



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

Dottorato Di Ricerca Internazionale in Agronomia Ambientale.

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

AGR/02

CONDIZIONAMENTO E UTILIZZAZIONE DI SCARTI E SOTTOPRODOTTI DELL'INDUSTRIA AGRUMARIA NELLA COLTIVAZIONE DI "CICHORIUM ENDIVIA"

IL DOTTORE
Dott. Alfonso Tirone

IL COORDINATORE
Prof. Carmelo Dazzi

IL TUTOR
Prof. Ignazio Poma

CICLO XXV
ANNO CONSEGUIMENTO TITOLO 2015

Indice

Ringraziamenti	pag 1
Introduzione	pag 2
Valore economico del comparto agrumicolo	pag 4
Il pastazzo di agrumi	pag 6
Il compost	pag 11
I substrati	pag 15
Caso di studio	pag 11
Materiali e metodi	pag 18
Discussione dei risultati	pag 24
Conclusioni	pag 40
Bibliografia	pag 43
Siti Consultati	pag 46

Ringraziamenti

" Il più grande vantaggio competitivo di un'organizzazione è la sua capacità di imparare e di tradurre rapidamente in azioni ciò che ha appreso " Jack Welch

Il presente progetto di Ricerca nasce dall'interazione tra il Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali dell'Università degli studi di Palermo e l'Industria di Trasformazione Agrumaria "Agrumaria Corleone Spa". Per tali motivi, sento il dovere di ringraziare tutti coloro che hanno contribuito, con professionalità e spirito propositivo, al raggiungimento degli obiettivi preposti.

Un primo ringraziamento va al Prof. Ignazio Poma per i preziosi consigli, la chiarezza di informazione e la disponibilità con cui mi ha accompagnato nel corso dell'intera ricerca.

Ringrazio inoltre tutto il personale tecnico scientifico del dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali dell'Università degli Studi di Palermo per l'importante supporto fornito.

Un importante ringraziamento va alla famiglia Corleone, con particolare riferimento al Sign. Enzo Corleone, alla Dott. Valeria Corleone e al Sign. Mauro Corleone, per la fiducia, la disponibilità e i preziosi consigli con cui mi hanno accompagnato nel corso dei tre anni di lavoro.

Un ultimo caloroso ringraziamento va infine al Rag. Francesco Tocco, al Rag. Giuseppe Boatta e a tutto il personale con cui ho avuto il piacere di collaborare nel corso del progetto di ricerca.

Dott. Alfonso Tirone

Introduzione:

La storia degli Agrumi, affonda le sue radici in tempi molto antichi. Varie fonti narrano infatti che



le origini di questa specie siano da collocarsi in Cina in un periodo che va oltre il 2000 a.c.

Gli agrumi appartengono alla famiglia delle Rutacee, sottofamiglia delle Aurantioideae. La famiglia degli agrumi si divide in tre generi: Citrus, Fortunella e Poncirus Trifoliata.

Dall'estremo oriente gli agrumi iniziarono poi a diffondersi verso i paesi confinanti e fecero la loro comparsa in India, in Indocina e nelle isole del Mare Cinese Meridionale, fino all'Oceano Indiano.

I moderni mandarini satsuma, che costituiscono l'80% della produzione di mandarini giapponesi, derivano dai guanxi cinesi. Pare che questo mandarino sia stato importato in Giappone nel

1500 e che si sia adattato velocemente al nuovo territorio diventando un prodotto tipico. Grazie ai numerosi contatti commerciali e culturali tra India e i Paesi della Mesopotamia, gli Agrumi si diffusero in Afganistan e Pakistan e da qui verso i Paesi Occidentali

In Europa gli agrumi vennero inizialmente a scopo ornamentali mentre solo a distanza di qualche Secolo ne vennero apprezzate le caratteristiche organolettiche e nutraceutiche

Grazie alle costanti attività commerciali di alcuni importanti popolazione (genevosi e portoghesi) che fondavano la loro economia sulla navigazione, l'arancio dolce approdò sulle coste di Spagna, Liguria, Calabria e Sicilia

L'arancio amaro venne invece introdotto in Sicilia dagli arabi nel corso del VII secolo. La



dominazione Araba, permise agli agrumi di vivere un periodo di grande sviluppo, a loro infatti si deve il miglioramento delle tecniche agronomiche e la selezione di varietà produttive e più resistenti a clima e condizioni biotiche. Intorno al 1500, in pieno periodo Rinascimentale, iniziarono a prendere forma le prime industrie di profumi e con esse nuove frontiere di utilizzo per gli agrumi che, grazie ai preziosi oli essenziali contenuti nelle bucce piano piano iniziavano a transitare da semplice coltura ornamentale alla coltura industriale a tutti oggi nota. La tecnica di estrazione degli oli fu

introdotta in Europa dagli Arabi, tuttavia l'utilizzo su larga scala in profumeria di estratti oleosi e petali della zagara è dovuto agli Italiani. Nella seconda metà del IX secolo gli agrumi ebbero un grosso successo commerciale, prima con il Nord Europa, dove venivano commercializzati fin dal 1700, e poi con gli Stati Uniti. Quelli che fino ad allora erano dei semplici giardini ornamentali iniziarono sempre più ad allargarsi e ad assumere i caratteri di veri e propri campi produttivi. Tutto ciò comportò la nascita di nuove figure professionali nel commercio, i mediatori, e anche nuove tipologie di proprietari, con la comparsa di borghesi facoltosi; l'agrumicoltura si avvicinò sempre più al mare, soprattutto in Sicilia, dove vennero "conquistate" anche terre difficili come quelle delle pendici dell'Etna.

A metà dell'ottocento in Sicilia erano presenti 7695 ettari di agrumi che assicuravano un guadagno per ettaro di 3600 lire. Nel 1869 dalla Sicilia venivano esportati 783.459 quintali di limoni verso Stati Uniti, Russia, Austria, Germania (Calabrese C., Vacante V. - 2009) Nella seconda metà del 1800 si stima che in Sicilia erano presenti circa 24 industrie di trasformazione



Oggi gli agrumi hanno un'importanza mondiale e sono conosciuti in tutto il mondo per le loro proprietà nutraceutiche. Le industrie di trasformazione hanno un'importanza strategica molto importante in quanto consentono ai vari produttori di minimizzare i danni quando il mercato del fresco non è in linea con le aspettative. I prodotti ottenute dalla trasformazione industriale di agrumi sono: Olio essenziale, S Lupo - 1987

Secondo la cultura popolare, il frutto prende il nome dalla mitologia Greca, si racconta che una delle dodici fatiche di Ercole comportò il furto da parte dell'eroe di alcuni 'frutti d'oro' rubati nell'orto delle Esperidi. Le Esperidi erano tre divinità che custodivano un bellissimo giardino in cui crescevano alberi dai frutti d'oro regalati dalla dea Terra a Giunone quando andò sposa a Giove. Ercole riuscì nell'impresa e da allora i frutti d'oro, che altro non sono che le arance, passarono dal giardino delle Esperidi nelle mani degli uomini. Il ricordo di questa leggenda è rimasto legato al nome botanico del frutto degli agrumi, chiamato appunto esperidio. LUPU, Salvatore.1990.

VALORE ECONOMICO DEL COMPARTO AGRUMICOLO

Secondo i dati USDA 2012, l'Italia è uno dei principali Paesi produttori di agrumi dell'unione



europea. In particolare con gli oltre 3 milioni di tonnellate prodotte si piazza subito dopo la Spagna che con oltre 4 milioni di tonnellate detiene il primato produttivo.

Dallo studio de dati FAO emerge che negli ultimi trenta anni la produzione mondiale di agrumi è più che raddoppiata (FAO, 2007). Tale incremento è stato determinato sia dall'introduzione degli agrumi in

regioni tradizionalmente non vocate – con una crescita dell'areale di produzione di circa il 75% nell'arco di un ventennio (Idda e Furesi, 2005) - sia dall'aumento delle superfici coltivate in paesi, quali la Spagna, che hanno puntato sull'agrumicoltura

L'Italia, al contrario, non ha manifestato un'adeguata dinamicità al mercato: la produzione di agrumi si è mantenuta stabile nell'ultimo ventennio, il segmento del trasformato ha avuto un tasso di sviluppo contenuto e la capacità di penetrazione dei prodotti freschi e trasformati nei circuiti commerciali di maggior peso rimane piuttosto scarsa.

Quest'ultimo aspetto assume particolare rilevanza nel condizionare la crescita del comparto in un'epoca in cui i mercati sono sempre più globalizzati, la maggior parte dei prodotti alimentari vengono commercializzati attraverso la Grande Distribuzione Organizzata (GDO) e dove la logistica e la standardizzazione delle produzioni concorrono in buona parte ad assicurare un ritorno economico remunerativo ai produttori e ai trasformatori. Le difficoltà incontrate in fase di distribuzione unitamente a lacune strutturali ed organizzative della base produttiva stanno penalizzando l'Italia non solo sul fronte degli scambi internazionali, ma anche sul mercato interno.

Le produzioni italiane, infatti, pur godendo di un apprezzamento nel mercato in virtù di spiccate caratteristiche organolettiche e di qualità intrinseche, faticano ad affermarsi nei circuiti commerciali di maggiore portata e risentono della forte concorrenza di paesi meglio organizzati a garantire prodotti con gli standard qualitativi ed i volumi richiesti, in particolare, dalla GDO. Basti citare, ad esempio, competitor come la Spagna, nel mercato degli agrumi allo stato fresco, e gli USA ed il Brasile in quello dei succhi e degli altri prodotti derivati dalla trasformazione degli agrumi.

Andando nel dettaglio, ci si rende tuttavia conto che tale vantaggio non è uniforme in tutte le specie di Citrus, ma si concentra maggiormente nella produzione di arance.

In Italia, e in particolare in Sicilia (che con i suoi 1.2 milioni di tonnellate assorbe quasi il 50 % della produzione totale Nazionale), le specie di agrumi maggiormente coltivate sono nell'ordine l'arancio, il limone, il clementino e il mandarino.

In Sicilia, le province più produttive risultano essere Catania, Siracusa e Palermo. Attualmente la principale destinazione degli agrumi siciliani è il mercato interno del frutto fresco, il quale da solo assorbe quote che si aggirano intorno al 50 –60% dell'intera produzione. L'esportazione interessa, invece, solo il 6–8 %; il resto del prodotto è avviato alla trasformazione industriale.

I quantitativi di agrumi avviati all'industria negli ultimi venti anni sono andati progressivamente aumentando e oggi si stima che l'Industria Agrumaria trasformi circa 0.5 milioni di tonnellate di Agrumi. Di questa quantità si stima che il 50% sia costituita da pastazzo, il quale se non opportunamente gestito può rappresentare un grosso problema sia di natura economica (per via degli elevati costi di smaltimento) che di natura ambientale.

Da quanto detto emerge l'importanza di mettere in atto metodi di gestione del pastazzo di agrumi che rappresentino nello stesso tempo una via: ecologicamente sostenibile, economicamente conveniente e facilmente cantierabile.

IL PASTAZZO DI AGRUMI



Il pastazzo di agrumi, come detto precedentemente è il principale sottoprodotto delle industrie di trasformazione agrumaria(Università degli studi mediterranei di Reggio Calabria. 11 aprile 2008)

Il pastazzo fresco di agrumi risulta costituito principalmente da:

- acqua (mediamente 75-85% in peso)
- mono e disaccaridi (glucosio, fruttosio e saccarosio) per un 6 - 8%
- polisaccaridi (pectine, cellulosa ed emicellulosa) pari a circa 1,5 - 3%,
- acidi organici (citrico, isocitrico e malico) per un contenuto di 0,5-1,5%,
- amminoacidi, vitamine, pigmenti, enzimi e sali minerali

Esso trova oggi diversi impieghi più o meno validi ed economicamente sostenibili, tra questi, il più antico e il più conosciuto è senza dubbio quello di somministrarlo agli animali come alimento. Più recentemente sono stati poi sperimentati utilizzi per fini agronomici come fertilizzante in grado di migliorare le caratteristiche chimico – fisiche di suoli e substrati di coltivazione. Altro utilizzo è infine quello volto a produrre biogas e bioetanolo.

Di recente si stanno sviluppando utilizzazioni ad alto valore aggiunto (quali la produzione di fibre ed altri prodotti per l'alimentazione umana), che finora hanno tuttavia interessato quantità di prodotto molto ridotte.

Nonostante i diversi utilizzi ipotizzabili, tuttavia spesso la gestione del pastazzo di agrumi risulta molto onerosa e le industrie agrumarie si ritrovano in condizioni tali da dover affidarne la gestione a terzi, sostenendo costi non indifferenti variabili di anno in anno.

Utilizzazione del pastazzo di agrumi come alimento zootecnico

Come accennato, l'impiego più diffuso del pastazzo di agrumi (allo stato fresco, insilato o essiccato)



è costituito dall'alimentazione zootecnica. Da varie indagini emerge che tale destinazione assorba una quota, molto variabile fra le diverse industrie e fra le varie campagne agrumarie.

In particolare nel territorio messinese dove è presente un elevato numero di capi ovi-caprini allevati allo stato semibrado o brado in zone impervie e non coltivate, in alcuni periodi dell'anno, specie nei mesi

estivi, gli animali non hanno a disposizione risorse naturali di cui nutrirsi e di conseguenza, l'utilizzo del pastazzo può rappresentare un'alternativa possibile.

