



Regione Lombardia
Agricoltura



Impiego di compost e derivati nella gestione ecosostenibile delle aree verdi sportive

Quaderni della ricerca



n. 49 - ottobre 2005



Sperimentazione condotta nell'ambito del progetto di ricerca "Impiego di ammendanti compostati e prodotti derivati nella costruzione e manutenzione ecosostenibile di aree verdi sportive ed ornamentali" finanziato con il Piano per la ricerca e lo sviluppo 2002

(d.g.r. n. 9182 del 31 maggio 2002)

A cura di:

- ¹ Nicola Zeduri
- ² Giovanni D'Angelo
- ² Piero Frangi
- ³ Alessandro Pozzi
- ³ Massimo Valagussa
- ⁴ Massimo Mocioni
- ⁴ Sabrina Verde

Hanno realizzato le attività sperimentali e lo studio:

¹ Golf Club Arzaga Fingemi s.p.a.
25080 Carzago di Calvagese della Riviera (BS)
Tel. 030/680600 Fax 030/6806270
e-mail: info@palazzoarzaga.it

² Fondazione Minoprio
Viale Raimondi, 54
22070 Vertemate con Minoprio
Tel. 031/900224 Fax 031/900248
e-mail: mirtserv@fondazioneminoprio.it

³ Minoprio Analisi e Certificazioni s.r.l.
Viale Raimondi, 54
22070 Vertemate con Minoprio
Tel. 031/887127 Fax 031/887834
e-mail: maclab@tin.it

⁴ Consulenti Federazione Italiana Golf
Tel. 0761/600960 Fax 0761/600791
e-mail: mmocion@tin.it

Per informazioni:

Regione Lombardia – Direzione Generale Agricoltura
U.O. Programmazione, Interventi e Ricerca per le Filiere Agroindustriali
Struttura Ricerca e Innovazione Tecnologica
Via Pola, 14 – 20124 Milano
Tel. 02/67652537 Fax 02/67652576
e-mail: agri_ricerca@regione.lombardia.it
Referente: Marco Castelnovo – Tel. 02/67656562
e-mail: marco_castelnovo@regione.lombardia.it

© Copyright Regione Lombardia



Regione Lombardia
Agricoltura



Impiego di compost e derivati nella gestione ecosostenibile delle aree verdi sportive

QUADERNI DELLA RICERCA
N° 49 OTTOBRE 2005

SOMMARIO

Presentazione	Pag. 5
Prefazione	Pag. 6
Presentazione dei partner	Pag. 7
Gli ammendanti compostati	
Evoluzione e prospettive della produzione e dell'utilizzo del compost	Pag. 9
Premessa	Pag. 9
<i>La situazione in Europa</i>	Pag. 9
<i>La situazione in Italia</i>	Pag. 10
<i>Potenzialità di utilizzo del compost</i>	Pag. 11
<i>Impiego del compost in Italia</i>	Pag. 11
Definizioni e caratteristiche dei compost	Pag. 14
<i>Ammendante compostato verde</i>	Pag. 14
<i>Ammendante compostato misto</i>	Pag. 14
<i>Ammendante torboso composto</i>	Pag. 14
<i>Caratteristiche agronomiche del compost</i>	Pag. 15
<i>Caratteristiche di legge del compost</i>	Pag. 15
Realtà e prospettive	Pag. 17
Utilizzo del compost nei prati tecnici	Pag. 18
Descrizione del progetto	
Materiali e metodi	Pag. 20
Sottoprogetto 1 - green	Pag. 20
Sottoprogetto 2 - fairway	Pag. 22
Risultati	Pag. 29
Sottoprogetto 1 – green	Pag. 29
<i>Rilievi soprassuolo</i>	Pag. 29
<i>Rilievi qualitativi</i>	Pag. 32
Sottoprogetto 2 – fairway	Pag. 35
<i>Rilievi suolo</i>	Pag. 35
<i>Rilievi qualitativi</i>	Pag. 40
Conclusioni	Pag. 45
Considerazioni finali	Pag. 48
Bibliografia	Pag. 50

PRESENTAZIONE



In Europa le tematiche del recupero e del reimpiego delle matrici organiche di origine vegetale sono sempre più all'ordine del giorno, per l'importanza che riveste la sostanza organica nei riguardi della fertilità dei terreni.

L'Assessorato all'Agricoltura della Regione Lombardia, attraverso la Direzione Generale Agricoltura, ha finanziato studi rivolti specificatamente alla sostenibilità delle pratiche agricole che rientrano nei Programmi regionali di ricerca in campo agricolo.

E' in questa ottica che s'inserisce il Progetto "Impiego di ammendanti compostati e prodotti derivati nella costruzione e manutenzione ecosostenibile di aree verdi sportive ed ornamentali", uno studio approfondito sull'impiego di materiali di recupero di origine vegetale, quali i compost, in aree verdi in cui i tradizionali mezzi tecnici utilizzati in agricoltura (fitofarmaci, fertilizzanti) vengono usualmente adoperati in modo intensivo. La riduzione dei suddetti mezzi tecnici nella gestione ordinaria degli impianti sportivi è un obiettivo condiviso dagli operatori e dagli amministratori privati e pubblici, con lo scopo precipuo di limitare impatti negativi quali la percolazione in falda di nitrati, fosfati e residui di antiparassitari, nonché il consumo eccessivo di acqua.

I risultati di questa ricerca, attuata nelle condizioni "estreme" di un campo da golf, potranno favorire un impiego ridotto ed appropriato di acqua, concimi e fitofarmaci, in vista di una maggiore ecosostenibilità degli interventi di manutenzione non solo delle aree ad uso sportivo, ma anche di quelle che caratterizzano i nostri spazi urbani.

Viviana Beccalossi

Vicepresidente ed Assessore Regionale all'Agricoltura

PREFAZIONE

Il compostaggio degli scarti organici di origine vegetale si è diffuso negli ultimi anni anche in Italia, come è già avvenuto in altri Paesi europei ed extraeuropei, in quanto è considerato una metodologia di recupero di sostanza organica importante ed ecosostenibile.

I settori in cui i compost hanno oggi le maggiori possibilità di impiego sono quelli del paesaggismo, dei recuperi ambientali e delle aree verdi ornamentali e sportive, poiché in tali ambiti hanno la capacità di migliorare la struttura e la composizione del terreno, grazie alle loro peculiari caratteristiche fisico-chimiche.

Nel campo del verde ornamentale sportivo e ricreativo, in particolare, i materiali compostati di qualità possono egregiamente integrare il tradizionale apporto di sabbia, che notoriamente comporta notevoli spese per gli operatori del settore, conferendo ai terreni una struttura più leggera e permeabile all'acqua meteorica e riducendo gli attacchi di parassiti fungini.

L'interesse a verificare operativamente le influenze positive che i compost possono avere nei confronti di aree verdi sportive ad elevata specializzazione, quali i campi da golf, ha portato il Golf Club Arzaga Fingemi S.p.a. di Carzago di Calvagese della Riviera (BS) e la Fondazione Centro Lombardo per l'Incremento della Floro-Orto-Frutticoltura di Minoprio (CO) a creare una partnership per il progetto di sperimentazione triennale "Impiego di ammendanti compostati e prodotti derivati nella costruzione e manutenzione ecosostenibile di aree verdi sportive ed ornamentali", finanziato nel 2002 dalla Direzione Generale Agricoltura della Regione Lombardia.

Dopo 3 anni di studi, il progetto di ricerca si è concluso con risultati interessanti proprio riguardo al principale obiettivo, cioè quello della possibilità di ottenere un miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche dei suoli in aree verdi sportive ad elevata specializzazione a seguito dell'apporto di ammendanti compostati.

Questa pubblicazione vuole offrire un contributo alle municipalità, ai tecnici e agli operatori per intraprendere una strada di gestione ecosostenibile di impianti a elevata valenza ambientale, non solo per le aree verdi sportive, ma anche più in generale per gli interventi di verde urbano e di recupero ambientale.

Giovanni D'Angelo

Responsabile del Centro MIRT (Fondazione Minoprio)

PRESENTAZIONE DEI PARTNER

Palazzo Arzaga Hotel Spa & Golf Resort

Con sede a Carzago di Calvagese della Riviera (Brescia) è una struttura alberghiera con annesso percorso golf a 27 buche, 18 delle quali aperte nel 1998 e le restanti 9 nel 1999 con l'inaugurazione dell'hotel.

Fin dal momento della sua creazione, il Golf Club Arzaga è stato molto sensibile ai problemi ambientali, aderendo da subito al progetto europeo *“impegnati nel verde”*, un programma che intende indirizzare i percorsi golfistici ad una gestione ambientale eco-compatibile.

In convenzione con la Fondazione Minoprio esso ha ideato il progetto triennale *“Impiego di ammendanti compostati e suoi derivati nella costruzione e manutenzione ecosostenibile di aree verdi sportive e ornamentali”*, con il patrocinio dalla Federazione Italiana Golf, progetto che è stato cofinanziato dalla Regione Lombardia.

Fondazione Minoprio

La Fondazione Minoprio (Centro Lombardo per l'Incremento della Floro-Orto-Frutticoltura – Scuola di Minoprio), con sede a Vertemate con Minoprio, in provincia di Como, in Viale Raimondi 54, è un ente non a scopo di lucro che opera nel settore del florovivaismo e giardinaggio, a livello nazionale e internazionale, svolgendo diverse attività di formazione, ricerca e consulenza per Enti pubblici ed aziende agricole operanti nel settore del verde ornamentale.

Gli scopi della Fondazione sono:

- la formazione e la specializzazione nel settore ortofrutticolo, vivaistico e nel giardinaggio tramite l'organizzazione di corsi a tutti i livelli, dall'obbligo formativo al master post laurea;
- la ricerca e la sperimentazione nel settore floro-orto-frutticolo, vivaistico e naturalistico-vegetale a supporto dell'innovazione, anche tramite progetti di razionalizzazione delle tecniche produttive, scambi delle conoscenze, mediante iniziative scientifiche e tecnico-agronomiche, anche attraverso la collaborazione con Enti e Università;
- l'allestimento e il mantenimento di collezioni vegetali, anche di specie autoctone e di particolare interesse regionale, a scopo di conservazione del germoplasma, di studio e sperimentazione;
- l'attività di comunicazione e promozione nell'ambito del verde attraverso attività editoriali, convegni e mostre;
- la progettazione del verde e le consulenze ambientali per le Amministrazioni pubbliche.

