, e maggiori Ca, K e P nelle piante sui substrati 4 e 5;
 - Maggiore sostanza organica (4 e 5), maggiore porosità in 4 e 5, maggiore capacità di aerazione in 4 e 5, maggiore C organico in 4 e 5;
 - Nutrienti nel substrato: N, K, P più elevati in terreni 4 e 5, Mg più elevato in 4 e 5.
- Inoltre, sono stati rilevati diversi effetti su alcuni altri parametri ma a causa della variabilità dei dati non erano statisticamente significativi:
- Altezza dello stelo nella lattuga a 30 giorni sui terreni 4 e 5;
 - Migliore indice di raccolta nella lattuga su terreno 5;
 - Migliore produttività idrica delle colture nella lattuga coltivata sui substrati 4 e 5.

Perugia, 29/11/2024

ROBERTO POLETTI

AGRONOMO

SERECO BIOTEST SAS DI OKSANA BILENKA

N° ISCRIZIONE ORDINE PG: 1068

Via GIOVANNI GIOLITTI,70

06131 PERUGIA

r.poletti@serecobiotest.it

www.serecobiotest.it

r.poletti@conafpec.it

Tel. +39-75-31556

Cell. 338 3738868