Il pastazzo, ha una diversa appetibilità a seconda che derivi da limone o da arance, e con essa una diversa applicabilità come alimento zootecnico. Infatti, se nel pastazzo di limone i livelli di appetibilità sono tali da permettere di utilizzarlo in sostituzione, generalmente parziale, dei cereali, questo non avviene nel caso del pastazzo di arance. In quest'ultimo caso infatti il pastazzo non risulta essere molto appetibile agli animali e le industrie di trasformazione devono cercare vie alternative non sempre economicamente vantaggiose. Il pastazzo di agrumi è utilizzato con successo nell'alimentazione di bovini ed ovini. P Careri, et Al. 2008

Utilizzo del pastazzo per la produzione di Bioenergia

Negli ultimi anni, i paesi industrializzati di tutto il mondo hanno indirizzato la loro attenzione verso modelli di produzione in linea con i principi della sostenibilità ambientale. Tali modelli si basano su



tecniche di produzione in grado di consentire il risparmio di energie e la salvaguardia ambientale attraverso l'utilizzo di fonti energetiche alternative e, tra questi, la biomassa. La scelta del tipo di biomassa da utilizzare, nonché la sua destinazione finale, dipendono dalle caratteristiche della biomassa stessa, poiché il contenuto di carbonio e azoto, l'umidità e sostanze volatili influenzano la scelta della conversione dell'energia. (M Lanfranchi et Al., 2012)

Di recente il pastazzo è stato individuato come componente nella produzione di biogas, avviando un processo di recupero degli scarti che, oltre a generare un ritorno economico, contribuisce a generare energia elettrica e termica rinnovabile.

(Cesare Sala 2010) Al momento non esiste in Italia un'esperienza industriale consolidata perché quello del pastazzo è un problema della agroindustria meridionale (Sicilia e Calabria in particolare) dove il biogas muove i primi passi. Due gli impianti attualmente operativi che producono biogas, uno in Calabria di 2 MW, uno in Sicilia di 1 MW.

Il Biogas, è un gas prodotto in condizione di anaerobiosi, da materiali fermentescibili (letami, scarti biologici, fanghi residuati dal depuramento delle acque).

Il biogas è di solito utilizzato come gas combustibile, può essere bruciato direttamente per la cottura, il riscaldamento, l'illuminazione o può essere usato per generare energia elettrica e termica riutilizzati in azienda o in dotazione alla rete energetica nazionale.

Altra forma di utilizzazione bioenergetica è la produzione di bioetanolo.

Il Bioetanolo è un liquido limpido e incolore che può essere prodotto virtualmente da qualsiasi materia prima contenente zucchero o amido. Le sorgenti più comuni sono la canna da zucchero, il mais, il frumento e le barbabietole da zucchero attraverso un processo fermentativo.



Anche la biomassa cellulosa (proveniente per esempio dalle colture erbacee, dalle colture legnose dai rifiuti organici e dal pastazzo di agrumi) può essere utilizzata per produrre bioetanolo, attraverso tecniche di produzione tecnologicamente più complesse.

Globalmente l'etanolo è uno dei combustibili alternativi per veicoli a motore più diffusi.

Quando si utilizza una materia prima a base di zucchero, la pianta è prima frantumata e setacciata per separare le componenti zuccherine, poi si unisce lievito di birra all'impasto affinché gli zuccheri fermentino producendo alcool e anidride carbonica. La frazione liquida è quindi distillata per produrre etanolo alla concentrazione richiesta dal mercato.

Tali metodi, pur mostrando una validità scientifica, mostrano scarsa applicabilità per via dei costi di investimento iniziale e per quelli di mantenimento spesso poco sostenibili da parte delle piccole e medie imprese del territorio (María Boluda-Aguilar et Al. 2013 - In Seong Choi et Al. 2013 - Harinder Singh Oberoi et Al. 2010)

Produzione di pectina

La pectina può essere estratta da numerose piante, ma i frutti che ne contengono una maggiore



quantità sono gli agrumi (arance, limoni, pompelmi) e le mele. (Xin Wang, Quanru Chen, Xin Lü 2014)

I diversi modi di estrazione delle pectine possono determinare anche notevoli modifiche alla struttura chimica nel prodotto finale. Industrialmente le pectine vengono estratte prevalentemente dalla polpa di mela o dalla buccia di limone in soluzione acquosa acida e calda. Normalmente si opera a valori di pH compresi tra 1.5 e 3.0 e a temperature tra i 60 ed i 100°C per intervalli di tempo tra 30 minuti e 6 ore. Tali valori vengono variati per ottenere un prodotto finale con diversa capacità gelificante e quindi differente grado di metilazione. Altro metodo di estrazione delle pectine è quello enzimatico con l'utilizzo della Galatturonasi.

Grazie all'applicazione di particolari tecnologie industriali, da diversi anni ha preso via la possibilità di estrarre dal pastazzo di agrumi, la pectina che rappresenta una sostanza di grande interesse commerciale (JA Donaghy, AM McKay 1994).

La pectina, si presenta polverulenta e dal colore chiaro che varia dal bianco avorio al marrone



chiaro a seconda del tipo di agrumi utilizzati. Dal punto di vista chimico è costituita da acido α -D-poligalatturonico (circa 80%) parzialmente esterificato con gruppi metilici e da sostanze zuccherine. La pectina è impiegata nel campo alimentare come

agente gelificante stabilizzante ed addensante, nella cosmesi come agente gelificante per la realizzazione di creme e nel farmaceutico per la produzione di emostatici, antidiarroici etc. (Nicolucci C., Campagnaro M. 1999).

La pectina è un colloide naturale molto diffuso nel mondo vegetale sia come componente delle pareti cellulari sia, legato alla cellulosa, come strutturante delle cellule stesse. La molecola della pectina è costituita da una catena lineare di acido polianidrogalatturonico parzialmente metossilato

La pectina è ricavata dagli agrumi e dalle mele e le sue principali funzioni sono quella gelificante se posta in un ambiente adeguatamente acido oppure quelle di addensante, sospendente, e cremosizzante se utilizzata in presenza di ioni calcio.

La pectina è un prodotto di origine naturale che, grazie alla sua innocuità, può essere utilizzato in campo alimentare senza limite di impiego ma semplicemente seguendo il criterio della buona pratica di produzione.

Dopo l'estrazione della pectina dal pastazzo di limone, si genera un pastazzo di limone depectinizzato (PLD) che macroscopicamente si presenta come una pasta bionda omogenea questo, generalmente previa essiccazione, viene avviato all'industria mangimistica per la produzione di alimenti zootecnici.

Uso agronomico come ammendante



Dai vari studi, è emerso che il pastazzo di agrumi può rappresentare una matrice utile all'ottenimento di compost di qualità (Intrigliolo F et Al.-2001)

Tra tutti i possibili usi, l'utilizzo come ammendante è l'unico che non produce a sua volta scarti di lavorazione, poiché una volta compostato ed entrato nel sistema suolo, si degrada completamente andando ad incrementare il tenore in sostanza organica del suolo e migliorandone nel complesso la fertilità fisico – chimica.

L'uso del pastazzo di agrumi come matrice per il processo di compostaggio, potrebbe rappresentare un ottimo esempio per rivalutare un sottoprodotto, il cui costo di gestione e ambientale è alto e difficilmente valutabile, in una risorsa con un valore di mercato attraverso la commercializzazione e la distribuzione sotto forma fertilizzante.

IL COMPOST

Per compost si intende il prodotto derivante dalla decomposizione della sostanza organica per



effetto della flora microbica naturalmente presente nell'ambiente.

Il termine compost deriva dal latino “compositum”, ossia “formato da più materiali”, proprio perché tra i prodotti della reazione microbica sono presenti substrati organici di diversa provenienza.

A livello legislativo, secondo quanto previsto dalla normativa nazionale sui Fertilizzanti (Decreto Legislativo 29 Aprile 2010, N. 75), il compost viene definito e classificato in tre categorie:

Ammendante compostato verde,
Ammendante compostato misto,

Ammendante torboso composto.

In particolare il Dlg 75/2010 (e successive modifiche/integrazioni) definisce:

- **Ammendante compostato verde (ACV):** Prodotto ottenuto attraverso un processo controllato di trasformazione e stabilizzazione di rifiuti organici che possono essere costituiti da scarti di manutenzione del verde ornamentale, altri materiali vegetali come sanse vergini (disoleate o meno) od esauste, residui delle colture, altri rifiuti di origine vegetale.
- **Ammendante compostato misto (ACM):** Prodotto ottenuto attraverso un processo controllato di trasformazione e stabilizzazione di rifiuti organici che possono essere costituiti dalla frazione organica dei Rifiuti Urbani proveniente da raccolta differenziata, dal digestato da trattamento anaerobico (con esclusione di quello proveniente dal trattamento di rifiuto indifferenziato), da rifiuti di origine animale compresi liquami zootecnici, da rifiuti di attività agroindustriali e da lavorazione del legno e del tessile naturale non trattati, nonché dalle matrici previste per l'ammendante compostato verde.
- **Ammendante torboso composto (ATC):** Prodotto ottenuto per miscela di torba con ammendante compostato verde e/o ammendante compostato misto e/o ammendante compostato con fanghi

- **Ammendante compostato con fanghi (ACF):** Prodotto ottenuto attraverso un processo controllato di trasformazione e stabilizzazione di reflui e fanghi nonché dalle matrici previste per l'ammendante compostato misto

In un periodo storico come il nostro, in cui l'intera comunità internazionale pone grande attenzione verso tecniche di produzione in linea con i principi della sostenibilità, trasformare gli scarti e i sottoprodotti organici in compost rappresenta un percorso virtuoso da intraprendere al fine di tutelare tanto l'ambiente quanto l'economia aziendale.

La produzione di compost, nata come metodo di trattamento, recupero e smaltimento dei rifiuti solidi urbani, e successivamente come procedimento esteso ad altre materie prime (principalmente fanghi di depurazione miscelati a rifiuti solidi o ad altre sostanze utilizzate come fonti di carbonio), si basa su un processo a due fasi, di cui la prima comporta una decomposizione biologica del materiale di partenza e la seconda, una stabilizzazione aerobica delle sostanze organiche presenti, il tutto al fine di ottenere un prodotto finale reimpiegabile in agricoltura. La sua produzione e utilizzo può fornire infatti una corretta soluzione sia alla crescente carenza di sostanza organica nei terreni, sia al problema dello smaltimento della ingente quantità di rifiuti organici prodotti

L'utilizzo di ammendanti compostati in agricoltura ha la funzione principale di portare sostanza organica verso l'agroecosistema. In questo modo si garantisce il miglioramento della fertilità fisica (struttura, porosità, ritenzione idrica, drenaggio,), chimica (capacità di sostenere la nutrizione minerale del vegetale tramite il rilascio graduale di N - P - K) e biologica (microfauna tellurica) del suolo. Tutto questo comporta l'inevitabile riduzione di concimi di sintesi.

Nel caso in cui vengano rispettati i criteri imposti dal Reg CEE 834/07 e successive modifiche/integrazioni si può anche prevedere un utilizzo in agricoltura biologica

In agricoltura i possibili impieghi del compost sono:

Agricoltura estensiva: distribuito in pre-aratura su, quali cereali, foraggiere, piante industriali. Le dosi applicate variano da 20 a 30 t/ha, in base alle caratteristiche del suolo e dell'ammendante utilizzato. Centemero, M. (2006).

Processo di compostaggio

Il compostaggio è un processo attraverso il quale viene controllato, accelerato e migliorato il destino a cui tutta la sostanza organica presente in natura va incontro, per effetto della degradazione microbica. Si tratta infatti di un processo aerobico di decomposizione biologica della sostanza organica che permette di ottenere un prodotto biologicamente stabile

In generale possiamo affermare che il processo di compostaggio può essere riassunto con la seguente formula chimica:



Nella fase iniziale del processo di compostaggio, è di fondamentale importanza il grado di aerazione. La prima fase infatti è essenzialmente aerobia ed esotermica, il consumo di ossigeno è elevato e la temperatura, in funzione della fermentescibilità della matrice organica, può raggiungere valori che vanno al di sopra dei 60 °C. L'incremento di temperatura è molto marcato nelle prime 12 – 48 ore. L'aerazione forzata o il rivoltamento del cumulo sono, dunque, indispensabili per consentire il raffreddamento del substrato oltre che per mantenere l'ossigenazione della biomassa al di sopra dei valori critici per l'attività della popolazione microbica e aerobia. I microrganismi coinvolti sono essenzialmente batteri, attinomiceti e funghi termofili. In questa fase, grazie alle elevate temperature che vengono raggiunte, si ha un'igienizzazione della massa con la conseguente inattivazione di gran parte dei semi delle piante infestanti e di tutti i microrganismi patogeni. Il prodotto ottenuto è definito “*Compost Fresco*”.

Alla prima fase, definita di bio-ossidazione, segue la fase di maturazione. In questa seconda fase ad essere attaccate e degradate sono le matrici più complesse come lignina, amido e cellulosa. Contrariamente a quanto accadeva all'inizio, adesso processi avvengono in maniera più lenta con una conseguente riduzione della temperatura. I microrganismi protagonisti di questa fase sono principalmente di tipo mesofilo, essi sono coadiuvati dall'azione della microfauna (essenzialmente millepiedi e acari), che grazie all'azione di sminuzzamento permette di aumentare la superficie specifica della massa da degradare, contribuendo così alla formazione di un “*Compost Maturo*” avente caratteristiche stabili nel tempo. La morfologia del prodotto è simile a quella di un buon terreno: la pezzatura del prodotto è ridotta rispetto a quella di partenza, ma può presentare aggregazione glomerulare.

Il processo di compostaggio (ARPAV) è oggi di grande interesse sotto diversi punti di vista:

- dal punto di vista ecologico-ambientale, perché trasforma biomasse provenienti dal ciclo urbano, da selezione di reflui agroalimentari, agricoli e zootecnici, nonché fanghi derivanti dalla depurazione di acque reflue civili, in materiali utili alla fertilizzazione dei terreni agricoli, perché non più fitotossici, apportatori di nutrienti e miglioratori delle caratteristiche strutturali del terreno;

- dal punto di vista igienico-sanitario, perché il materiale organico viene sanitizzato nel processo, grazie alle elevate temperature che si ingenerano;
- dal punto di vista energetico, dato che il processo si autosostiene energeticamente, con l'energia derivante dalla demolizione dei legami biochimici caratterizzanti le complesse molecole della sostanza organica.