Nell'ambito delle attività di ricerca, da circa vent'anni il centro Mirt della Fondazione Minoprio esegue sperimentazioni nel settore del florovivaismo e del verde ornamentale sull'impiego di compost ed altri materiali organici di recupero. La presente sperimentazione mette a frutto tale esperienza acquisita in un settore di punta qual è quello dei tappeti erbosi sportivi e ricreativi. La Fondazione ha svolto il coordinamento scientifico seguendo la realizzazione del progetto e verificando le fasi esecutive delle attività ed ha contribuito alla realizzazione delle iniziative di trasferimento e divulgazione dei risultati.

Fondazione Minoprio si è avvalsa nel corso delle attività sperimentali della consulenza di **Mac – Minoprio Analisi e Certificazioni S.r.l.**, società della quale detiene la maggioranza di capitale. MAC effettua analisi di laboratorio e consulenza nei settori agricolo, florovivaistico, ambientale, territoriale ed agroalimentare. Da sottolineare la consolidata esperienza nel settore dei tappeti erbosi sportivi, sia analitica mediante prove di laboratorio condotte sulle principali matrici di interesse per la verifica dell'idoneità all'impiego dei principali mezzi tecnici (da ricordare le miscele per costruzione e manutenzione di campi da calcio e golf con standard United States Golf Association), sia realizzativa e gestionale sotto forma di consulenza e sperimentazione.

Al progetto ha partecipato in qualità di consulente anche la **Federazione Italiana Golf**, alla quale sono stati affidati i rilievi qualitativi in campo. Da diversi anni la Sezione Tappeti Erbosi della FIG si occupa della formazione di tecnici addetti alla costruzione e manutenzione dei tappeti erbosi ad uso golfistico, dell'adattabilità di diverse specie erbacee al clima mediterraneo e di tecniche di gestione a basso impatto ambientale, fornendo inoltre linee guida per la costruzione manutenzione ecocompatibile dei percorsi di golf.

GLI AMMENDANTI COMPOSTATI

Evoluzione e prospettive della produzione e dell'utilizzo del compost

Premessa

Nel corso degli ultimi anni l'interesse verso la produzione e l'utilizzo di ammendanti compostati si è rilevato sempre più crescente, soprattutto in relazione al compost di qualità, ovvero il prodotto ottenuto a partire da matrici selezionate. Alla base dell'incremento di tali produzioni alcuni fattori quali l'aumento delle biomasse di scarto prodotte dai cittadini, il diffondersi di sistemi di raccolta differenziata secco/umido e da ultimo la nascita di nuovi impianti di compostaggio.

Dal punto di vista legislativo si è andati poi verso la legittimazione del prodotto compost quale ammendante ammesso a libera commercializzazione e verso il riconoscimento della matrice quale mezzo tecnico per l'agricoltura (Legge 19 ottobre 1984, n. 748 – Supplemento ordinario n. 64 alla G.U. n. 305 del 6 novembre 1984 e successive integrazioni e modifiche)

In questo scenario si intersecano le esigenze dell'ambiente e dell'agricoltura nel passaggio della matrice organica dall'ambito urbano, ove si produce il rifiuto, al territorio agricolo, ove lo scarto compostato viene riutilizzato, in un'ottica di pratica ecocompatibile.

Un'attività può essere considerata sostenibile quando viene garantita la sostenibilità delle risorse, la sostenibilità della salute umana e la sostenibilità economica (Sequi, 1996). Da questo punto di vista il processo di compostaggio del rifiuto organico ed il suo riutilizzo in agricoltura non può che essere definita un'attività sostenibile: trattasi infatti di una trasformazione conservativa nella quale si perde la frazione facilmente degradabile del rifiuto e si mantiene la frazione carboniosa stabile (humus); inoltre si evita lo smaltimento di scarti organici in modo non adeguato, il prodotto finale ha un prezzo competitivo per il settore agricolo e la collettività non è gravata da una maggiorazione delle spese per lo smaltimento differenziato degli scarti.

La situazione in Europa

A livello europeo la valorizzazione degli scarti organici mediante compostaggio si è sviluppata in anticipo rispetto all'Italia, soprattutto in alcuni paesi del centro Europa, quali la Germania, ove a partire dalla metà degli anni '80 la raccolta differenziata è divenuta una priorità operativa nei sistemi di gestione dei rifiuti. Ciò ha portato alla nascita di numerosi impianti, al consolidamento del mercato ed alla introduzione di una certificazione di qualità che spinge gli operatori ad adottare i criteri imposti al processo ed al prodotto.

Della produzione totale europea (indicativamente 6.000.000 di tonnellate – fonte Centemero et al., 2001), più del 40% proviene dalla Germania che, con Olanda ed Austria, concorrono al 70% dell'intera quota.

Risulta interessante rilevare come in valore assoluto l'Italia si collochi ai primi posti in Europa come volume di materiale organico recuperato; tuttavia ancora basso risulta il quantitativo riferito al singolo abitante per anno (30 kg/ab.anno dell'Italia contro i 70 kg/ab.anno della Germania e gli oltre 100 di Olanda, Danimarca ed Austria – fonte Barth J., 2000, “European compost Production – Sources, Quantities, Qualities and Use in Selected Countries”).

La situazione in Italia

Il compost ha subito in Italia negli ultimi anni un deciso aumento sia nelle produzioni che negli impieghi. Per fornire un dato indicativo del trend crescente si è passati da 400.000 tonnellate annue del 1997 a 600.000 del 2001, grazie soprattutto allo sviluppo della raccolta differenziata ed alla progressiva diffusione dei centri di compostaggio (peraltro concentrati al centro-nord) (Sali et al., 2004). Il mercato di riferimento per gli ammendanti compostati è quello dei substrati per l'utilizzo hobbistico, verso il quale è destinato circa il 50% della produzione; la restante quota è suddivisa tra operatori professionali (orto-florovivaisti, giardinieri e costruttori del verde) ed agricoltori per l'impiego in pieno campo.

Relativamente i canali di vendita per gli hobbisti prevale la grande distribuzione (garden center e supermercati), mentre il target degli operatori professionali è coperto dalle aziende produttrici di substrati colturali.

In Tabella 1. si riporta la diffusione e la capacità produttiva degli impianti di compostaggio in Italia

Tabella 1. Diffusione e capacità produttiva per regione degli impianti di compostaggio in Italia

Regione	N. impianti	Potenzialità totale (t/anno)	Rifiuti verdi trattati (t/anno)
Piemonte	37	354.290	111.443
Lombardia	39	515.050	181.793
Trentino A.A.	15	96.568	9.731
Veneto	10	370.000	90.452
Friuli V.G.	3	7.315	2.193
Liguria	2	26.000	10.909
Emilia Romagna	15	351.060	50.308
Toscana	9	105.148	42.511
Marche	2	65.000	5.505
Abruzzo	2	73.539	5.420
Campania	1	3.000	600
Puglia	2	213.250	2.474
Totale Italia	137	2.180.220	513.339

Fonte: dati Istat - elaborazione Sali (2004) Università di Milano

Da sottolineare infine come il nostro paese si ponga ai primi posti in Europa per la qualità (purezza merceologica) del materiale organico proveniente dalla raccolta differenziata, ciò soprattutto in relazione alla specificità di tale sistema in Italia. Si ricorda che a livello internazionale si definisce come obbiettivo di eccellenza una purezza merceologica superiore al 93-95%, il che consente sistemi di trattamento relativamente semplici e buona qualità delle produzioni finali. Qualità e quantità delle materie prime concorrono in eguale maniera alla definizione di efficacia del sistema di reperimento dello scarto organico.

Potenzialità di utilizzo del compost

Alcuni studi italiani hanno tentato di dare una risposta ad una domanda frequente tra gli addetti della filiera degli ammendanti compostati: è possibile utilizzare tutto il compost potenzialmente producibile da materiale organico di scarto in Europa? Per rispondere al quesito si è ipotizzata una popolazione di circa 370 milioni di abitanti in grado di differenziare ciascuno 100 kg/anno di scarti organici, una percentuale di resa del processo del 40% e, da ultimo, una distribuzione del prodotto in pieno campo, rapportandosi all'intera Superficie Agricola Arabile, considerando una quantità di 20 -25 tonnellate/ettaro di compost tal quale.

Considerando la produzione e le dosi di applicazione si è stimato un utilizzo su circa 750.000 ettari coltivati degli 81.000.000 ettari totali: si andrebbe pertanto a coprire una superficie pari a nemmeno l'1% della coltivata.

Anche se il calcolo risulta assai semplificato, i margini quantitativi di utilizzo del compost appaiono ampi già nel settore del pieno campo, senza considerare al momento il florovivaismo, il giardinaggio e gli altri impieghi tecnici.

Lo stesso calcolo può essere effettuato limitatamente al territorio nazionale senza tuttavia variare la percentuale finale di SAU impiegata (120.000 ettari dei circa 10.000.000 di SAU - 1,2%).

Impiego del compost in Italia

Il settore prevalente in cui confluisce più della metà del compost nazionale è il *florovivaismo*, prevalentemente la vendita per uso hobbistico di compost in miscela con torbe o altre matrici presso la grande distribuzione e garden centers. Il rapido sviluppo di tale settore negli ultimi anni è legato alla maggiore remunerazione del prodotto, anche in considerazione del diffondersi nell'opinione pubblica di correnti di pensiero che incoraggiano l'uso di materiali alternativi alla torba.

La *vendita al minuto* di compost presso l'impianto di produzione risulta tuttora limitata e legata alla vicinanza di alcuni utilizzatori hobbistici o professionali al centro di compostaggio.

Maggiore rilevanza è stata invece assunta ultimamente dall'impiego di ammendanti compostati

in pieno campo, al fine di incrementare o riequilibrare il contenuto di sostanza organica dei suoli agrari (nel 1997 la percentuale di mercato era del 20%, cresciuta nel 2000 fin oltre il 33%).

Da una stima condotta si può rilevare come siano i settori del pieno campo e del paesaggismo, della cura e dell'allestimento del verde (pubblico e privato, ornamentale e sportivo), quelli dotati di maggiori potenzialità di impiego, dove l'utilizzo oggi copre non più del 15% delle effettive potenzialità.

L'impiego di compost in agricoltura tradizionale e nella manutenzione e nella costruzione del verde in genere, anche se notevolmente aumentato negli ultimi anni come riportato in Tabella 2., risulta ancora oggi limitato da una serie di fattori contingenti quali la bassa remunerazione del prodotto, la carente consapevolezza delle sue caratteristiche da parte dell'utilizzatore finale, la non sempre garanzia della qualità, le difficoltà tecniche legate all'approvvigionamento, al trasporto, allo stoccaggio ed alla meccanizzazione dello spandimento.