Tipologie Impiantistiche

Il compostaggio essenzialmente può avvenire in due modi:

- tramite la formazione di cumuli
- tramite l'ausilio di bioreattore

In tutti i bioreattori la fase di bioossidazione risulta di durata inferiore rispetto ai tradizionali impianti di compostaggio in cumulo: contro i normali 20-30 giorni dei primi, si completa in 7-15 giorni a seconda del materiale trattato. Per ottenere questo risultato, tuttavia, il processo deve essere ottimizzato sia in termini di qualità del materiale di partenza, sia per gli altri parametri condizionanti il processo.

Nel compostaggio in cumulo, il materiale organico viene sistemato in cumulo-andana di dimensioni variabili: in altezza da 1 metro ad oltre 3 metri e in larghezza da 2 metri fino ai 6-7 metri. Fino a queste larghezze esiste la possibilità di rivoltamento della massa in un unico intervento; quando la larghezza del cumulo supera i 7 metri, il materiale viene rivoltato in più passate: in questo caso si parla usualmente di cumulo a tavola. Le dimensioni dei cumuli dipendono essenzialmente dal materiale da trattare e dal sistema usato per la reintegrazione nel cumulo dell'ossigeno necessario al processo: i cumuli a ventilazione forzata (cumuli statici) sono tendenzialmente di minori dimensioni; quelli a rivoltamento meccanico (cumuli dinamici) possono raggiungere le dimensioni maggiori. In ordine alla forma, i cumuli a sezione trapezoidale (assimilabili a quelli a sezione triangolare di maggiori dimensioni) sembrano preferibili per il migliore sfruttamento dello spazio, dato che la superficie inutilizzata – non occupata dai cumuli - risulta inferiore. In questa ottica, ovviamente, i cumuli a tavola risultano ancor più interessanti. Va, comunque considerato che all'aumentare della sezione aumenta la massa di prodotto che non è interessata dalla circolazione naturale dell'aria per l'effetto camino, cioè per il richiamo di aria dall'ambiente esterno generato dalla depressione creata dall'uscita di aria calda dal cumulo. Sotto questo aspetto i cumuli piccoli e a sezione “triangolare” appaiono preferibili.

I cumuli a tavola, non garantendo un naturale rifornimento di ossigeno alla biomassa, devono essere abbinati a sistemi dinamici di rivoltamento e/o sistemi di insufflazione d'aria nella massa.

(Favoino, E., and M. Centemero. 1997). (Amirante, P., and G. L. Montel 1999):

I SUBSTRATI

Per substrato di coltura si intende un materiale di origine organica o inorganica, naturale o di sintesi, utilizzato tal quale o in miscela con altri substrati, consenta l'ancoraggio ed il regolare sviluppo dell'apparato radicale delle piante messe a coltura.

La qualità delle piante in vaso dipende, fondamentalmente, dal tipo di substrato utilizzato per coltivarle e, in particolare, dalle sue caratteristiche fisico-chimiche, dato che lo sviluppo ed il funzionamento delle radici sono direttamente legati alle condizioni di aereazione e al contenuto di acqua, oltre all'influenza diretta degli elementi nutritivi necessari alle specie che vi si sviluppano (Abad et al., 1992). Scegliere un substrato di coltura, o come più comunemente viene definito un terriccio, vuol dire fare riferimento a tutte quelle condizioni pedologiche in grado di garantire alla coltura in atto, condizioni chimico – fisiche adeguate. Tra queste, particolare attenzione merita la porosità poiché responsabile sia del corretto sviluppo dell'apparato radicale che del drenaggio dell'acqua. Dal punto di vista chimico è invece fondamentale il pH, la C.E., e il contenuto in macroelementi (N,P,K). Da tenere in considerazione è inoltre la capacità di ribagnarsi dopo un periodo di disidratazione

La scelta di un substrato è inoltre condizionata, oltre dalle caratteristiche chimico – fisiche, anche da altri fattori. Tra questi meritano di essere certamente menzionate, **il costo e la reperibilità** del materiale, fattori, questi ultimi in grado di fare spesso da discriminante nell'indirizzare l'imprenditore verso l'impiego di un substrato piuttosto che di un altro.

CASO DI STUDIO

Il Progetto di Ricerca in esame, nasce dalla collaborazione con l'Industria di Trasformazione Agrumaria Corleone Spa.

Esso ha riguardato il condizionamento e utilizzazione di scarti e sottoprodotti dell'industria agrumaria nella coltivazione di "cichorium endivia"



Grazie alla disponibilità della dirigenza aziendale e alla pazienza e la professionalità di tutto il personale interno, è stato possibile studiare tutte le criticità legate alla gestione del pastazzo di agrumi e mettere in atto un progetto pilota che portasse in breve tempo alla produzione di un prodotto le cui caratteristiche fossero compatibili sia con tutte le normative vigenti in materia di sottoprodotti e scarti industriali che con l'eventuale utilizzo in agricoltura.

Dopo uno studio preliminare, si è subito convenuto che il modo migliore per raggiungere gli obiettivi preposti, fosse quello di produrre Ammendante Compostato Misto. Secondo le normative vigenti in materia di fertilizzanti infatti, in questo modo era possibile utilizzare non solo il pastazzo di agrumi (polpa e buccia), ma anche i fanghi di depurazione prodotti in azienda.

I suddetti fanghi, vengono attualmente smaltiti nel rispetto delle normative vigenti in materia di rifiuti speciali tramite una ditta specializzata e i parametri costantemente monitorati

Dopo aver attentamente studiato il processo di compostaggio ed aver esaminato tutte le possibili tipologie impiantistiche si è optato per una sorta di "rivisitazione" dei "Cumuli a Rivoltamento

Meccanico”, il tutto con l’obiettivo di simulare il più possibile le reali condizioni di campo e poter nello stesso tempo utilizzare le limitate disponibilità di spazio presenti in azienda.

MATERIALI E METODI

Al fine di ottenere l' Ammendante Compostato Misto (ACM), sono stati utilizzati:

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| - Polpa di limone | - Polpa di arance |
| - Bucces di limone | - Bucces di arance |
| - Fanghi di depurazione | - 1 operaio |
| - 1 muletto ribaltatore | - binz forati da 1 m ³ |
| - Telo di Nylon | |

Il pastazzo ha subito un grossolano processo di triturazione ed è stato opportunamente miscelato insieme ai fanghi di depurazione. In totale sono state costituite 8 diverse miscele.

Ogni miscela presenta una diversa percentuale di pastazzo di arance o di limoni e una diversa % di fanghi di depurazione

Una volta costituita la miscela, il materiale è stato posizionato all'interno di binz forati aventi volume di 1 m³, questi sono stati opportunamente coperti con un telo impermeabile in modo da limitare gli odori e sono stati rivoltati ad intervalli periodici in modo da garantire il giusto grado di aereazione, con l'ausilio di un muletto ribaltatore e la professionalità di un operaio specializzato. La frequenza dei rivoltamenti è stata maggiore nelle prime 4 settimane (3 rivoltamenti a settimana) ed è andata diminuendo progressivamente nelle settimane successive. Dopo 10 settimane il materiale si è mostrato idoneo ad essere trasferito e sigillato in sacchi di materiale plastico impermeabile. In tutto il processo non sono stati riscontrati problemi relativi agli odori.

La emissione di composti volatili potenzialmente maleodoranti in generale è intrinseca ai diversi processi di trattamento e trasformazione di scarti organici, compresi i processi di compostaggio. Negli impianti di compostaggio il problema è riconducibile sia alla emissione di composti volatili dai materiali che vengono avviati al trattamento, sia, prevalentemente, dalla formazione di tali composti nel corso del processo. In generale la produzione di composti ad elevato impatto olfattivo viene associata alla presenza di condizioni di anaerobiosi nel materiale in trattamento, **condizioni che non dovrebbero verificarsi nel corso del compostaggio, che è una trasformazione di tipo aerobico.** Tuttavia anche una buona conduzione del processo, che mantenga ottimali condizioni di ossigenazione, riduce, ma non evita completamente la formazione di cattivi odori.

In particolare le più comuni cause di produzione di composti maleodoranti presso un impianto di compostaggio possono essere individuate nei casi seguenti:

- prolungato accumulo di materiali freschi e altamente fermentescibili non ancora sottoposti a trattamento in aree scoperte;

- presenza di zone anaerobiche nei materiali sottoposti a trattamento per inadeguata ossigenazione;
- presenza di percolati non adeguatamente captati e raccolti;
- bassa efficienza dei sistemi di captazione dell'aria, nel caso di locali che dovrebbero essere tenuti in depressione, con conseguente fuoriuscita di aree odorose;
- assenza o scarsa efficienza di sistemi di abbattimento delle aree esauste dai locali di trattamento (per insufficiente dimensionamento, insufficiente manutenzione, inadeguata gestione);
- messa in maturazione, in aree aperte, di materiali non ancora sufficientemente stabilizzati;

I rivoltamenti, hanno favorito inoltre il rimescolamento della massa dotando in questo modo il prodotto di elevata omogeneità.

Poiché il compostaggio è stato effettuato nel mese di Febbraio - Marzo e la probabilità di pioggia era ancora reale, si è optato per la copertura dei binz con un telo che fosse impermeabile. I vantaggi attribuiti alla copertura dei cumuli sono essenzialmente riconducibili alla pressoché totale eliminazione del percolato, per l'impossibilità di ingresso dell'acqua meteorica nel cumulo, e anche alla riduzione delle emissioni in atmosfera di gas maleodoranti, per il minor contatto del cumulo con l'ambiente esterno. La condensazione del vapore acqueo alla sommità del cumulo impedisce un'eccessiva disidratazione della massa, garantendo un regolare processo di compostaggio anche senza interventi di umidificazione.

Al fine di valutare un possibile impatto nella realtà agricola, le varie miscele sono state



ulteriormente miscelate (con rapporto 1:1) con torba bruna e suolo andando a costituire dei substrati pronti ad ospitare le eventuali piante su cui effettuare i test biometrici.

Questi ultimi substrati sono stati poi messi a confronto con due tester costituiti da substrato commerciale suolo e torba bruna. Il fine di tale confronto è stato quello valutare in termini chimici

e biometrici, il beneficio apportato ad una coltura dall'ACM costituito da pastazzo di agrumi, in condizioni di campo quanto più vicine alla realtà.

Scelta Della Coltura

Dopo uno studio della bibliografia e una valutazione dell'eventuale coltura da mettere in atto, si è



deciso di indirizzare gli studi verso l'indivia riccia.

Le motivazioni di tale scelta sono da ricondurre sia all'interesse commerciale che viene manifestato verso questa specie che al breve ciclo di sviluppo in grado di garantire risultati in breve tempo.

L'indivia è una pianta tipica delle regioni mediterranee. Alcune fonti collegano il nome "endivia" con una probabile origine indiana dell'ortaggio. Nell'antica Roma era indicata con il termine *intybus*; fu poi Linneo ad attribuire il nome di specie *Intybus* alla cicoria.

L'indivia (*Cichorium endivia*) è una pianta commestibile appartenente alla famiglia delle Asteraceae (o Composite). Spesso confusa con la "cugina" cicoria (entrambe appartengono allo stesso genere *Cichorium*), l'indivia sviluppa una rosetta di foglie assai increspate le quali formano un cespo piuttosto lasso.

La pianta predilige terreni molto fertili, sciolti e ricchi di sostanza organica. Si semina in semenzaio e si mette a dimora quando le piantine hanno quattro o cinque foglie alla distanza di 25-30 cm sulla fila e 30-40 cm tra le file. Le irrigazioni devono essere frequenti finché le piante non formino il cespo, poi vanno diminuendo in frequenza onde evitare il marciume delle foglie e del colletto. La raccolta si esegue in autunno inverno e all'inizio primavera. L'indivia può essere attaccata dalla peronospora e dalla ruggine, nonché da parassiti animali come gli afidi e la lumaca.

L'indivia si inserisce nella rotazione tra i cereali ed il rinnovo, come coltura intercalare autunno-vernina, oppure in successione ad ortaggi estivi nell'orticoltura specializzata. (Perelli, Marino, and Ferdinando Pimpini 2003).

Il ciclo è di circa 60 giorni.

Il fabbisogno medio della coltura per i principali elementi nutritivi è, per quintale di produzione (fresco), di 0,50 kg di N, 0,20 kg di P₂O₅ e 0,55 kg di K₂O. calcio migliora la serbevolezza dei cespi ed il magnesio la colorazione; insieme concorrono ad aumentare la tolleranza alla necrosi marginale.

Metodi di Analisi

Le analisi effettuate sono state indirizzate sia al rilevamento di parametri chimici del substrato che di una serie di indici biometrici della coltura.

In particolare, sul substrato sono state effettuate:

- analisi volte a valutare e quantificare la presenza di metalli pesanti
- Azoto Totale (N) - Test in cuvetta
- Fosforo Assimilabile (P₂O₅) - met. Olsen
- Potassio (k) scam.
- Conducibilità Elettrica 1:5
- Ph

Sulla parte vegetale sono stati effettuati analisi di:

- Colore
- Altezza
- S.S.
- N° Foglie

Svolgimento delle prove

Ogni substrato è stato opportunamente collocato all'interno di vasi aventi volume pari a 3 litri. Ogni vaso è stato contrassegnato da un codice identificativo alfanumerico. Su ogni substrato è stata trapiantata una piantina di Cichorium Endivia

E' stato utilizzato lo schema sperimentale a blocchi randomizzati con tre ripetizioni. In particolare per ogni substrato sono state effettuate 3 ripetizioni. I vasi con le rispettive piante sono stati collocati sopra un bancale, all'interno di un tunnel. La somministrazione di acqua è stata uguale per tutti i substrati.

In totale sono stati effettuati tre cicli colturali. La pianta e le miscele utilizzate sono state sempre le stesse.

VALORI ESPRESSI IN ml

Substrato	Bucce Arance	Bucce Limoni	Polpa Arance	Polpa Limoni	Fanghi	Torba	Suolo	Substrato Commerciale (Technic - gromix)	TOTALE SUBSTRATO
2ax	29,7	29,7	0	0	39,6	99	102	0	300
3 ax	26,73	11,88	11,88	11,88	36,63	99	102	0	300
3 bx	0	36,63	0	25,74	36,63	99	102	0	300
6 ax	57,42	0	0	0	41,58	99	102	0	300
6 bx	29,7	0	29,7	0	39,6	99	102	0	300
8 bx	19,8	19,8	0	19,8	39,6	99	102	0	300
Tester A	0	0	0	0	0	99	102	99	300
Tester B	0	0	0	0	0		0	300	300

All'inizio e alla fine del ciclo colturale è stato preso un campione di substrato dai vasi, al fine di valutarne la variazione di pH, C.E. e macroelementi.

Sulla pianta invece, sono stati misurati l'altezza, il numero di foglie, il colore e la sostanza secca e il contenuto di N

Le prove sono state effettuate presso i campi sperimentali di Castelnuovo, grazie alla preziosa collaborazione di tutto il personale presente

In totale i substrati che sono stati testati per ogni ciclo colturale sono 8, di cui 2 sono tester aventi come base un substrato comunemente utilizzato in agricoltura. Il totale di piante trapiantate è pari a 72, divise in 3 blocchi da 3 piante per ogni substrato.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

- OSSERVAZIONI SULLA PIANTA

Tutti i dati, riconducibili alle tre prove, sono stati sottoposti all'ANOVA e le differenze fra le medie valutate con il Test Duncan. Tutte le prove sono state eseguite presso i campi sperimentali di Castelnuovo (PA), la coltura su cui sono state fatte le valutazioni è stata l'indivia sativa. Le piante erano disposte dentro dei vasi, i quali erano collocati sopra dei bancali all'aperto.

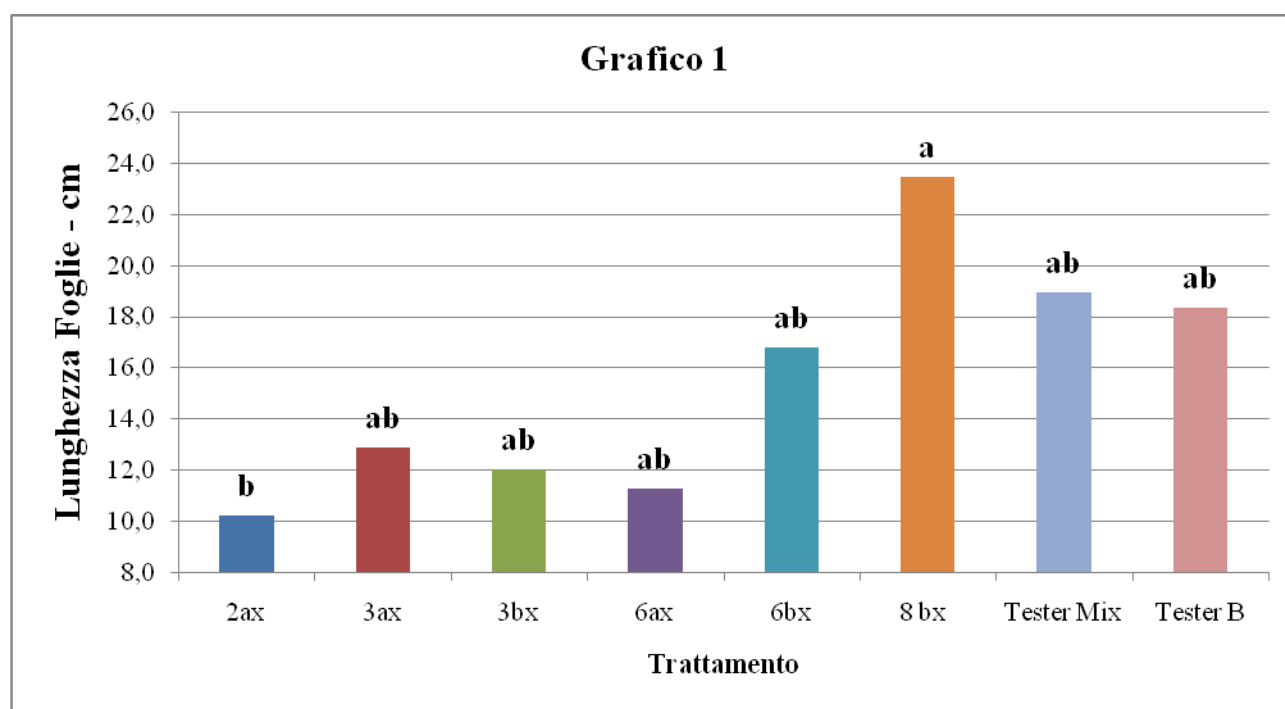
Le piante valutate in relazione alle diverse tesi oggetto di studio hanno mostrato un aumento statisticamente significativo di tutti i parametri biometrici, rispetto alle piante di controllo (tester), dimostrando che l'utilizzo di un prodotto derivante da scarti dell'industria agrumaria risulta essere non solo possibile, ma anche agronomicamente corretto ed economicamente sostenibile.

I test sono stati condotti in tre distinti periodi dell'anno:

- Periodo Autunnale
- Periodo Primaverile
- Periodo Primaverile – Estivo

1) Prove del Periodo Autunnale

Nel grafico 1, viene mostrato l'effetto che i vari substrati hanno indotto sulla **lunghezza media delle foglie**



Dall'analisi statistica, sono emerse dms (differenze medie significative) al 5% fra i valori delle piante in relazione ai diversi substrati studiati

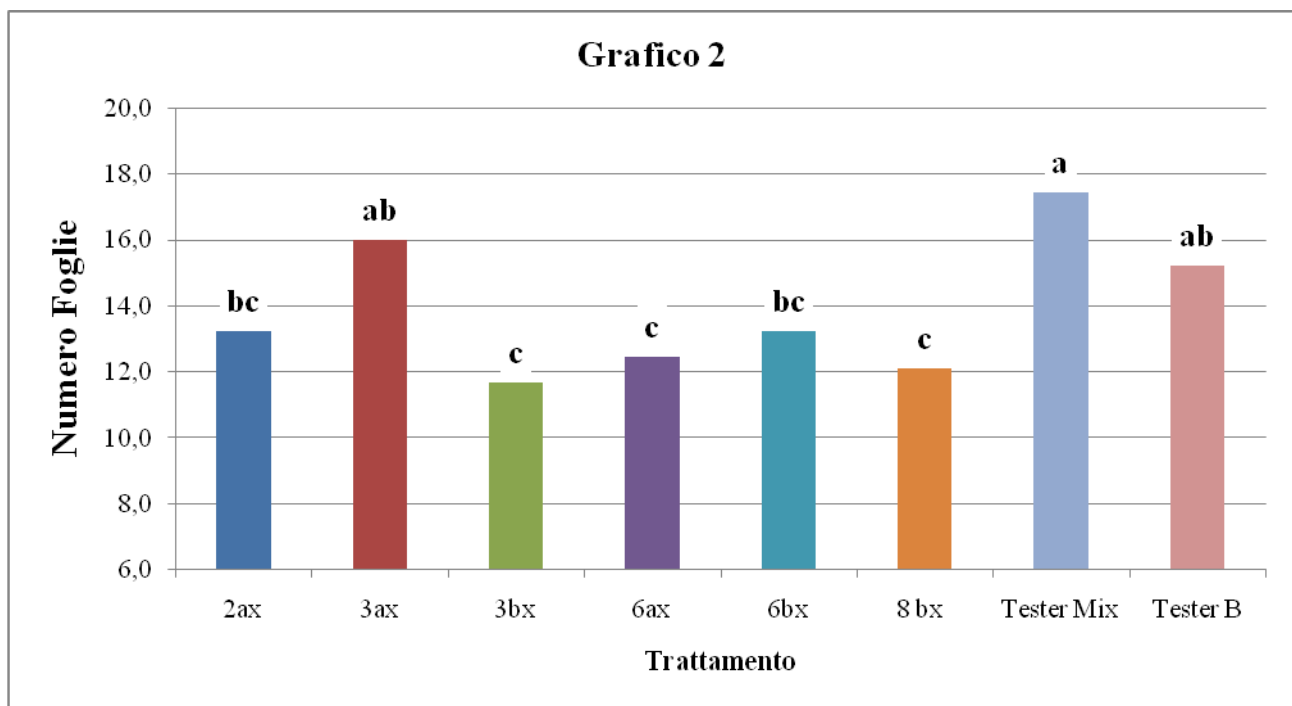
Dall'osservazione dei valori assunti si evidenzia come le piante coltivate sul substrato 8bx, abbiano mostrato lunghezze medie delle foglie superiori alle altre tesi in studio. In particolare, le lunghezze medie delle foglie delle piante coltivate su questo substrato sono risultate mediamente maggiori di 4,5 cm rispetto alle piante coltivate sui tester di riferimento. (Tab. 1); mentre i valori di tutte le altre tesi in studio hanno oscillato all'interno di valori compresi tra 10,22 cm (2ax) e 23,44 cm (8bx). Detti valori interni all'intervallo sono statisticamente uguali fra loro e statisticamente uguali ai due tester di riferimento. I tester di riferimento sono: Tester B (18,33 cm) e Tester Mix (18,94 cm)

Tab. 1 - Influenza del substrato sulla lunghezza media delle foglie (cm)

2ax	3ax	3bx	6ax	6bx	8 bx	Tester Mix	Tester B
10,22	12,89	12,06	11,28	16,78	23,44	18,94	18,33

La tesi 8bx si è differenziata statisticamente solo dalla tesi 2ax, mentre risulta significativamente uguale a tutte le altre tesi in studio

Nel Grafico 2, viene mostrato l'effetto dei vari substrati sul **numero di foglie della pianta**.



Dall'analisi statistica, sono emerse dms (differenze medie significative) al 1% fra i valori delle piante in relazione ai diversi substrati studiati

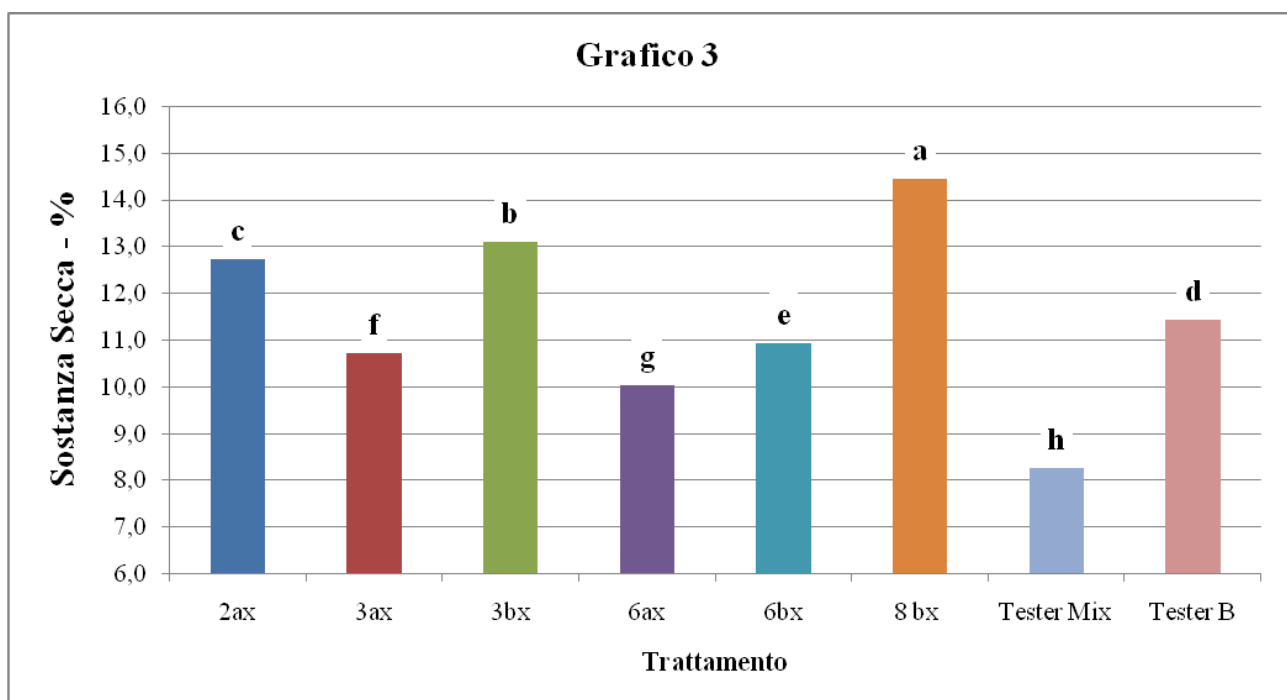
La Tab. 2, mostra in dettaglio i valori medi riscontrati nella prova.

Tab. 2 - Influenza del substrato sul n° foglie

2ax	3ax	3bx	6ax	6bx	8 bx	Tester Mix	Tester B
13,2	16,0	11,7	12,4	13,2	12,1	17,4	15,2

Dall'osservazione dei valori assunti si evidenzia come le piante coltivate sul substrato Tester Mix, abbiano fornito un numero di foglie superiori alle altre tesi in studio. I valori di tutte le tesi in studio hanno oscillato all'interno di valori compresi tra 11,7 (3bx) e 17,4 cm (Tester Mix). I valori della tesi Tester Mix sono risultati statisticamente uguali ai valori delle tesi 3ax e Tester B. Altri valori statisticamente più bassi ed uguali al Tester B li hanno fornite le tesi: 2ax, 3ax, 3bx, 6ax, 6bx, 8bx. Le tesi 3bx, 6ax, 8bx hanno fatto registrare il numero foglie/pianta più basso rispetto ai due Tester di riferimento.