Alla luce di quanto sopra esposto negli ultimi anni sono state intraprese numerose prove a carattere applicativo con lo scopo di valutare l'introduzione degli ammendanti compostati in settori differenti, sia dal punto di vista strettamente agronomico (effetti colturali), sia in relazione alle tecniche di produzione del compost stesso (grado di maturazione, grado di raffinazione) ed alla meccanizzazione della fornitura e della distribuzione.

Studi di questo tipo sono essenziali in quanto il compost rappresenta, tra gli ammendanti organici, un mezzo tecnico certamente innovativo, con caratteristiche tali da identificarlo quale *nuovo prodotto per l'agricoltura*.

In Tabella 2. si riassumono distinti per settori d'impiego le prerogative di mercato, i limiti, e la media dei prezzi rilevati.

Tabella 2. Prerogative favorevoli di mercato, limitazioni all'utilizzo e prezzi sul mercato del compost per settori di impiego.

<i>Settore d'impiego</i>	<i>Prerogative favorevoli di mercato</i>	<i>Criticità e limitazioni allo sviluppo del mercato</i>	<i>Prezzi(*) rilevati ed acquirenti tipo</i>
recupero ambientale	* minore raffinamento (vaglio 25 mm) * impiego di rilevanti quantità	* limitata remunerazione * valutazione della dinamica del rilascio azotato nel suolo	2,50/5,00 €/t aziende specializzate
agricoltura di pieno campo	* impiego di rilevanti quantità * possibilità di utilizzo di "compost fresco" * nascita di sistemi e servizi di distribuzione in campo * difficoltà di reperimento di fonti di sostanza organica * minore raffinamento (vaglio 25 mm)	* limitata remunerazione * limitata conoscenza delle caratteristiche del compost * sviluppo di attrezzature e sistemi per la distribuzione * reperibilità, lontananza dal centro di compostaggio	5,00/10,00 €/t aziende agricole
paesaggismo e verde ornamentale	* buona remunerazione legata all'alto valore aggiunto * possibilità di modulare la qualità a seconda dell'uso	* limitata conoscenza delle caratteristiche del compost * sviluppo di attrezzature e sistemi per la distribuzione	10,00/20,00 €/t aziende specializzate
florovivaismo	* buona remunerazione legata all'alto valore aggiunto * necessità di reperire materiali alternativi alle torbe * vendita al dettaglio * differenziazione degli usi e del livello tecnico	* costanza delle produzioni * elevate esigenze qualitative (elevata stabilità, bassa salinità, etc.) * richiesta di proprietà specifiche (caratteristiche fisiche)	15,00/25,00 €/t aziende produttrici di substrato, garden centers, grande distribuzione, florovivaisti 30,00/40,00 €/t privati cittadini
verde sportivo	* buona remunerazione legata all'alto valore aggiunto * necessità di reperire materiali alternativi alle torbe * messa a punto di sistemi di realizzazione e manutenzione alternativi	* costanza delle produzioni * elevate esigenze qualitative (elevata stabilità, bassa salinità, etc.) * assenza di odore sgradevole (applicazioni superficiali) * maggior raffinamento (vaglio < 10 mm)	15,00/25,00 €/t aziende specializzate di costruzione e manutenzione, committenti pubblici e privati

* prezzi indicativi relativi al prodotto vagliato e venduto sfuso; ** prezzi indicativi relativi al prodotto confezionato e venduto al dettaglio in miscela con altre matrici

Fonte: elaborazione Mac S.r.l. su fonte Centemero et. al, 2001

Definizioni e caratteristiche dei compost

Si definisce compost il *prodotto derivato da reazioni biossidative a carico di matrici organiche*.

Tale definizione, seppur rigorosa, lascia spazio ad una eterogeneità di prodotti con caratteristiche agronomiche diverse, e ciò ha spinto il legislatore ad inquadrare nella normativa sui fertilizzanti (Lg. n° 748 del 19/10/1984 e relativi aggiornamenti) gli ammendanti compostati, riconducendoli all'interno di tre diverse categorie e definendo per ognuna di esse i parametri agronomici ed igienico-ambientali fondamentali ed i rispettivi limiti di qualità.

Ammendante compostato verde

Viene definito ammendante compostato verde (ACV) il prodotto ottenuto a seguito del processo controllato di trasformazione e stabilizzazione di residui organici verdi, quali scarti della manutenzione del verde ornamentale, residui colturali, materiale vegetale in genere.

Trattasi di una matrice con caratteristiche fisico-chimiche apprezzabili, con una bassa dotazione di sali minerali solubili (salinità inferiore al letame), assai limitato contenuto di metalli pesanti, assenza di fitotossicità. Se maturo, quindi stabile, è un prodotto di pregio da valorizzare mediante l'impiego, quale apporto di sostanza organica umificata, come ammendante in tutti i settori, senza alcuna limitazione, dal florovivaismo, al verde sportivo ed ornamentale, all'agricoltura di pieno campo (in suoli agrari sterili perché poveri di sostanza organica o in agricoltura biologica).

Ammendante compostato misto

Si definisce ammendante compostato misto (ACM) il prodotto ottenuto a partire non solo da scarti vegetali ma anche dalla frazione organica derivante da residui solidi urbani, rifiuti di origine animale, rifiuti di attività agroindustriali, reflui e fanghi.

Trattasi di matrici più ricche in elementi minerali solubili rispetto agli ammendanti compostati verdi. Se stabili e privi di metalli pesanti (provenienti da fanghi), sono in grado di garantire, oltre all'apporto di sostanza organica non umificata, anche un buon apporto di macroelementi (N-P-K-Ca-Mg). Tali caratteristiche lo rendono adatto all'agricoltura di pieno campo, per contro il maggior contenuto di sali solubili ne limita la possibilità di utilizzo nelle coltivazioni florovivaistiche in contenitore.

Ammendante torboso composto

Si definisce ammendante torboso composto (ATC) la miscela di torbe con ammendante compostato verde e/o misto. Venduti in sacco per l'utilizzo hobbistico o professionale, ha caratteristiche chimico-fisiche apprezzabili, salinità e dotazione di elementi minerali solubili nella norma. Trattasi tuttavia di prodotti assai eterogenei.

Caratteristiche agronomiche del compost

L'inquadramento legislativo sopra riportato si è reso necessario al fine di classificare un prodotto estremamente eterogeneo, soprattutto in relazione alla tipologia di materia prima utilizzata per la sua produzione. Tuttavia, pur introducendo la fondamentale distinzione tra ammendante compostato verde e ammendante compostato misto, all'interno di ogni singola categoria i prodotti finali possono mostrare caratteristiche differenti dal punto di vista agronomico. Indispensabile risulta dunque, soprattutto per gli utilizzi tecnici di pregio (colture florovivaistiche, soprattutto in vaso, verde ornamentale e sportivo, paesaggismo, etc.), approfondire la conoscenza delle caratteristiche fisico-chimiche del prodotto al fine di verificare l'effettiva possibilità di utilizzo, stabilire la percentuale (del prodotto) nella miscela, adeguare le tecniche agronomiche in modo da ottimizzare le performance produttive.

Dal punto di vista chimico gli ammendanti compostati possiedono in genere pH che varia dalla neutralità a condizioni di subalcalinità ed una conducibilità elettrica compresa tra 1,5 e 3 mS/cm (metodo di Sonneveld), valori superiori a quelli della torba, mentre il contenuto in sostanza organica risulta generalmente inferiore. Il rispetto dei parametri di legge è, per quanto riguarda le caratteristiche chimiche del prodotto, garanzia di qualità e di buoni risultati produttivi, anche se questi ultimi sono raggiungibili se l'utilizzatore è in grado di adeguare le tecniche di coltivazione alla proprietà del substrato utilizzato.

Relativamente alle proprietà fisiche risulta più complesso fissare comuni caratteristiche dei compost, ciò a fronte soprattutto del tipo di materiale di scarto utilizzato, della sua provenienza e del processo di vagliatura che il prodotto finale ha subito; in generale gli ammendanti compostati presentano buoni valori di porosità, di capacità di ritenzione idrica e di volume di acqua utilizzabile. Indispensabile risulta in tutte le applicazioni la conoscenza dei parametri fisici del prodotto, in modo da indirizzare soprattutto la pratica agronomica all'ottimizzazione della produzione finale, qualsiasi essa sia.

Caratteristiche di legge del compost

Gli ammendanti compostati debbono rispettare caratteristiche e condizioni tali da non compromettere la sanità delle colture ivi prodotte, nonché delle persone che ne vengono a contatto (operatori professionali, privati cittadini), pertanto la identificazione di un prodotto per la commercializzazione prevede il rispetto di requisiti di idoneità previsti dalla normativa per la disciplina dei fertilizzanti (Legge n°. 748/84), fissati mediante limiti imposti sui valori di parametri analitici chimici e microbiologici diversi a seconda delle categorie.

Si riportano in dettaglio i parametri generalmente richiesti:

- parametri chimici – umidità, pH, salinità, carbonio organico totale, acidi umici e acidi fulvici, azoto organico, azoto totale, percentuale di azoto organico sull'azoto totale, rapporto carbonio/azoto, rame totale, zinco totale, piombo totale, cadmio totale, nichel totale, mercurio totale, cromo esavalente, diverse frazioni del contenuto in plastica ed inerti;
- parametri microbiologici – salmonelle, enterobatteriacee totali, streptococchi fecali, nematodi, trematodi, cestodi.

In Tabella 3. sono riportati i limiti di legge ai principali parametri chimici di qualità dei compost (Lg. n° 748 del 19/10/1984 e relativi aggiornamenti).

Tabella 3. Principali parametri chimici di qualità dei compost e rispettivi limiti di legge (Lg. n° 748 del 19/10/1984 e relativi aggiornamenti)

<i>parametri</i>	<i>ammendante compostato verde</i>	<i>ammendante compostato misto</i>	<i>ammendante torboso composto</i>
umidità (%t.q.)	max. 50	max. 50	-
pH	6/8,5	6/8,5	-
carbonio organico (TOC) (%s.s.)	min. 30	min. 25	min. 30
carbonio umificato (HA + FA) (%s.s.)	min. 2,5	min. 7	min. 7
azoto organico (N org) (%s.s.)	min. 80% N tot.	min. 80% N tot.	min. 80% N tot.
Rapporto C/N	max. 50	max. 25	max. 50
rame tot. (mg/kg s.s.)	max. 230	max. 230	max. 230
zinco tot. (mg/kg s.s.)	max. 500	max. 500	max. 500
piombo tot. (mg/kg s.s.)	max. 140	max. 140	max. 140
cadmio tot. (mg/kg s.s.)	max. 1,5	max. 1,5	max. 1,5
nichel tot. (mg/kg s.s.)	max. 100	max. 100	max. 100
mercurio tot. (mg/kg s.s.)	max. 1,5	max. 1,5	max. 1,5
cromo IV (mg/kg s.s.)	max. 0,5	max. 0,5	max. 0,5

Recentemente alcune regioni italiane, tra cui la Lombardia (*DGR 16/04/2003 – n° 7/12764*), hanno approvato linee guida relative la costruzione e l'esercizio di impianti di compostaggio al fine di promuovere la produzione di compost di qualità ed incentivarne l'utilizzo a fini agronomici.

Tra i parametri richiesti per verificare la qualità del prodotto, oltre a quelli sopracitati e relativi alla vigente legislazione nazionale, assumono sempre più maggiore rilevanza la valutazione della *stabilità biologica* e della *maturità* degli ammendanti compostati.

La prima viene rilevata mediante indice di respirazione dinamico con metodo DIPROVE

(aerazione forzata continua attraverso la biomassa in esame - Adani *et al.*, 2003). Il concetto di stabilità biologica è legato al rallentamento della attività degradativa della sostanza organica: l'attività respiratoria ne è una misura diretta.

La valutazione della *maturità* del compost, cioè la verifica dell'assenza di effetti fitotossici residui sui vegetali associati alle trasformazioni biochimiche ancora presenti in prodotti "giovani", viene condotta mediante verifica diretta della corrispondenza tra grado di maturazione raggiunto e risposta biologica della vegetazione (test di fitotossicità), anch'esso prescritto dai sopraccitati disciplinari regionali.

Ad oggi tali parametri (stabilità e maturità) costituiscono elementi chiave per la valutazione della qualità e sono fattori assai condizionanti per l'impiego specialistico del compost nei settori a più elevato contenuto tecnico (florovivaismo, verde sportivo, paesaggismo)

Realtà e prospettive

A conclusione della parte generale, tenuto conto di quanto descritto nei paragrafi precedenti, si riportano schematicamente i punti fermi e le prospettive della produzione e del mercato dei compost, così come evidenziato da alcune indagini di mercato condotte sia a livello europeo che nazionale tra gli operatori di filiera (Amlinger *et al.*, 1999-2000; Barth, 1999-2000; Centemero *et al.*, 2001).

- Il compost può essere un contributo al mantenimento dei livelli di sostanza organica dei suoli coltivati.
- La qualità media del compost in Italia è di gran lunga aumentata negli ultimi anni. Alla base di ciò soprattutto il diffondersi della "cultura" della raccolta differenziata (migliore selezione degli scarti) ed una legislazione nazionale e locale sufficientemente rigorosa (in linea con gli altri paesi europei).
- Si può affermare che, tenuto conto dell'eterogeneità delle produzioni e delle matrici di partenza, i compost presentano caratteristiche intermedie tra i letami ed i substrati torbosi. I compost possono essere pertanto considerati il nuovo mezzo tecnico per l'agricoltura, in genere non da utilizzarsi tal quali (ad eccezione del pieno campo) ma quali prodotti semilavorati, in aggiunta ad altri materiali.
- Si riconosce l'importanza della definizione della stabilità/maturità del materiale compost. La mancata conoscenza di tali parametri limita l'efficacia negli impieghi specialistici.
- Risulta di fondamentale importanza la garanzia della costanza e dell'omogeneità delle

partite. Tale caratteristica si raggiunge mediante accurata gestione del processo di compostaggio (stoccaggi, trattamenti, vagliatura, post-trattamenti).

- Si sottolinea la carenza di informazioni sulle caratteristiche, la qualità e gli impieghi del compost. È auspicabile una maggiore diffusione delle prove effettuate sul territorio italiano e dei risultati ottenuti.
- Si auspica in Italia, sulla base di esperienze estere, la nascita di un Sistema di Assicurazione di Qualità, cioè di un insieme di norme e procedure tali da garantire la rigorosità dei processi e dei prodotti. Recentemente una Circolare del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (22 marzo 2005) ammette l'iscrizione del compost al repertorio del riciclaggio qualora il percorso produttivo sia certificato.

Utilizzo del compost nei prati tecnici

Una serie di prove a livello nazionale ed internazionale hanno legittimato negli ultimi anni l'impiego di ammendanti compostati di qualità nella costituzione dei soprassuoli (top-soil) e nella manutenzione dei tappeti erbosi tecnici (campi di calcio, percorsi golf, ippodromi); ciò ha destato dapprima curiosità negli operatori del settore, da sempre legati a rigide modalità costruttive e manutentive, ma, grazie ai risultati ottenuti, ha portato al progressivo sviluppo dell'utilizzo di tali matrici nel verde sportivo.

Già a partire dal 1993 l'United States Golf Association ha previsto nelle proprie *"Recommendations for a method of putting green construction"* la possibilità di far uso di ammendanti compostati in alternativa alla torba. Il documento americano fissa, a garanzia della qualità, una serie di vincoli per l'utilizzo di tali matrici: il controllo delle materie prime compostate, la verifica dell'intero processo di compostaggio, la lunghezza della fase di maturazione del prodotto finale (almeno un anno), la determinazione delle caratteristiche fisiche e chimiche del materiale singolo ed in miscela, l'assenza di fitotossicità (viene proposta l'esecuzione di un test di germinazione di alcune essenze da prato in aliquote crescenti di estratto).

I compost, una volta garantita la qualità del prodotto, possono essere impiegati nella realizzazione dei prati tecnici in miscela con sabbia per la realizzazione del soprassuolo artificiale (top-soil), cioè dello strato superficiale di suolo destinato ad accogliere la gran parte delle radici, la cui caratteristica fondamentale è quella di provvedere ad un veloce allontanamento delle acque meteoriche garantendo nel contempo una sufficiente riserva idrica per le piante. Nella manutenzione gli ammendanti compostati possono essere utilizzati, singoli od in miscela con torba, nelle operazioni di top-dressing, al fine di riequilibrare le caratteristiche fisiche del suolo, garantendo nel contempo un apporto relativo di elementi minerali (soprattutto potassio e azoto).

Già da alcuni anni gruppi di ricerca statunitensi sono impegnati nella verifica degli effetti dell'introduzione di ammendanti compostati nella costruzione e manutenzione di prati sportivi, con un duplice indirizzo: valutare tali matrici quali ammendanti sostitutivi ed approfondire la possibilità di questi ultimi ad esercitare un potere repressivo nei confronti di malattie fungine.

In uno studio pubblicato su *HorTechnology* del settembre 2005 dal titolo "Turfgrass seed and sod establishment on soil amended with biosolid compost" (Linde D.T., Hepner L.D.) alcuni ricercatori americani hanno valutato gli effetti dell'introduzione di differenti quantitativi di compost nel suolo sullo sviluppo di *Poa pratensis*. I risultati, ottenuti a fronte delle analisi chimiche condotte sul suolo e dei rilievi qualitativi sui tappeti erbosi (colore, densità, percentuale di copertura, comparsa di infestanti), incoraggiano l'utilizzo di ammendanti compostati nei prati tecnici, pur in presenza di qualche limitazione alle dosi maggiori. Sono stati rilevati indici di colore e densità superiori alla media, inoltre l'apporto ha garantito per lungo tempo le unità fertilizzanti necessarie allo sviluppo dell'erba; di contro si riscontra una minore rapidità di insediamento alle dosi maggiori.

Sempre in bibliografia un recente articolo della "Sport Turf Association" dal titolo "Using compost on turfgrass" riporta una ricerca condotta da alcuni studiosi canadesi sul potere repressivo del compost (Boulter et al., 2002). Essi hanno rilevato una minore insorgenza di malattie fungine, quali marciume rosa e grigio, a fronte di applicazioni in top-dressing di ammendanti compostati su agrostide ed in seguito ad inoculo dei patogeni; inoltre è stato constatato un precoce rinverdimento primaverile dell'area soggetta allo spandimento del compost.

Conferme in questo senso sono giunte da parte dei ricercatori della Cornell University NY in un recente articolo "Compost amendements for turfgrass disease control" (Nelson, 2005), nella quale si sottolinea la maggiore attitudine dei compost nei confronti della torba ad una rapida degradazione microbica. Tale aspetto porta, a seguito di trattamenti in top-dressing e/o di miscela nei soprassuoli, ad un veloce incremento della popolazione microbica e della attività da esse svolta, ciò a favore della salute delle piante sotto forma di maggiore competitività nei confronti dei patogeni.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Lo sviluppo sostenibile è un concetto di fondamentale importanza che, in Europa, è divenuto uno dei principi fondamentali dei trattati che regolano i rapporti tra gli stati membri.

I percorsi da golf, per l'ampiezza delle superfici di cui sono contraddistinti, possono rappresentare una vasta zona verde all'interno del contesto periurbano, un'area di transizione, un habitat naturale per la fauna autoctona, uno strumento di salvaguardia delle risorse idriche.

La riduzione degli input su aree verdi, quali fertilizzanti e antiparassitari, utilizzati nella gestione ordinaria di tali impianti, risulta un obiettivo sempre più ampiamente condiviso dagli operatori e dagli amministratori del mondo golfistico, ormai consapevoli dell'importanza della salvaguardia dell'ambiente. Lo scopo è limitare gli impatti negativi quali il grande consumo di acqua (bene sempre più prezioso) e la percolazione in falda di nitrati, fosfati e residui antiparassitari.

L'iniziativa che si va a descrivere ampiamente di seguito promuove una maggiore consapevolezza dell'impatto ambientale del golf e un maggior impegno a rendere questo sport sempre più sostenibile e praticabile.

Materiali e metodi

Il progetto di ricerca triennale "*Impiego di ammendanti compostati e prodotti derivati nella costruzione e manutenzione ecosostenibile di aree verdi sportive ed ornamentali*" è stato articolato in due differenti sottoprogetti, denominati *sottoprogetto 1 (green)* e *sottoprogetto 2 (fairways)*. Con il *sottoprogetto 1* si è voluto mettere a confronto soprassuoli tecnici (top-soils) innovativi utilizzati nella creazione di superfici erbose sportive (per sport quali calcio, golf, rugby, etc.). Obiettivo la valutazione dell'efficacia delle differenti miscele in termini di qualità del tappeto erboso e di compatibilità ambientale.

Con il *sottoprogetto 2* sono stati rilevati gli effetti della distribuzione superficiale di ammendanti compostati ed estratti acquosi sulla riduzione di malattie, concimazioni, esigenza irrigua e sulla qualità del tappeto erboso.