Nel Grafico 3, viene mostrato l'effetto che i vari substrati hanno indotto sulla **Sostanza Secca**



Dall'analisi statistica, sono emerse dms (differenze medie significative) al 1% fra i valori delle piante in relazione ai diversi substrati studiati

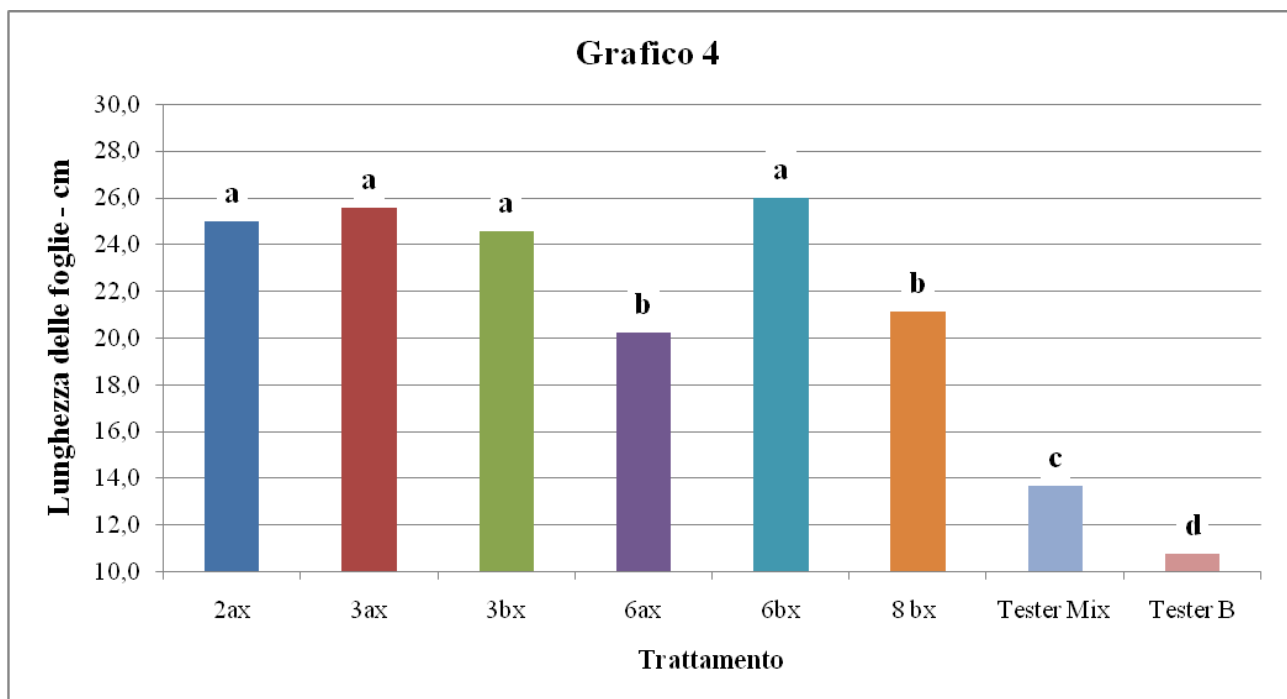
Dall'analisi del suddetto grafico, possiamo affermare che l'influenza della composizione del substrato sulla % di sostanza secca ha mostrato differenze altamente significative per effetto delle tesi in studio. In particolare sono state individuate 8 classi di significatività, tante quante erano le tesi in studio. In particolare, come mostrato dalla tab. 3, valori maggiori sono stati riscontrati nelle tesi: 8 bx (14,45%) 3bx (13,09 %) e 2ax (12,73%), mentre, i valori più bassi sono stati riscontrati in uno dei due substrati di riferimento, e per la precisione il substrato tester mix e nella tesi 6ax. Tutte le tesi risultano statisticamente diverse le une dalle altre.

Tab. 3 - Influenza del substrato sulla Sostanza Secca

2ax	3ax	3bx	6ax	6bx	8 bx	Tester Mix	Tester B
12,73	10,72	13,09	10,03	10,94	14,45	8,26	11,44

2) Prove del Periodo Primaveraile

Nel grafico 4, viene mostrato l'effetto che i vari substrati hanno indotto sull'**lunghezza media delle foglie**



Dall'analisi statistica, sono emerse dms (differenze medie significative) al 1% fra i valori delle piante in relazione ai diversi substrati studiati.

Dall'analisi del grafico 4, possiamo affermare che tutti i substrati di crescita hanno permesso alle piante di raggiungere lunghezze medie delle foglie superiori rispetto a quelle allevate sui due tester di riferimento.

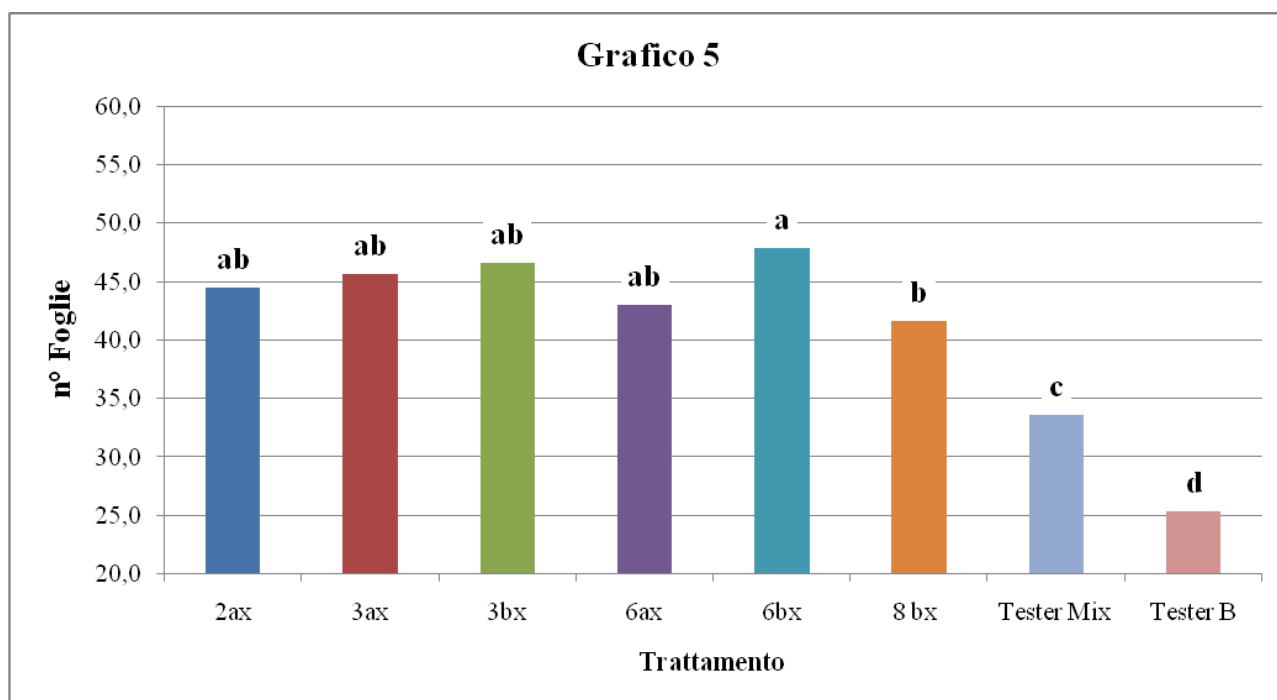
In particolare, le tesi 2ax, 3ax, 3bx, 6bx risultano statisticamente simili tra loro (con valori compresi tra 21,11 e 26,00 cm) e statisticamente differenti da tutte le altre tesi. Le suddette tesi hanno registrato i valori più elevati

Tab. 4 - Influenza del substrato sulla lunghezza media delle foglie (cm)

2ax	3ax	3bx	6ax	6bx	8 bx	Tester Mix	Tester B
25,00	25,56	24,56	20,22	26,00	21,11	13,67	10,78

Dall'osservazione dei valori della tabella 4 si evidenzia come le piante coltivate sul substrato 6bx, abbiano mostrato la lunghezza medie delle foglie superiore alle altre tesi in studio. I valori di tutte le tesi in studio hanno oscillato all'interno di valori compresi tra 26,00 cm (6bx) e 10,78 cm (Tester B).

Nel Grafico 5 viene mostrato l'effetto dei vari substrati sul **numero di foglie della pianta**.



Dall'analisi statistica, sono emerse dms (differenze medie significative) al 1% fra i valori delle piante in relazione ai diversi substrati studiati

Dall'osservazione del Grafico 5 si evince come le tesi 2ax, 3ax, 3bx, 6ax, 6bx, hanno fornito valori più alti compresi fra 41,7 e 47,9 foglie pianta, e statisticamente uguali tra loro.

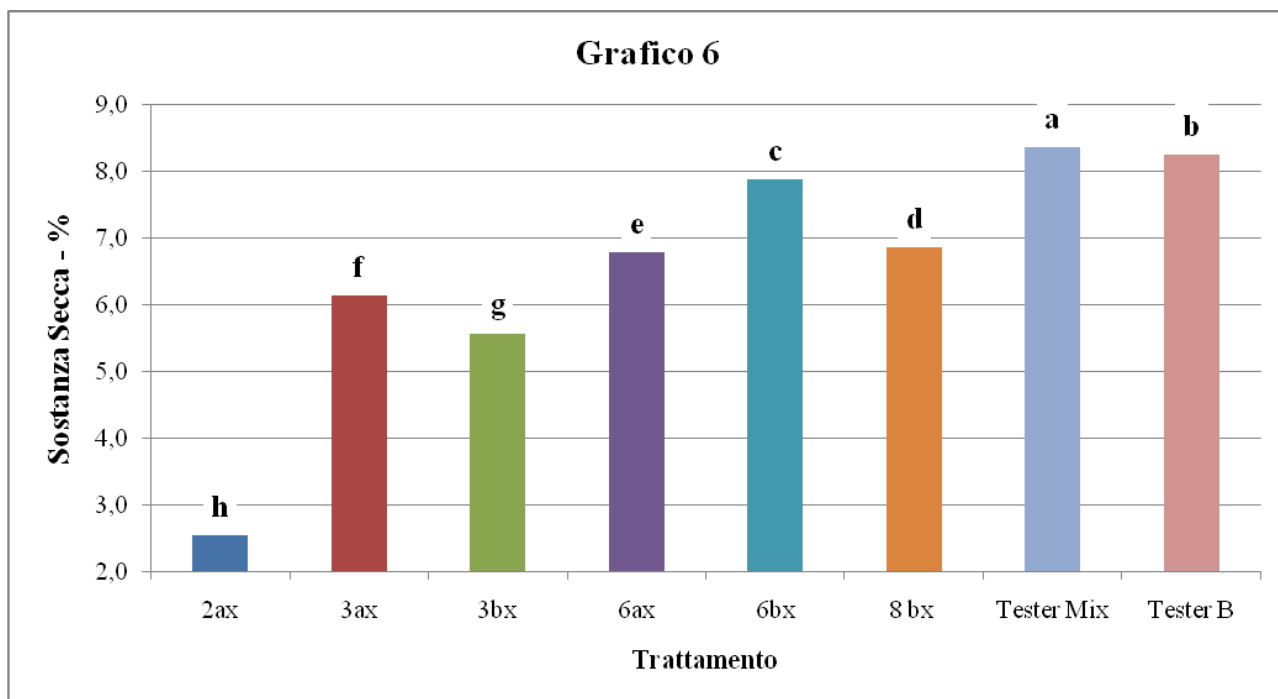
Tab. 5 - Influenza del substrato sul n° foglie

2ax	3ax	3bx	6ax	6bx	8 bx	Tester Mix	Tester B
44,4	45,7	46,6	43,0	47,9	41,7	33,6	25,3

Dall'osservazione dei dati della Tab. 5 si evince come le piante allevate nei substrati costituiti da sottoprodotti dell'industria agrumaria, abbiano raggiunto un grado di accestimento quasi doppio rispetto ai tester di riferimento.

In particolare valori massimi sono riscontrabili nelle piante allevate sul substrato 3bx dove il numero di foglie mediamente prodotte è stato 46,6 mentre i valori più bassi sono stati riscontrati nelle piante allevate sul substrato Tester b dove il numero di foglie mediamente prodotte si attesta a 25,3

Nel Grafico 6, viene mostrato l'effetto che i vari substrati hanno indotto sulla **Sostanza Secca**



Dall'analisi statistica, sono emerse dms (differenze medie significative) al 1% fra i valori delle piante in relazione ai diversi substrati studiati.

Dall'analisi del grafico 6, possiamo affermare che tutte le tesi sono risultate significativamente diverse tra loro.