Sottoprogetto 1 - green

Nel 2002 si è provveduto alla realizzazione presso *Palazzo Arzaga Hotel Spa & Golf Resort* di un green sperimentale a ridotto impatto ambientale che garantisse nel contempo il rispetto delle specifiche di costruzione U.S.G.A per quanto riguarda l'esecuzione del sottofondo, del sistema drenante, del top-soil.

Il green è stato suddiviso in 16 parcelle randomizzate, 12 delle quali dotate di un sistema indipendente di raccolta delle acque di percolazione. Le parcelle sono state equamente distribuite

in 4 tesi sperimentali differenti per tipologia di top-soil.

Le materie prime per la realizzazione dei 4 differenti top-soil (sabbia, torba, ammendante compostato verde, fibra di cocco) sono state inviate ad un laboratorio omologato USGA (European Turfgrass Laboratories) per la caratterizzazione fisica e chimica, al fine di ottenere precise indicazioni per la realizzazione delle miscele. Sulla base dei risultati analitici sono state definite le 4 miscele sperimentali, di seguito esposte (percentuali volumetriche):

TESI G1 – 85% sabbia + 7,5% ammendante compostato verde + 7,5% fibra di cocco.

TESI G2 – 85% sabbia + 15% fibra di cocco;

TESI G3 – 85% sabbia + 15% torba;

TESI G4 – 90% sabbia + 10% ammendante compostato verde;

Il green sperimentale così realizzato è stato seminato ad inizio primavera 2003 con *Agrostis* “Providence” e dopo pochi mesi è stato aperto al gioco al fine di ricreare le normali condizioni di utilizzo.

Nel corso della sperimentazione il programma di gestione e manutenzione del green è stato identico a quello tradizionalmente messo in atto ad Arzaga.

Il taglio è stato eseguito con macchina elicoidale singola da green, garantendo un'altezza compresa fra 3 e 4 mm.

Le concimazioni, frazionate in 3-4 interventi annui utilizzando prodotti granulari e liquidi, hanno in media apportato complessivamente quantità di azoto e potassio inferiori a 5 g/m².

Gli interventi con fitofarmaci per il controllo delle malattie del tappeto erboso e dello sviluppo di infestanti sono stati effettuati sulla base delle reali necessità; fra i principi attivi impiegati si citano: iprodione, propiconazole, carbaryl, chlorpyrifos m., cypermethrin, oxadiazon.

I rilievi sperimentali previsti per verificare l'efficacia dei sistemi innovativi introdotti hanno preso in considerazione sia i parametri chimico-fisici del soprassuolo (top-soil), sia le principali caratteristiche qualitative del tappeto erboso, come di seguito dettagliato:

Rilievi soprassuolo:

- determinazioni della velocità di infiltrazione in campo con metodo del doppio anello: tre rilievi annuali in sei repliche per ciascuna tesi;
- determinazioni del contenuto in sostanza organica, azoto totale, fosforo assimilabile, potassio scambiabile: due rilievi annuali in tre repliche per ciascuna tesi;
- determinazione del contenuto di azoto nitrico nelle acque di percolazione: ogni anno rilievi quindicinali da aprile ad ottobre in tre repliche per ciascuna tesi;

Rilievi qualitativi tappeto erboso:

- colore – con scala qualitativa 1 – 9, al cui nove corrisponde la colorazione più intensa. Al valore 5 è assegnata una sufficiente intensità di colore.
- densità del tappeto erboso – è stato effettuato un rilievo prelevando, al termine della stagione vegetativa, 3 zolle per ciascuna parcella di tappeto della dimensione di 8 cm² e conteggiando il numero di culmi, per arrivare a definire il numero di piante per dm².
- crescita del tappeto erboso – con cadenza trimestrale, sono state effettuate 5 misurazioni per parcella in punti diversi per valutare la crescita del tappeto erboso prima del taglio, impiegando il prisma utilizzato per valutare la qualità del taglio.
- presenza di feltro ed approfondimento radicale – con periodicità mensile sono state prelevate 3 carote per ciascuna parcella, al fine di valutare la presenza di uno strato di feltro superficiale e l'approfondimento dell'apparato radicale.
- velocità di insediamento – durante il primo anno sono stati effettuati rilievi periodici valutando con stima visiva la percentuale di superficie coperta da tappeto erboso.

Ad ogni rilievo condotto è stata osservata l'eventuale presenza di malattie fungine.

Le analisi di laboratorio e di campo sono state effettuate secondo le metodiche ufficiali emanate dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali e pubblicate su Gazzetta Ufficiale.

Sottoprogetto 2 - fairway

A partire dal 2002 sono state introdotte differenti tecniche di gestione dei fairways al fine di verificarne applicabilità, efficacia ed efficienza.

L'innovazione tecnica è consistita nel ricorso ad interventi in copertura (top-dressing) con ammendanti compostati verdi ed estratti acquosi di ammendanti compostati misti (tea di compost), utilizzati separatamente o congiuntamente allo scopo di ridurre gli interventi irrigui, le concimazioni, i trattamenti con fitofarmaci.

A tale scopo 12 fairways (*Agrostis stolonifera* “Pentrio”) del percorso a 18 buche di Arzaga sono stati sottoposti per tre anni a 4 differenti metodi di gestione:

TESI F1 – testimone gestito tradizionalmente;

TESI F2 – distribuzione in copertura di 40 m³/ha di ammendante compostato verde con granulometria massima pari a 0,6 mm, frazionata in due interventi separati (fine inverno - estate);

TESI F3 – distribuzione frazionata in 10 interventi annui di 10.000 litri/ha di tea di compost;

TESI F4 – distribuzione in copertura di ammendante compostato verde + tea di compost secondo le modalità delle tesi precedenti.

La distribuzione di ammendante compostato verde in copertura è stata eseguita con carro spandi-sabbia e passaggio di griglia metallica per favorire la penetrazione del materiale nel tappeto erboso.

Per la preparazione del tea di compost è stata utilizzata una botte in vetroresina con un sistema basale di ossigenazione ad aria compressa all'interno della quale è stato lasciato a bagno per 14-28 giorni dell'ammendante compostato misto (800 litri di ammendante in 5000 litri di acqua).

Lo spandimento, previa filtrazione dell'estratto, è avvenuto utilizzando le macchine impiegate per la distribuzione dei fitofarmaci.

Le concimazioni, frazionate in 4-8 interventi annui, hanno previsto l'utilizzo di prodotti granulari e liquidi, con una riduzione dell'ordine del 10-20% per i campi trattati con compost. Nel corso del secondo e terzo anno su tutti i campi le dosi sono state ridotte di circa il 25% per l'azoto e di oltre il 70% per il potassio.

Per la difesa del tappeto erboso dalle avversità e dalle erbe infestanti sono stati utilizzati gli stessi principi attivi impiegati sui green.

L'altezza di taglio è stata mantenuta a 12 mm mediante l'utilizzo di macchina quintupla elicoidale, con raccolta sistematica dei residui di taglio.

Al fine di verificare l'efficacia delle tecniche innovative sperimentate, sono stati previsti periodici rilievi per la valutazione delle caratteristiche chimico-fisiche del soprassuolo e qualitative del tappeto erboso, come di seguito dettagliato:

Rilievi suolo:

- determinazione della sostanza organica, dell'azoto totale, del fosforo assimilabile, del potassio scambiabile: due rilievi annuali in tre repliche per ciascuna tesi;
- determinazione delle caratteristiche fisiche e chimiche degli ammendanti compostati e dei loro derivati utilizzati in copertura: due rilievi annuali.

Rilievi qualitativi tappeto erboso:

- determinazione dell'azoto totale nei tessuti vegetali: due rilievi annuali in tre repliche per ciascuna tesi.
- colore – con scala qualitativa 1 – 9, al cui nove corrisponde la colorazione più intensa. Al valore 5 è assegnata una sufficiente intensità di colore.
- crescita del tappeto erboso – con cadenza trimestrale, sono state effettuate 5 misurazioni per parcella in punti diversi per valutare la crescita del tappeto erboso prima del taglio, impiegando il prisma utilizzato per valutare la qualità del taglio.
- presenza di feltro ed approfondimento radicale – con periodicità mensile sono state

prelevate 3 carote per ciascuna parcella, al fine di valutare la presenza di uno strato di feltro superficiale e l'approfondimento dell'apparato radicale.

Ad ogni rilievo condotto è stata osservata l'eventuale presenza di malattie fungine.

A seguito di una segnalazione da parte del consulente agronomo del Golf Club Palazzo Arzaga in merito ad una apparente riduzione di permeabilità dei campi sottoposti a top-dressing con ammendante compostato verde e/o con tea di compost, nel corso del terzo anno sperimentale (2005) su 4 fairways (uno per tesi) sono state effettuate delle duplici prove di velocità di infiltrazione in campo.

Le analisi di laboratorio e di campo sono state effettuate secondo le metodiche ufficiali emanate dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali e pubblicate su Gazzetta Ufficiale.



Il Golf Club Arzaga



Posa dei tubi di drenaggio nel green



Tubi di drenaggio collocati nel green



Allestimento dei topsoil nel green



Lavori di preparazione del green



Green ultimato pronto per la semina



Green ultimato aperto all'uso



Triturazione dell'ammendante compostato verde



Rivoltamento dell'ammendante compostato verde



Vagliatura dell'ammendante compostato verde



Ammendante compostato verde per il top dressing nei fairways



Distribuzione dell'ammendante compostato verde



Botte per la preparazione dell'estratto di compost



Misura della velocità di infiltrazione in campo sui fairways



Distribuzione del tea di compost



Prelievo di campioni dell'acqua di percolazione del green

RISULTATI

Tutti i risultati sono stati sottoposti ad analisi della varianza ed a test di Duncan ($p=0,05$), al fine di evidenziare eventuali differenze significative fra le diverse tesi sperimentali.

Sottoprogetto 1 - green

Rilievi soprassuolo

Per quanto riguarda la velocità di infiltrazione rilevata in campo, nei tre anni di sperimentazione i valori medi si sono mantenuti elevati, passando da 259 mm/h nel 2003 a 120 mm/h nel 2004 e 105 mm/h nel 2005 (Tabella 4.).