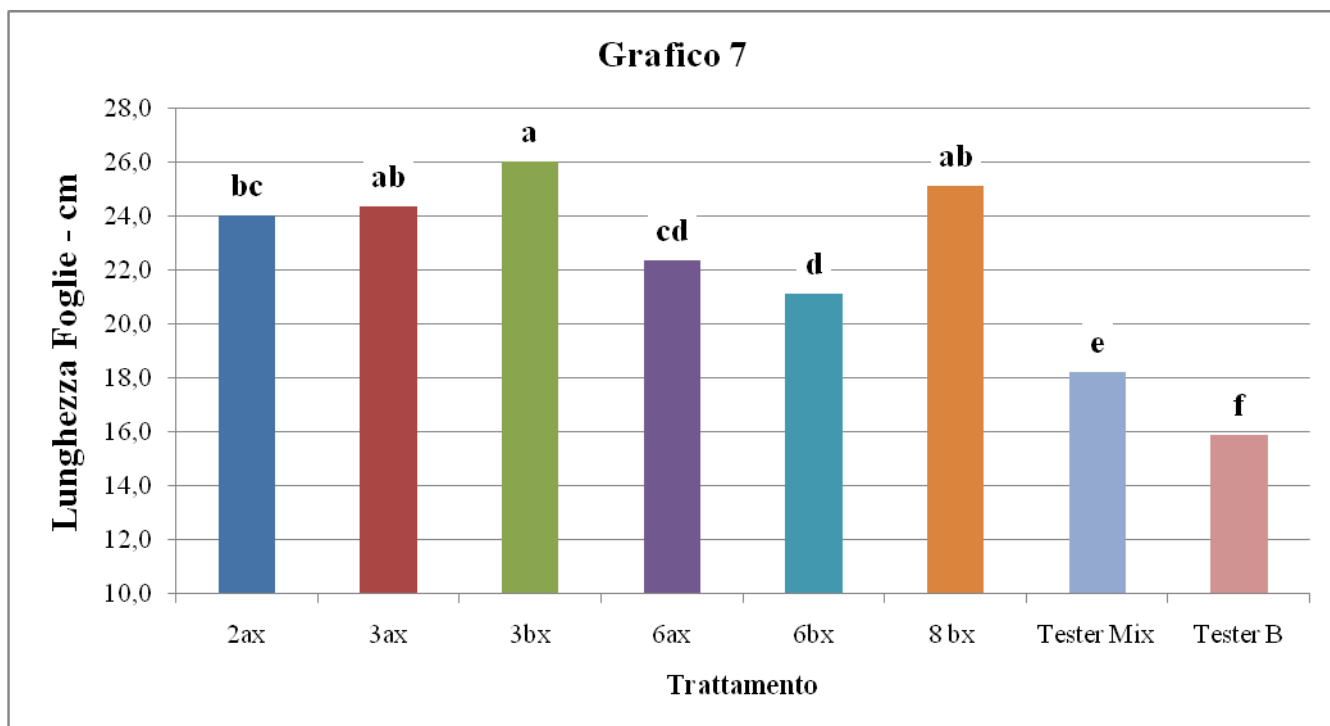
Tab. 6 - Influenza del substrato sulla Sostanza Secca

2ax	3ax	3bx	6ax	6bx	8 bx	Tester Mix	Tester B
2,54	6,13	5,57	6,79	7,88	6,85	8,36	8,25

Osservando la tab 6, risulta che le % di sostanza secca maggiori sono state quelle riscontrate nelle piante allevate sul substrato tester mix (8,36 %) , con valori di appena 0,48 % in più rispetto alle piante allevato sul substrato 6bx (7,88 %). Il valore più basso (2,54 %) è stato riscontrato nella tesi 2ax.

3) Prove del Periodo Primaveraile - Estivo

Nel grafico 7, viene valutato l'effetto che i vari substrati hanno indotto sulla **lunghezza media delle foglie**



Dall'analisi statistica, sono emerse dms (differenze medie significative) al 1% fra i valori delle piante in relazione ai diversi substrati studiati.

Dall'analisi del grafico 7, possiamo affermare che tutti i substrati di crescita hanno permesso alle piante di raggiungere lunghezze delle foglie superiori rispetto a quelle allevate sui due tester di riferimento.

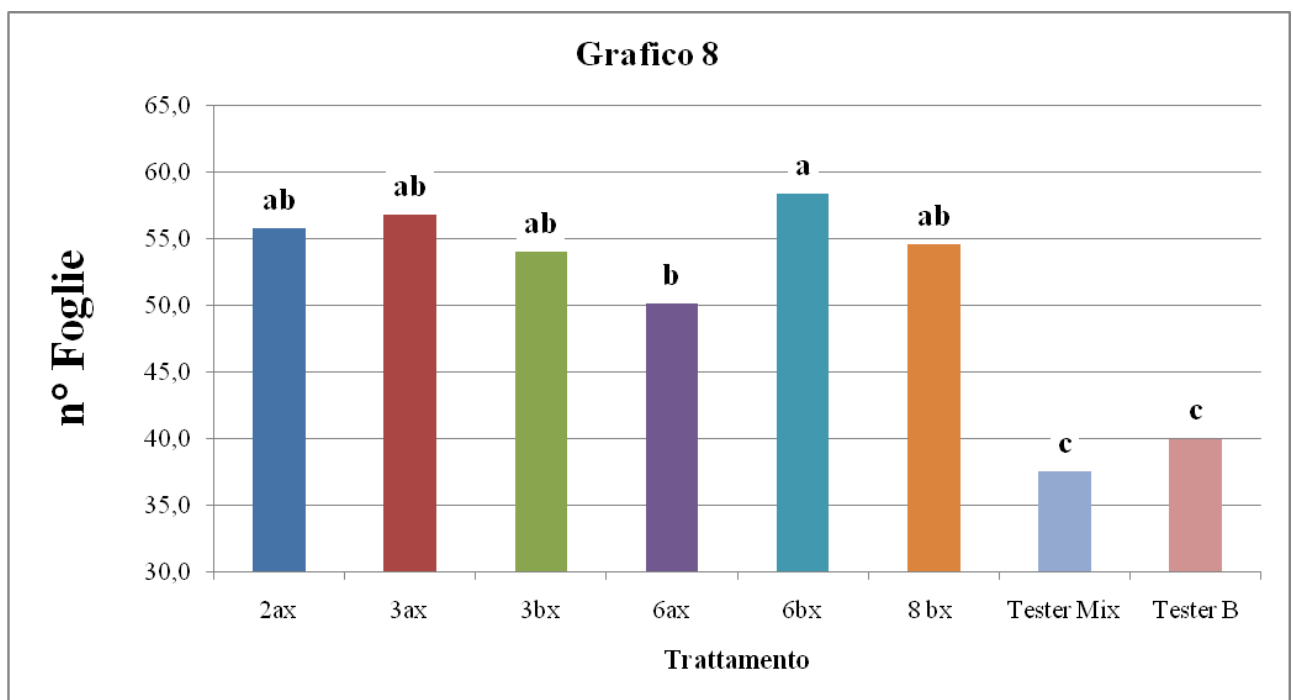
In particolare, le tesi 2ax, 3ax, 3bx, 8bx risultano statisticamente simili tra loro e statisticamente differenti da tutte le altre tesi. I valori delle tesi di cui sopra, compresi tra 24,00 cm e 26,00 cm, risultano quelli più elevati tra tutte le tesi oggetto di valutazione.

Tab. 7 - Influenza del substrato su lunghezza media delle foglie (cm)

2ax	3ax	3bx	6ax	6bx	8 bx	Tester Mix	Tester B
24,00	24,33	26,00	22,33	21,11	25,11	18,22	15,89

Come si evince dalla Tab. 7 i valori massimi sono stati raggiunti dalla tesi 3bx con valori medi di 26.00 cm mentre i valori minimi sono stati riscontrati nelle piante allevate su tester b, con lunghezze medie di 15,89 cm

Nel Grafico 8, viene mostrato l'effetto che i vari substrati hanno indotto sul n° di foglie



Dall'analisi statistica, sono emerse dms al 1% fra i valori delle piante in relazione ai diversi substrati studiati

Dall'osservazione del Grafico 8 si evince come le tesi 2ax, 3ax, 3bx, 6bx, 8bx, siano risultati statisticamente uguali tra loro. I valori delle tesi di cui sopra, compresi tra 54,6 cm e 56,00 cm, risultano quelli maggiori tra tutte le tesi oggetto di valutazione.

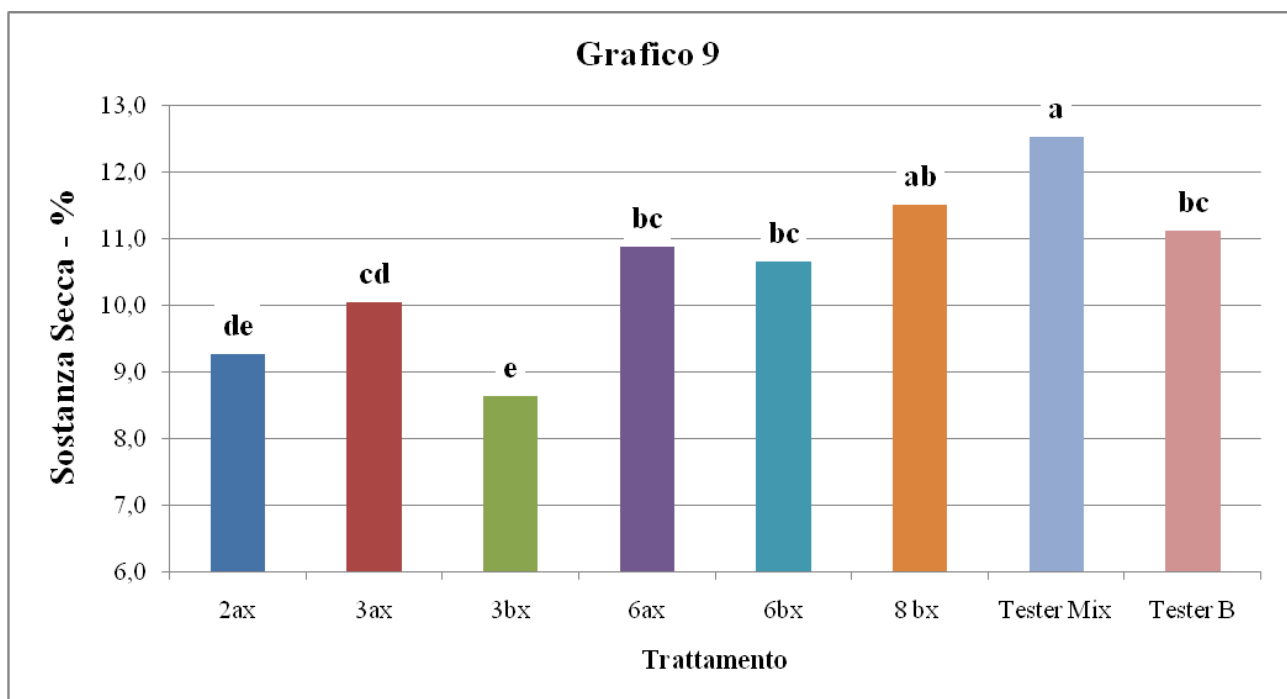
Osservando il grafico 8 possiamo notare che analogamente a quanto accaduto nelle prove primaverili (grafico 5) tutti i substrati di crescita hanno permesso alle piante di produrre un maggior numero di foglie rispetto ai due tester di riferimento.

Tab. 8 - Influenza del substrato sul n° foglie

2ax	3ax	3bx	6ax	6bx	8 bx	Tester Mix	Tester B
55,8	56,8	54,0	50,1	58,3	54,6	37,6	40,0

In particolare, la tab. 8 mostra che i valori massimi sono stati riscontrati nella tesi 6bx (58,3), mentre i valori minimi nelle piante allevate sul substrato Tester mix. (37,6)

Nel Grafico 9, viene mostrato l'effetto che i vari substrati hanno indotto sulla **Sostanza Secca**



Dall'analisi statistica, sono emerse dms (differenze medie significative) al 1% fra i valori delle piante in relazione ai diversi substrati studiati

Dall'osservazione del Grafico 9 si evince che le tesi 8bx (11,51 %) e Tester mix (12,52 %), hanno permesso alle piante di raggiungere i valori piu' alti.

Tab. 9 - Influenza del substrato sulla Sostanza Secca

2ax	3ax	3bx	6ax	6bx	8 bx	Tester Mix	Tester B
9,26	10,04	8,64	10,87	10,65	11,51	12,52	11,11

Osservando la tab 9, risulta che le % di sostanza secca maggiori sono state quelle riscontrate nelle piante allevate sul substrato tester mix (12,52 %), con valori di appena 1,1 % in più rispetto alle piante allevate sul substrato 8bx (11,51 %). I valori massimi riscontrati sono quelli delle piante allevate sul substrato tester mix (12,52%) mentre i valori minimi sono quelli riscontrati nelle piante allevate sul substrato 2ax (9,26 %).

- ANALISI DEL COLORE

L'analisi del colore, è stata effettuata tramite l'ausilio di un Colorimetro Digitale.



Le foglie prelevate a modo random dalle varie tesi, sono state sottoposte ad una doppia analisi fogliare, in particolare sono stati valutati i tre parametri del colore ($L^*a^*b^*$) sia sulla pagina superiore che sulla pagina inferiore.

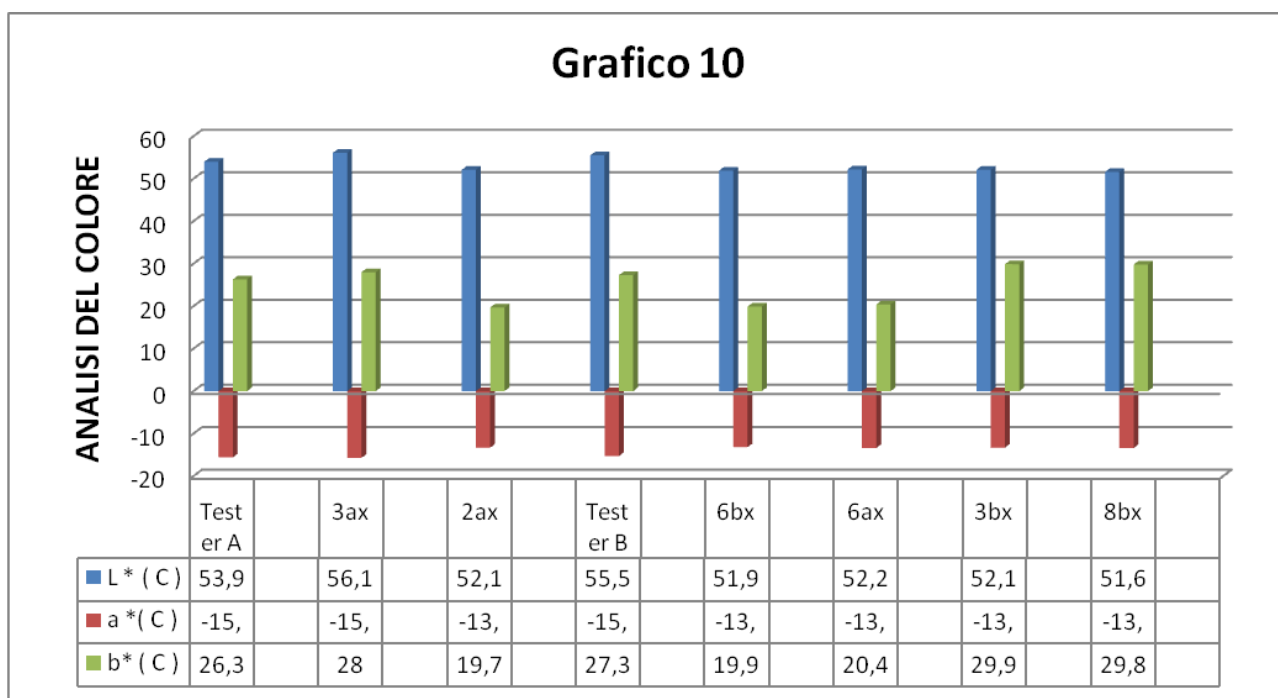
I colori possono essere percepiti diversamente a seconda degli individui e possono essere visualizzati diversamente a seconda delle periferiche utilizzate.

La Commissione Internazionale dell'Illuminazione (CIE) ha definito i criteri basati sulla percezione del colore dall'occhio umano, attraverso un triplo stimolo.

Infine nel 1976, viene elaborato il modello colorimetrico L^*a^*b (anche conosciuto con il nome di CIELab), in cui un colore è individuato da tre valori :

- **L**, la luminanza, espressa in percentuale (0 per il nero e 100 per il bianco)
- **a** e **b** due gamme di colori che vanno rispettivamente dal verde al rosso e dal blu al giallo con dei valori da -120 a +120.

La modalità “Lab” copre così l'intero spettro visibile dall'occhio umano e lo rappresenta in modo uniforme. Esso permette quindi di descrivere l'insieme dei colori visibili indipendentemente da qualsiasi tecnologia grafica.



Come si può notare dal grafico, la media del colore riscontrato tra la pagina superiore e la pagina inferiore ha mostrato una certa variabilità in base alle varie tesi, segno che vi è un'influenza del substrato sul colore delle foglie di indivia

- **ANALISI DEL SUBSTRATO**

- **Metalli Pesanti**

Prima di essere messi in vaso ed aver ospitato le piante di indivia, tutti i substrati sono stati sottoposti ad analisi chimiche volte ad accertarne il contenuto in metalli pesanti.

Tab. 11

	Metalli Pesanti mg/g							
Substrato	Na	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
2ax	1,279	23,716	148,961	10,028	2,871	2,979	0,20	0,04
3ax1	0,236	15,998	212,572	22,121	2,838	4,251	0,123	0,040
3bx1	1,342	,53725	157,103	10,055	3,443	3,142	0,189	0,049
6ax1	0,415	16,542	90,697	6,907	2,213	1,814	0,188	0,023
6bx1	0,860	17,184	198,938	10,893	4,419	3,979	0,483	0,121
8bx1	0,509	16,467	189,420	11,709	2,423	3,788	0,334	0,048
Tester 1	0,028	6,864	32,799	4,686	7,417	0,656	0,13	0,45
Tester 2	0,817	6,238	30,501	1,496	0,199	0,610	n.d	0,02

Come si può notare dalla Tabella 11, i valori più bassi sono stati riscontrati per: Na, Cu, Zn ed Mn. In particolare, le miscele contenenti sottoprodotti dell'industria agrumaria hanno presentato mediamente i valori più bassi.

I valori mediamente più alti sono invece stati riscontrati rispettivamente per Ca, K e Mg. In particolare i valori mediamente più alti sono stati riscontrati nelle miscele contenenti sottoprodotti dell'industria agrumaria.

- **Analisi Ante E Post Raccolta**

Su 3 dei substrati costituiti da sottoprodotti dell'industria agrumaria, sono state effettuate delle analisi chimiche ante e post raccolta. Tali dati sono state poi confrontate con il Tester A e con il Tester Mix

Obiettivi di queste analisi sono stati:

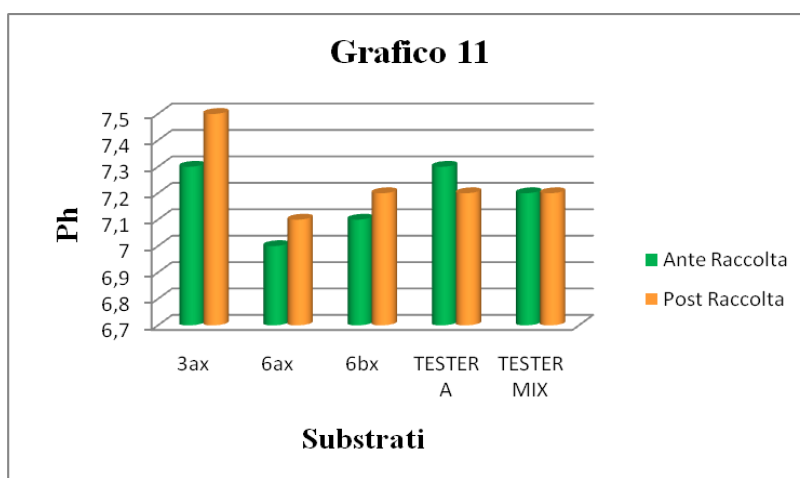
- Valutazione dei valori iniziali e finali
- Valutazione delle variazioni dei contenuti e quindi della mobilità dei macroelementi

Le analisi effettuate sono state: Ph, Conducibilità Elettrica 1:5, Azoto Totale (N) Test in cuvetta, Fosforo Assimilabile P2O5 (met Olsen) Potassio (k) scam.

I substrati oggetto di valutazione chimica sono stati: 3ax, 6ax, 6bx Tester A e Tester Mix

a) Ph

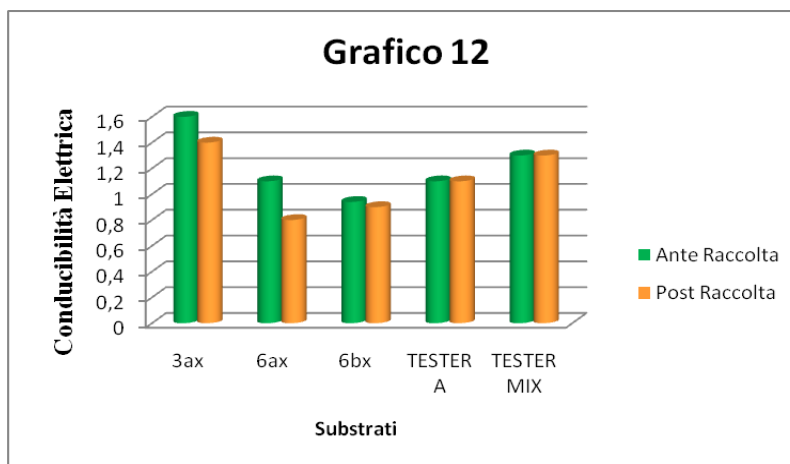
Come risulta dal grafico 11, tutti i substrati, ante raccolta mostrano livelli di pH prossimi alla neutralità ideali per la coltivazione di specie ortive.



Guardando gli stessi dati nel post raccolta, si nota invece che esiste un comportamento diverso tra i substrati contenenti sottoprodotti dell'industria agrumaria e i tester. Nel primo caso infatti si nota che il pH aumenta, mentre nel secondo tende a diminuire o al massimo a restare uguale. A livello agronomico, questo dato è molto importante. In un momento storico in cui buona parte dei suoli è a rischio desertificazione, andare ad inserire materiale acidificante all'interno di un suolo è generalmente sconsigliabile. I suoli infatti tendono già di suo ad acidificarsi per via dei processi pedogenetici.

b) Conducibilità Elettrica 1:5

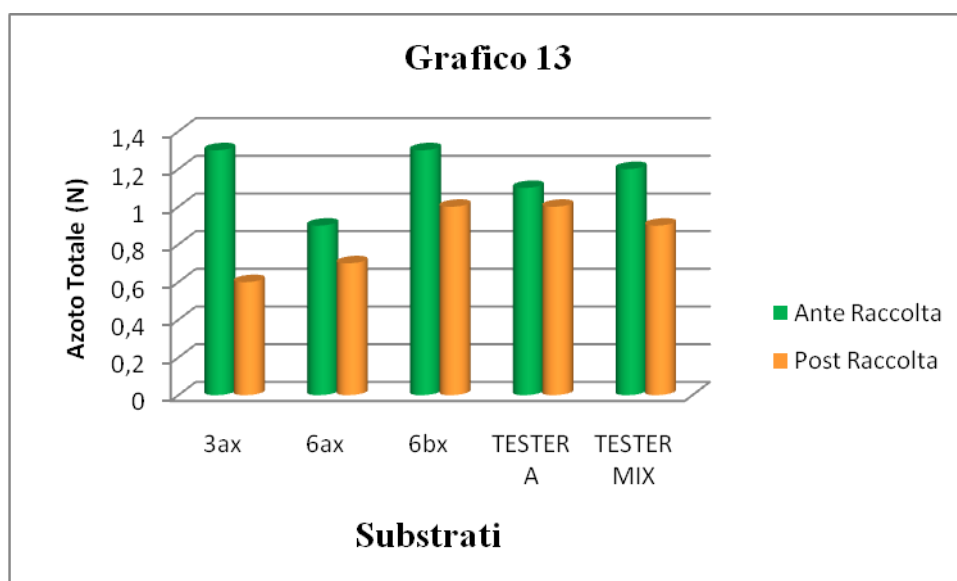
Come è possibile notare dal grafico 12 tutti i valori di C.E. risultano essere al di sotto di 2 Ds/m, con valori minimi riscontrati nel substrato 6bx.



Dai rilievi nel post raccolta risulta che tutti i substrati contenenti sottoprodotti dell'industria agrumaria, nel post raccolta risultano avere i maggiori abbassamenti di C.E., cosa che non avviene nei due tester i cui valori risultano essere pressochè invariati.

c) Azoto Totale (N) Test in cuvetta

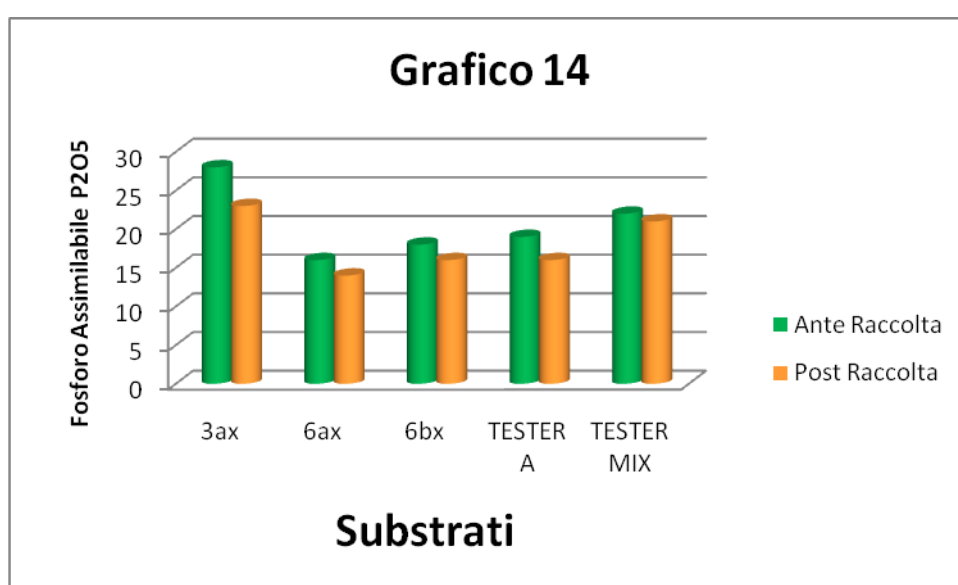
Come si può notare dal grafico 13, tutti i substrati contenenti sottoprodotti dell'industria agrumaria hanno fatto riscontrare valori di Azoto Totale maggiori di 0.5 g/Kg, con picchi di 1.3 g/Kg per i substrati 3ax e 6bx che hanno fatto riscontrare valori maggiori persino dei due tester di riferimento



Andando a verificare i dati nel post raccolta risulta che oltre a far registrare le differenze maggiori tra contenuto iniziale e finale, i substrati contenenti sottoprodotti dell'industria agrumaria (così come i due Tester di riferimento), presentano tutti valori di azoto totale maggiori di 0,5 g/Kg con punte di 1 g/Kg raggiunte dal substrato 6bx e Tester A.

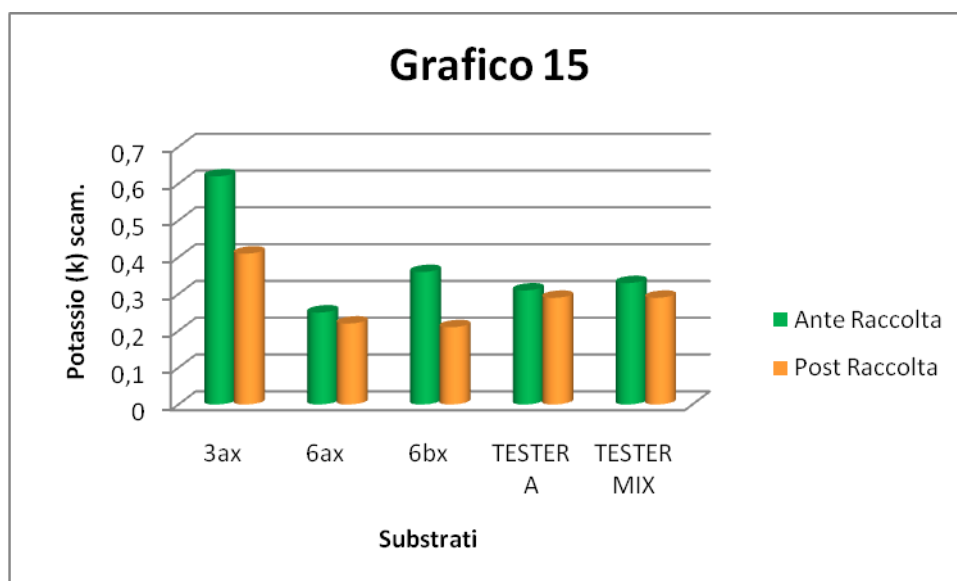
d) Fosforo Assimilabile P₂O₅ (met Olsen)

Come si può notare dal grafico 14, tutti i substrati contenenti sottoprodotti dell'industria agrumaria hanno fatto riscontrare valori di Fosforo Assimilabile maggiori di 10 mg/Kg, con picchi di 23 mg/Kg per il substrato 3ax



e) Potassio (k) scam.