Tabella 4. Velocità di infiltrazione in campo rilevata per periodo e per anno sul green sperimentale. Valori medi in mm/h di n° 6 replicazioni. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

<i>anno</i>	<i>tesi</i>	<i>aprile</i>	<i>luglio</i>	<i>ottobre</i>	<i>media</i>	<i>media anno</i>
2003	<i>G1</i>	n.d.	282	281	282 a	259
	<i>G2</i>	n.d.	243	273	258 a	
	<i>G3</i>	n.d.	260	239	250 a	
	<i>G4</i>	n.d.	257	235	246 a	
2004	<i>G1</i>	227	123	64	138 a	120
	<i>G2</i>	187	120	35	114 a	
	<i>G3</i>	170	95	52	105 a	
	<i>G4</i>	177	152	37	122 a	
2005	<i>G1</i>	115	191	104	137 a	105
	<i>G2</i>	87	154	101	114 a	
	<i>G3</i>	25	114	40	60 a	
	<i>G4</i>	93	181	54	109 a	

I dati rilevati nei singoli anni per le singole tesi non presentano differenze statisticamente significative, mentre, considerando i valori medi del triennio (Tabella 5.), il green di riferimento (tesi G3 sabbia + torba) presenta valori più bassi rispetto a tutte le altre tesi sperimentali, ma statisticamente significativi solo rispetto al green con sabbia + ammendante compostato verde + fibra di cocco (tesi G1).

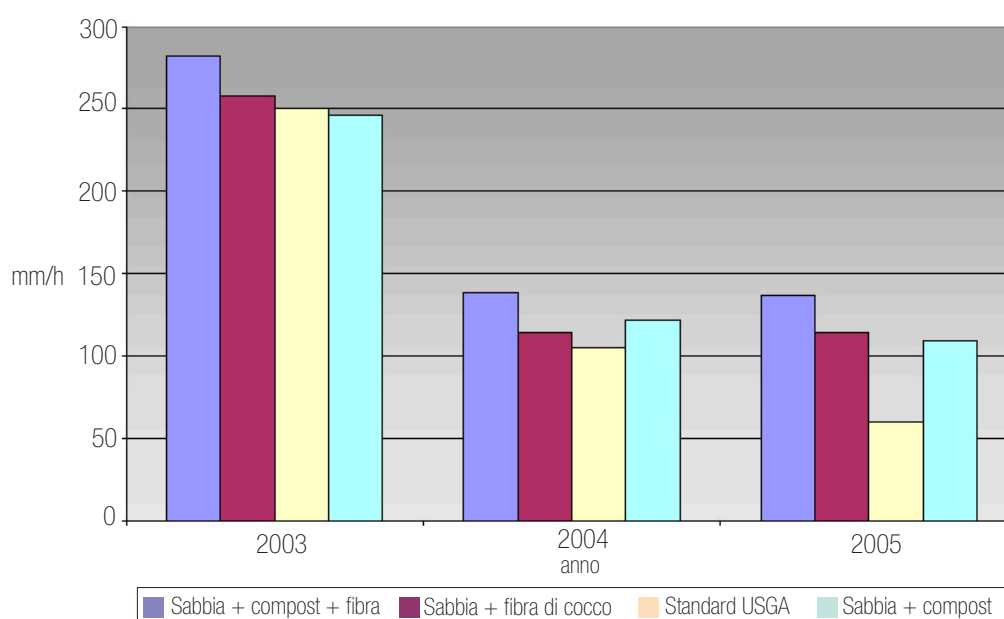
E' possibile notare inoltre come dopo tre anni dalla realizzazione ed uso del green, i diversi top soil abbiano subito una sensibile riduzione della loro capacità drenante, mantenendosi

comunque sempre su livelli accettabili; come si rileva dalla Tabella 5. e dal Grafico 1., il top soil di riferimento in sabbia e torba (tesi G3) ha ridotto la propria capacità drenante di oltre il 75%, mentre per quelli realizzati con materiali sostitutivi (fibra di cocco e ammendante compostato verde) il calo è stato compreso fra il 51 e il 56 %.

Tabella 5. Velocità di infiltrazione rilevata per anno sul green sperimentale. Valori medi in mm/h. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

<i>tesi</i>	2003	2004	2005	media	Δ 2003-2005	Δ %
<i>G1</i>	282 a	138 a	137 a	186 a	145	51
<i>G2</i>	258 a	114 a	114 a	162 ab	144	56
<i>G3</i>	250 a	105 a	60 a	138 b	190	76
<i>G4</i>	246 a	122 a	109 a	159 ab	137	56

Grafico 1. Velocità di infiltrazione rilevata per anno sul green sperimentale. Valori medi in mm/h.



Non significative sono risultate anche le differenze di dotazione di sostanza organica rilevate nel top soil (Tabella 6.), con valori medi del triennio compresi fra 6,9 g/kg per la tesi G1 (sabbia + ammendante compostato verde + fibra di cocco) e 7,9 g/kg per la tesi G4 (sabbia + ammendante compostato verde).

Nel corso del secondo anno si è potuto notare un aumento generale del valore di sostanza organica che si è mantenuto tale anche nel terzo anno, eccezione fatta per i greens con presenza di fibra di cocco (tesi G1 e tesi G2), dove alla fine del terzo anno il valore è tornato a diminuire.

Tabella 6. Valori di sostanza organica rilevati per anno sul green sperimentale. Valori medi in g/kg. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

<i>tesi</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>media</i>
<i>G1</i>	5,67 a	9,00 a	6,17 b	6,94 a
<i>G2</i>	6,00 a	8,50 a	7,67ab	7,39 a
<i>G3</i>	6,17 a	8,33 a	8,83 a	7,78 a
<i>G4</i>	6,83 a	8,50 a	8,50 a	7,94 a

In merito ai dati inerenti l'azoto totale (Tabella 7.), l'analisi statistica ha evidenziato differenze significative, con valori più alti nella tesi G2 (sabbia + fibra di cocco) e nella tesi G4 (sabbia + ammendante compostato verde), andamento presente con una certa significatività già a partire dal primo anno per la tesi G4 ed evidenziatosi solo al terzo anno per la tesi G2.

Tabella 7. Valori di azoto totale rilevati per anno sul green sperimentale. Valori medi in g/kg. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

<i>tesi</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>media</i>
<i>G1</i>	0,37 a	0,35 b	0,43 b	0,38 b
<i>G2</i>	0,38 a	0,35 b	0,63 a	0,46 a
<i>G3</i>	0,35 a	0,33 b	0,38 b	0,36 b
<i>G4</i>	0,45 a	0,45 a	0,60 a	0,50 a

La dotazione in potassio scambiabile non ha presentato differenze statisticamente significative fra le tesi nel corso dell'intero triennio (Tabella 8.), con valori medi compresi fra 37 e 59 mg/kg di K, dotazioni sufficienti per la tipologia della matrice.

Tabella 8. Valori di potassio scambiabile rilevati per anno sul green sperimentale. Valori medi in mg/kg di K. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

<i>tesi</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>media</i>
<i>G1</i>	112 a	33 a	30 a	59 a
<i>G2</i>	54 a	35 a	30 a	40 a
<i>G3</i>	56 a	38 a	28 a	41 a
<i>G4</i>	56 a	28 a	27 a	37 a

Per quanto riguarda il fosforo assimilabile (P_2O_5), il top soil con sabbia + ammendante compostato verde ha presentato nel corso di tutte tre gli anni valori significativamente superiori rispetto alle altre tipologie sperimentate (Tabella 9.); comunque i valori medi alla fine del triennio, compresi fra i 54 mg/kg del green con fibra di cocco e gli 82 mg/kg del green con ammendante compostato verde, risultano ampiamente sufficienti in tutte le tesi.

Tabella 9. Valori di fosforo assimilabile rilevati per anno sul green sperimentale. Valori medi in mg/kg di P₂O₅. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative le tesi (p=0,05).

<i>tesi</i>	2003	2004	2005	media
<i>G1</i>	37 b	75 b	51 c	54 b
<i>G2</i>	42 ab	83 b	60 b	62 b
<i>G3</i>	40 ab	83 b	49 c	57 b
<i>G4</i>	49 a	119 a	78 a	82 a

I rilievi effettuati sulle acque di percolazione raccolte con cadenza quindicinale durante i tre anni sperimentali sono risultati totalmente privi di significatività, in quanto le analisi di laboratorio hanno sempre rilevato per tutte le tesi una concentrazione di azoto nitrico (N-NO₃) inferiore a 1 mg/litro.

Rilievi qualitativi

Durante il primo anno è stata effettuata una valutazione visiva della velocità di insediamento del prato seminato ad inizio primavera 2003 sulle diverse parcelle, stimando la percentuale di superficie coperta.

Come riportato in Tabella 10. la velocità di insediamento è risultata elevata in tutte le tesi sperimentali; già a maggio del 2003 in tutte le parcelle la copertura vegetale risultava superiore al 90%, raggiungendo in luglio il 100% nelle miscele sabbia + ammendante compostato verde + fibra di cocco (tesi G1) e sabbia + torba (tesi G3). Le esigue differenze rilevate non sono risultate essere statisticamente significative.

Tabella 10. Percentuali di insediamento (% superficie coperta) del green sperimentale.

<i>tesi</i>	17 mar	9 apr	6 mag	19 mag	2 giu	16 giu	11 lug	28 lug
<i>G1</i>	31,50	57,50	95,50	95,50	97,75	99,50	100,00	100,00
<i>G2</i>	24,50	60,00	94,00	95,50	99,00	99,50	99,25	99,25
<i>G3</i>	29,50	55,00	94,25	95,50	98,50	99,50	100,00	100,00
<i>G4</i>	11,50	27,50	91,50	94,50	98,50	99,50	99,50	99,50

<i>tesi</i>	11 ago	25 ago	8 set	22 set	6 ott	19 nov	20 dic
<i>G1</i>	100,00	97,50	100,00	100,00	98,50	100,00	100,00
<i>G2</i>	99,25	98,75	99,25	99,25	99,25	99,25	99,25
<i>G3</i>	100,00	97,50	100,00	100,00	98,50	100,00	100,00
<i>G4</i>	99,50	90,75	99,50	99,50	99,25	99,50	99,50

Sempre per il solo anno del 2003, la valutazione della densità del tappeto erboso (numero di piante/dm²) ha fornito risultati soddisfacenti e simili per tutti i diversi tipi di green. (Tabella 11.)

Tabella 11. Densità di copertura delle differenti tesi rilevata sul green sperimentale. Valori medi in n° piante/dm². Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra i valori determinati (p=0,05).

<i>tesi</i>	<i>n° pianteldm²</i>
<i>G1</i>	1098 a
<i>G2</i>	1245 a
<i>G3</i>	1100 a
<i>G4</i>	1116 a

L'intensità di colore ha evidenziato nei tre anni differenze significative tra le tesi, soprattutto nel secondo e nel terzo anno di sperimentazione. (Tabella 12.) Nel corso del primo anno solo in uno dei 13 rilievi condotti su tale parametro è stata osservata una migliore colorazione del tappeto erboso su substrato contenente sabbia silicea e compost. Nel 2004 e nel 2005 tale tesi ha confermato la tendenza del primo anno fornendo una colorazione più intensa del tappeto, specie nei periodi di massima attività vegetativa (marzo – giugno e settembre – ottobre), con risultati statisticamente significativi rispetto allo standard USGA di riferimento.

Tabella 12. Intensità di colore rilevata nel triennio per le differenti tesi sul green sperimentale. Valori in scala da 1 a 9 (si attribuisce la sufficienza con giudizio pari a 5). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

<i>data</i>	<i>tesi G1</i>	<i>tesi G2</i>	<i>tesi G3</i>	<i>tesi G4</i>
06/05/03	7,4 a	7,1 a	7,0 a	7,0 a
19/05/03	6,5 a	6,5 a	6,5 a	6,5 a
02/06/03	6,5 a	6,5 a	6,5 a	6,5 a
16/06/03	7,0 a	7,0 a	7,0 a	7,0 a
30/06/03	5,5 b	5,8 ab	5,8 ab	6,3 a
11/07/03	6,5 a	6,1 b	6,4 ab	6,4 ab
28/07/03	7,0 a	6,9 a	7,0 a	7,0 a
11/08/03	7,0 a	7,0 a	7,0 a	7,0 a
25/08/03	7,0 a	7,0 a	7,0 a	7,0 a
08/09/03	7,0 a	7,0 a	7,0 a	7,0 a
06/10/03	6,5 a	6,5 a	6,5 a	6,6 a
19/11/03	7,0 a	7,0 a	7,0 a	7,0 a
20/12/03	6,0 a	6,0 a	6,0 a	6,4 a
22/03/04	6,0 b	6,0 b	6,1 b	6,9 a
05/04/04	6,0 b	6,1 b	6,3 b	6,9 a
27/04/04	6,5 a	6,6 a	6,5 a	6,8 a
10/05/04	6,0 b	6,1 b	6,0 b	6,5 a
24/05/04	6,0 b	6,0 b	6,0 b	6,3 a
09/06/04	6,0 b	6,0 b	6,2 a	6,4 a
23/06/04	6,0 b	6,0 b	6,1 ab	6,4 a
05/07/04	6,0 b	6,0 b	6,0 b	6,5 a
19/07/04	5,4 a	5,5 a	5,5 a	6,5 a
02/08/04	6,0 a	6,0 a	6,0 a	6,5 a
25/08/04	6,0 a	6,1 a	6,0 a	6,0 a
13/09/04	6,0 a	6,0 a	6,0 a	6,5 a
27/09/04	6,0 b	6,0 b	6,1 b	6,5 a
11/10/04	6,0 b	6,1 b	6,1 b	6,5 a
25/10/04	6,4 bc	6,6 ab	6,0 c	7,0 a
15/11/04	6,0 a	6,0 a	6,0 a	6,0 a
06/12/04	5,9 ab	6,0 a	5,6 b	6,0 a
12/04/05	6,0 b	6,0 b	6,0 b	6,4 a
18/04/05	5,9 b	6,0 ab	6,0 ab	6,2 a
02/05/05	5,9 a	5,9 a	5,8 a	6,0 a
16/05/05	5,9 b	6,0 ab	6,0 ab	6,2 a
30/05/05	5,9 b	6,0 ab	6,0 ab	6,2 a
13/06/05	5,9 a	6,0 a	6,0 a	6,1 a
29/06/05	5,9 a	6,0 a	5,8 a	5,9 a
11/07/05	5,4 a	5,5 a	5,4 a	5,5 a
25/07/05	4,9 a	5,3 a	4,9 a	5,0 a

Il tasso di crescita ha evidenziato nel corso del triennio di sperimentazione scarse differenze dal punto di vista statistico (Tabella 13.). Da sottolineare soltanto nel corso del 2004 valori significativamente maggiori nei rilievi condotti in giugno ed ottobre per la miscela sabbia silicea e compost.

Tabella 13. Tasso di crescita rilevato nel triennio per le differenti tesi sul green sperimentale. Valori in millimetri. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

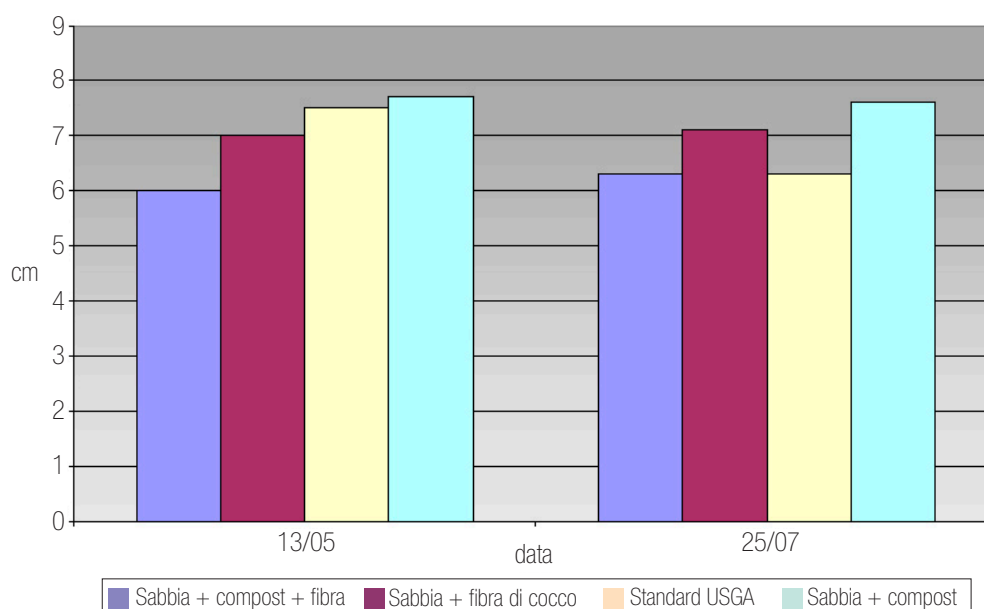
<i>data</i>	<i>tesi G1</i>	<i>tesi G2</i>	<i>tesi G3</i>	<i>tesi G4</i>
19/05/03	6,0 a	5,7 a	6,7 a	6,3 a
16/06/03	4,9 a	4,5 a	4,9 a	4,8 a
11/07/03	4,9 a	5,0 a	4,8 a	5,4 a
11/08/03	3,3 a	3,3 a	3,2 a	3,6 a
08/09/03	8,3 a	7,3 a	8,7 a	8,3 a
10/05/04	2,8 a	2,8 a	2,8 a	2,8 a
23/06/04	2,8 ab	2,7 ab	2,3 b	3,3 a
19/07/04	2,8 a	2,8 a	3,2 a	3,6 a
25/08/04	2,8 a	2,8 a	2,9 a	3,1 a
27/09/04	2,8 a	2,6 a	3,0 a	3,1 a
25/10/04	3,0 ab	2,7 b	3,0 ab	3,8 a
13/05/05	2,5 a	2,3 a	3,0 a	2,5 a

Nessuna differenza significativa è stata rilevata tra le tesi relativamente l'approfondimento dell'apparato radicale, ad eccezione di valori significativamente inferiori per la tesi contenente compost e fibra di cocco nei rilievi di maggio 2004 e 2005. (Tabella 14. e Grafico 2.)

Tabella 14. Approfondimento radicale rilevato nel triennio per le differenti tesi sul green sperimentale. Valori in centimetri. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

<i>data</i>	<i>tesi G1</i>	<i>tesi G2</i>	<i>tesi G3</i>	<i>tesi G4</i>
19/05/03	8,88 a	8,83 a	9,13 a	8,71 a
16/06/03	5,27 a	5,88 a	6,33 a	4,61 a
11/07/03	6,00 a	6,21 a	5,42 a	5,83 a
11/08/03	8,29 a	7,96 a	7,04 a	6,13 a
08/09/03	7,50 a	5,88 a	6,29 a	6,75 a
06/10/03	13,10 a	13,80 a	14,00 a	11,50 a
10/05/04	7,00 b	9,10 a	7,70 ab	8,20 ab
23/06/04	9,70 a	10,60 a	10,00 a	10,70 a
19/07/04	8,30 a	9,00 a	8,30 a	8,60 a
25/08/04	8,50 a	6,80 a	7,50 a	7,10 a
27/09/04	8,00 a	7,60 a	7,30 a	7,00 a
25/10/04	7,80 a	8,70 a	7,70 a	8,50 a
13/05/05	6,00 b	7,00 ab	7,50 a	7,70 a
25/07/05	6,30 a	7,10 a	6,30 a	7,60 a

Grafico 2. Approfondimento radicale rilevato nel 2005 per le differenti tesi sul green sperimentale. Valori in centimetri.



Relativamente la presenza di feltro non è stata rilevata nessuna differenza significativa nei tre anni (Tabella 15.).

Tabella 15. Presenza di feltro rilevata nel triennio per le differenti tesi sul green sperimentale. Valori in centimetri. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

<i>data</i>	<i>tesi G1</i>	<i>tesi G2</i>	<i>tesi G3</i>	<i>tesi G4</i>
19/07/04	0,3 a	0,4 a	0,2 a	0,3 a
25/08/04	0,3 a	0,4 a	0,2 a	0,3 a
27/09/04	0,2 a	0,4 a	0,2 a	0,2 a
25/10/04	0,3 a	0,4 a	0,3 a	0,2 a
13/05/05	0,5 a	0,5 a	0,5 a	0,5 a
25/07/05	0,9 a	1,1 a	1,0 a	0,8 a

Sottoprogetto 2 - fairway

Rilievi suolo

I valori rilevati di dotazione in sostanza organica hanno fornito nel corso del triennio risultati statisticamente significativi, come riportato in Tabella 16. I fairways sottoposti a trattamento con solo tea di compost (tesi F3) presentano valori significativamente inferiori rispetto a quelli soggetti ad altre tipologie di trattamenti; i valori più elevati in assoluto sono stati raggiunti dai fairways sottoposti a top-dressing con ammendante compostato verde, con o senza aggiunta di tea di compost. Nel complesso i livelli di dotazione, compresi fra 42 e 48 g/kg, risultano ottimali.