Come si può notare dal grafico 15, i picchi di contenuto iniziale e finale di fosforo sono riscontrabili nel substrato 3ax mentre i valori minimi nel sustrato 6ax.



Analogamente a quanto verificatosi nei casi precedenti, anche in questo caso, si evince che le differenze maggiori tra contenuti iniziali e finali degli elementi nutritivi sono riscontrabili nei substrati contenenti sottoprodotti dell'industria agrumaria. Questo indice è importante in quanto sta a dimostrare che questi ultimi substrati oltre ad avere una maggiore dotazione di elementi nutritivi, permettono anche una loro maggiore mobilità e di conseguenza una migliore assimilabilità.

CONCLUSIONI

Altezza delle piante

2ax	3ax	3bx	6ax	6bx	8 bx	Tester Mix	Tester B	Periodo
10,22	12,89	12,06	11,28	16,78	23,44	18,94	18,33	Autunno
25	25,56	24,56	20,22	26	21,11	13,67	10,78	Primavera
24	24,33	26	22,33	21,11	25,11	18,22	15,89	Estate

Come si può notare dalla Tabella, in tutti i periodi in cui sono state effettuate le prove, le tesi oggetto di studio hanno permesso alle piante di raggiungere altezze medie nettamente superiori rispetto ai Tester B e Tester Mix.

In particolare:

- Nel periodo autunnale le altezze maggiori sono state raggiunte nel substrato 8bx, in tale substrato, i sottoprodotti dell'industria Agrumaria (Polpa, Buccia e Fanghi di depurazione) erano rappresentati da buccia di limoni ed arance, polpa di limoni e fanghi di depurazione
- Nel periodo primaverile le altezze maggiori sono state raggiunte nel substrato 6bx, in tale substrato, i sottoprodotti dell'industria Agrumaria (Polpa, Buccia e Fanghi di depurazione) erano rappresentati da buccia e polpa di arance, e fanghi di depurazione. **Tale valore è molto importante in quanto sta a dimostrare l'effettiva utilizzabilità di un sottoprodotto (buccia e polpa di arance) che a differenza di quello derivante dai limoni, trova maggiore difficoltà di ricollocamento per via della scarsa appetibilità mostrata nei confronti degli animali zootecnici**
- Nel periodo autunnale le altezze maggiori sono state raggiunte nel substrato 3bx, in tale substrato, i sottoprodotti dell'industria Agrumaria (Polpa, Buccia e Fanghi di depurazione) erano rappresentati da buccia di limoni, polpa di limoni e fanghi di depurazione

Numero di foglie

2ax	3ax	3bx	6ax	6bx	8 bx	Tester Mix	Tester B	Periodo
13,2	16	11,7	12,4	13,2	12,1	17,4	15,2	Autunno
44,4	45,7	46,6	43	47,9	41,7	33,6	25,3	Primavera
55,8	56,8	54	50,1	58,3	54,6	37,6	40	Estate

Come si può notare dalla tabella, le tesi oggetto di valutazione, hanno permesso di raggiungere alle piante un numero di foglie maggiore sia nel periodo primaverile che nel periodo estivo rispetto ai tester Mix e al Tester B. Solo nel periodo autunnale il Tester B è risultato leggermente superiore alla tesi 3ax. In Particolare

- Nel periodo Autunnale il maggior numero di foglie è stato riscontrato nel Tester Mix, costituito da Torba Suolo e Terriccio commerciale in uguali proporzioni.
- Nel periodo primaverile ed estivo, il maggior numero di foglie è stato raggiunto nella tesi 6bx, in tale substrato, i sottoprodotti dell'industria Agrumaria (Polpa, Buccia e Fanghi di depurazione) erano rappresentati da buccia e polpa di arance, e fanghi di depurazione. **Tale valore è molto importante in quanto sta a dimostrare l'effettiva utilizzabilità di un sottoprodotto (buccia e polpa di arance) che a differenza di quello derivante dai limoni, trova maggiore difficoltà di ricollocamento per via della scarsa appetibilità mostrata nei confronti degli animali zootecnici.** I valori più bassi sono stati invece raggiunti nel Tester B, costituito interamente da terriccio commerciale (periodo primaverile) e Tester Mix costituito da Torba Suolo e Terriccio commerciale in uguali proporzioni nel periodo estivo.

SOSTANZA SECCA

2ax	3ax	3bx	6ax	6bx	8 bx	Tester Mix	Tester B	Periodo
12,73	10,72	13,09	10,03	10,94	14,45	8,26	11,44	Autunno
2,54	6,13	5,57	6,79	7,88	6,85	8,36	8,25	Primavera
9,26	10,04	8,64	10,87	10,65	11,51	12,52	11,11	Estate

Come mostrato dalla tabella, le Tesi oggetto di studio hanno mostrato un comportamento migliore rispetto ai tester nel periodo autunnale. Nel periodo primaverile ed estivo, pur mostrando valori assoluti minori, le tesi oggetto di studio, hanno mostrato cmq un comportamento soddisfacente.

In Particolare:

- Nel periodo autunnale le altezze maggiori sono state raggiunte nel substrato 8bx, in tale substrato, i sottoprodotti dell'industria Agrumaria (Polpa, Buccia e Fanghi di depurazione) erano rappresentati da buccia di limoni ed arance, polpa di limoni e fanghi di depurazione
- Nel periodo primaverile ed estivo i Tester Mix e Tester B hanno permesso di raggiungere valori si S.S. maggiori.

BIBLIOGRAFIA

- Abad M., Martinez-Herrero M.D., Martinez Garcia P.F. and Martinez Corts J.- 1992. Evaluaciòn agronòmica de los sustratos de cultivo (Agricultural evaluation of crop media). I Jornadas de sustratos. Actas de Horticultura 11: 141-154. SECH.
- Adani F. (1999). Il processo di compostaggio: definizioni e principi biochimici. Atti del corso “progettazione e gestione di impianti di compostaggio”. Consorzio Italiano Compostatori.
- Amirante, P., and G. L. Montel. "Tecnologie ed impianti per il compostaggio intra ed interaziendali." Il compostaggio in ambito agricolo. Promozione ed impiego del compost in agricoltura biologica”, I Quaderni di Biopuglia 5 (1999): 136-141.
- Annuario dell'agricoltura italiana – 2012
- Bioethanol production from mandarin (Citrus unshiu) peel waste using popping pretreatment. In Seong Choi a, Jae-Hoon Kim b, Seung Gon Wi c, Kyoung Hyoun Kim d, Hyeun-Jong Bae. Applied Energy 102 (2013) 204–210
- Calabretta M.L., Tittarelli F., Trinchera A., Di Bartolomeo E., De Simone C., Pierandrei F., Giuffrida A., Rea E., Intrigliolo F. 2004
- Centemero M., 2001. Il compost nei terricci per il florovivaismo. Fertilizzanti, 3: 24- 29
- Citrus – Trattato di Agrumicoltura, Calabrese C., Vacante V. – 2009 – Edagricole
- Citrus by-products as ruminant feeds: A review. Animal Feed Science and Technology, Volume 128, Issues 3–4, 28 June 2006, Pages 175-217 V.A. Bampidis, P.H. Robinson
- Citrus essential oils and their influence on the anaerobic digestion process: An overview. Waste Management, Volume 34, Issue 11, November 2014, Pages 2063-2079 B. Ruiz, X. Flotats
- Citrus waste recovery: a new environmentally friendly procedure to obtain animal feed Bioresource Technology, Volume 91, Issue 2, January 2004, Pages 111-115 Maria Marcella Tripodo, Francesco Lanuzza, Giuseppe Micali, Rosa Coppolino, Fortunata Nucita

Citrus waste: An alternative substrate for pectinase production in solid-state culture *Bioresource Technology*, Volume 39, Issue 1, 1992, Pages 93-95 Claudia G. Garzón, Roque A. Hours
Compost production utilizing citrus waste. 10th International Society of Citriculture (ISC) Congress. Agadir, Morocco, 15-20 February.

D.Lgs. n. 152/06

Economic analysis on the enhancement of citrus waste for energy production M Lanfranchi - *Journal of Essential Oil Research*, 2012 - Taylor & Francis

Ethanol Production from Orange Peels: Two-Stage Hydrolysis and Fermentation Studies Using Optimized Parameters through Experimental Design. Harinder Singh Oberoi †‡, Praveen Venkata Vadlani*†, Ronald L. Madl †, Lavudi Saida †§ and Jithma P. Abeykoon † *J. Agric. Food Chem.*, 2010, 58 (6), pp 3422–3429

Favoino, E., and M. Centemero. "Sistemi e tecnologie per il compostaggio: il processo ed i presidi ambientali." *Atti del Seminario Ricicla'97. Ulteriore avanzamento nella produzione nell'uso del compost in Italia in riferimento alle esperienze internazionali (1997)*.

Heerden, C. Cronjé, S.H. Swart, J.M. Kotzé. Microbial, chemical and physical aspects of citrus waste composting *Bioresource Technology*, Volume 81, Issue 1, January 2002, Pages 71-76 I. van

Il pastazzo di agrumi va bene nella dieta di bovini e ovini P Careri, G Gulisano, A Strano - *Inform. Agr*, 2008

Impiego dei sottoprodotti della filiera agrumaria per la produzione di fertilizzanti organici BIOMAA (Dipartimento di biotecnologie per il monitoraggio Agroalimentare ed ambientale – Università degli studi mediterranei di Reggio Calabria. 11 aprile 2008)

Industrial orange waste as organic fertilizer in durum wheat. Rosalena Tuttobene¹, Giovanni Avola², Fabio Gresta^{1*}, Valerio Abbate¹ *Agron. Sustain. Dev.* 29 (2009) 557–563

Intrigliolo F., Calabretta M.L., Giuffrida A., Torrisi B., Rapisarda P., Tittarelli F., Anselmi M., Rocuzzo G., Trinchera A., Benedetti A. -2001- Compost dagli scarti dell'industria agrumaria. L'Informatore Agrario- LVII (4): 35-39

Intrigliolo F., Trinchera A., Calabretta M.L., Tittarelli F., Giuffrida A., Benedetti A. 2002. Produzione di compost dai residui dell'industria agrumaria. VI Giornate SOI Spoleto, 23-25 Aprile. I:241-242.

La tecnologia del compostaggio. Roberto Chiumenti Alessandro Chiumenti Arpav (2002)

Lucia Bonadonna, Rossella Briancesco, Gianluca Chiaretti, Anna Maria Coccia, Simonetta Della Libera, Rosella Marini, Maurizio Semproni. Valutazione microbiologica di prodotti di compostaggio: aspetti normativi e igienico-sanitari Procedure operative per lo svolgimento di indagini microbiologiche ISSN 1123-3117 Rapporti ISTISAN 02/3

M Campagnaro, C Nicolucci 1999 Nuove materie prime da esuberi vegetali per la produzione di carte e cartoni di qualità: Alga Carta, Sugar Paper, Orange Paper e Mais Carta Integrale

Mantovi, Paolo, et al. "Effetti positivi del compostaggio nell'uso agronomico dei fanghi di depurazione: risultati di 12 anni di sperimentazione." Centemero, M. (2006).

Maria Luisa Calabretta e Francesco Intrigliolo Produzione e utilizzo di compost dai residui dell'industria agrumaria in Sicilia. Fertilitas Agrorum 2 (1): 35 – 41(2007)

María Boluda-Aguilar, Antonio López-Gómez. Production of bioethanol by fermentation of lemon (Citrus limon L.) peel wastes pretreated with steam explosion. Industrial Crops and Products 41 (2013) 188– 197

Metodi di misura delle emissioni Olfattive APAT Manuali e Linee Guida 19/2003

Mohammad Pourbafrani, Gergely Forgács, Ilona Sárvári Horváth, Claes Niklasson, Mohammad J. Taherzadeh. Production of biofuels, limonene and pectin from citrus wastes Bioresource Technology, Volume 101, Issue 11, June 2010, Pages 4246-4250

Perelli, Marino, and Ferdinando Pimpini. Il nuovo manuale di concimazione. Arvan srl, 2003.

Pierandrei F., Tullio M., Salerno A., Rea E., 2002. I residui di scarto compostati dei processi di trasformazione degli agrumi. Atti del Convegno “Utilizzo e riciclo dei sottoprodotti dell’industria agrumaria”, Acireale, 21 Maggio 2002. Bollettino della Società Italiana Scienza del Suolo (SISS), 51 (4):1163-1167.

S Lupo - Meridiana, 1987 – JSTOR. Tra società locale e commercio a lunga distanza: la vicenda degli agrumi siciliani

Xin Wang, Quanru Chen, Xin Lü. Pectin extracted from apple pomace and citrus peel by subcritical water Food Hydrocolloids, Volume 38, July 2014, Pages 129-137

SITI CONSULTATI

www.arpa.veneto.it

www.compost.it

www.fao.org

www.ismea.it

www.istat.it

www.istat.it

www.usda.gov