Tabella 16. Valori di sostanza organica rilevati per anno per tesi sui fairways. Valori medi in g/kg. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

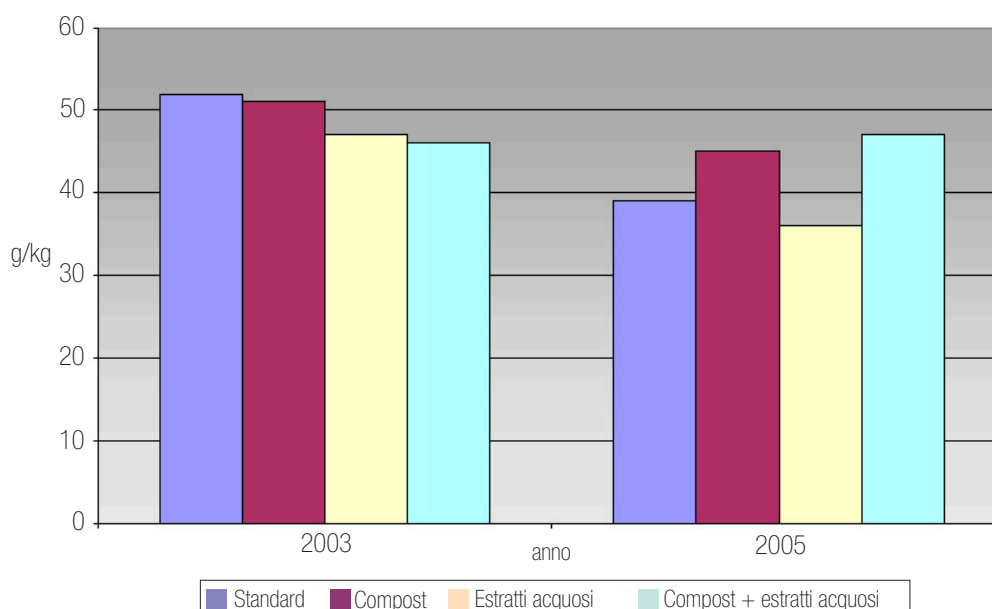
<i>tesi</i>	2003	2004	2005	media
<i>F1</i>	52 a	48 ab	39 ab	46 a
<i>F2</i>	51 a	46 ab	45 a	48 a
<i>F3</i>	47 a	42 b	36 b	42 b
<i>F4</i>	46 a	50 a	47 a	48 a

E' interessante tuttavia notare l'evoluzione del contenuto di sostanza organica che i diversi fairways hanno presentato nel corso del triennio (Tabella 17.). Nella gestione ordinaria, in assenza cioè di interventi di top-dressing (tesi F1), la dotazione in sostanza organica è diminuita dopo tre anni di una quota pari al 25%; analogo risultato si è ottenuto nei fairways oggetto di apporti di tea di compost (riduzione del 23%). L'intervento con ammendante compostato verde in top-dressing ha permesso di mantenere livelli di sostanza organica pressoché costanti, ottenendo una riduzione nell'ordine del 12% quando utilizzato da solo ed addirittura un aumento del 2% in abbinamento con tea di compost (Grafico 3.).

Tabella 17. Evoluzione del contenuto di sostanza organica dal 2003 al 2005 nelle differenti tesi sui fairways. Valori in g/kg.

<i>tesi</i>	2003	2005	Δ	$\Delta \%$
<i>F1</i>	52	39	- 13	- 25%
<i>F2</i>	51	45	- 6	- 12%
<i>F3</i>	47	36	- 11	- 23%
<i>F4</i>	46	47	+ 1	+ 2%

Grafico 3. Evoluzione del contenuto di sostanza organica dal 2003 al 2005 nelle differenti tesi sui fairways. Valori in g/kg.



In merito alla dotazione in azoto totale (Tabella 18.), nel corso del terzo anno le differenze emerse sono risultate statisticamente significative, con valori più elevati in presenza di interventi di top-dressing con ammendante compostato verde con o senza aggiunta di tea di compost (tesi F2 e F4). La media dei tre anni conferma quanto esposto, con una riduzione di significatività rispetto alla tesi F1 (gestione ordinaria).

Tabella 18. Valori di azoto totale rilevati per anno nelle differenti tesi sui fairways. Valori medi in g/kg. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

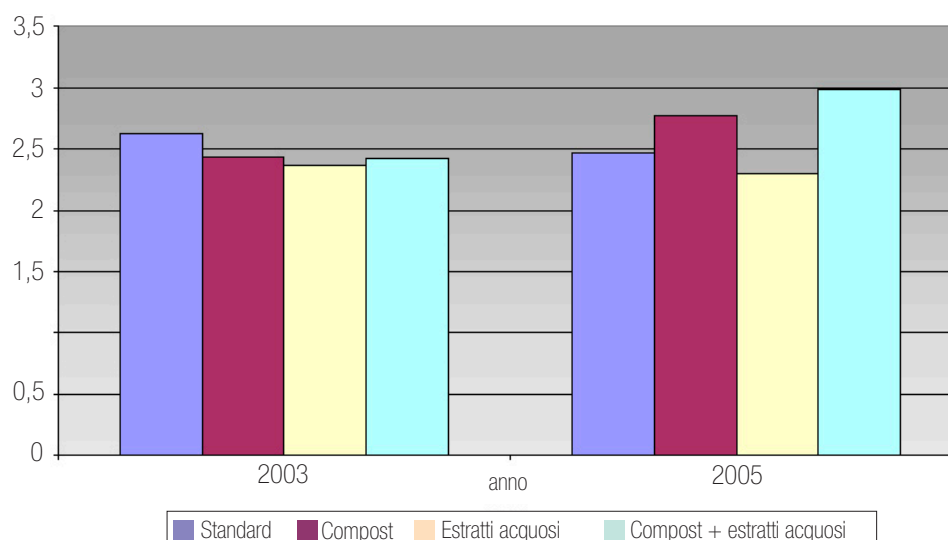
<i>tesi</i>	2003	2004	2005	media
<i>F1</i>	2,63 a	2,28 a	2,47 bc	2,46 ab
<i>F2</i>	2,43 a	2,53 a	2,77 ab	2,58 a
<i>F3</i>	2,37 a	2,25 a	2,30 c	2,31 b
<i>F4</i>	2,42 a	2,47 a	2,98 a	2,62 a

Come già osservato per la sostanza organica, i fairways oggetto di trattamento con ammendante compostato verde (tesi F2 e F4) presentano una dinamica del contenuto in azoto differente rispetto a quelli in gestione ordinaria (tesi F1) o soggetti al solo apporto di tea di compost (tesi F3) (Tabella 19.); nei primi si osserva un incremento di azoto totale compreso fra il 14 ed il 23%, mentre negli ultimi una lieve riduzione compresa fra il 3 ed il 6% (Grafico 4.)

Tabella 19. Evoluzione del contenuto in azoto totale dal 2003 al 2005 nelle differenti tesi sui fairways. Valori in g/kg.

<i>tesi</i>	2003	2005	Δ	$\Delta \%$
<i>F1</i>	2,63	2,47	- 0,16	- 6%
<i>F2</i>	2,43	2,77	+ 0,34	+ 14%
<i>F3</i>	2,37	2,30	- 0,07	- 3%
<i>F4</i>	2,42	2,98	+ 0,56	+ 23%

Grafico 4. Evoluzione del contenuto in azoto totale dal 2003 al 2005 nelle differenti tesi sui fairways.



La dotazione di potassio scambiabile è risultata sempre significativamente superiore nelle tesi F2 e F4 (top-dressing con ammendante compostato verde con o senza aggiunta di tea di compost), mantenendosi comunque sempre a livelli elevati (Tabella 20.).

Tabella 20. Valori di potassio scambiabile rilevati per anno nelle differenti tesi sui fairways. Valori medi in mg/kg di K. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi (p=0,05).

<i>tesi</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>media</i>
<i>F1</i>	356 b	280 b	237 b	291 b
<i>F2</i>	429 a	366 a	358 a	384 a
<i>F3</i>	370 b	271 b	259 b	300 b
<i>F4</i>	403 ab	288 b	360 a	350 a

Il fosforo assimilabile (P_2O_5) presenta alla fine del triennio valori mediamente elevati, compresi fra 137 mg/kg per i fairways trattati con tea di compost e 157 mg/kg per quelli trattati con ammendante compostato verde. Nei valori riferiti al solo terzo anno la tesi F2 ha evidenziato dotazioni significativamente superiori rispetto alle tesi F1 e F3 (Tabella 21.)

Tabella 21. Valori di fosforo assimilabile rilevati per anno nelle differenti tesi sui fairways. Valori medi in mg/kg di P_2O_5 . Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi (p=0,05).

<i>tesi</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>media</i>
<i>F1</i>	141 a	151 a	131 b	141 a
<i>F2</i>	145 a	164 a	163 a	157 a
<i>F3</i>	123 a	164 a	125 b	137 a
<i>F4</i>	122 a	165 a	153 ab	147 a

Le analisi condotte nel 2005 su alcuni fairways per valutare la velocità di infiltrazione in campo non hanno evidenziato valori statisticamente significativi, causa soprattutto il numero esiguo di rilievi e l'ampiezza di intervallo dei valori ottenuti nei differenti periodi.

Tuttavia i dati ottenuti (Tabella 22.) evidenziano valori assoluti costantemente inferiori nei fairways trattati con tea di compost (tesi F3 e tesi F4).

Tabella 22. Velocità di infiltrazione in campo rilevata nel corso del 2005 sui fairways. Valori medi in mm/h di n° 2 replicazioni. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi (p=0,05).

<i>anno</i>	<i>tesi</i>	<i>aprile</i>	<i>luglio</i>	<i>ottobre</i>	<i>media</i>
2005	F1	66,53	107,15	25,91	66,53 a
	F2	77,20	121,33	15,59	71,37 a
	F3	54,24	49,91	4,56	36,24 a
	F4	24,68	38,53	9,06	24,09 a

I rilievi analitici di laboratorio hanno interessato anche le matrici utilizzate per il top-dressing (ammendanti compostati e tea di compost).

In Tabella 23. sono riportati i principali valori medi rilevati nel corso del triennio inerenti le caratteristiche agronomiche dei prodotti utilizzati.

Tabella 23. Principali caratteristiche agronomiche degli ammendanti compostati e derivati utilizzati nel corso delle attività sperimentali.

<i>parametro</i>	<i>ACV (*)</i>	<i>ACM (*)</i>	<i>TEA</i>
<i>pH</i>	7,93	6,97	7,09
<i>conducibilità (mS/cm)</i>	0,86	0,62	0,93
<i>azoto nitrico (mg/l)</i>	2,00	24,38	13,67
<i>azoto ammoniacale (mg/l)</i>	17,20	6,86	9,00
<i>fosforo P_2O_5 (mg/l)</i>	6,30	5,00	6,67
<i>potassio K (mg/l)</i>	180,8	140,50	80,17
<i>densità apparente (kg/m³)</i>	472,10	610,00	====
<i>densità reale (kg/m³)</i>	2164,45	2320,00	====
<i>porosità totale</i>	78,18	73,69	====

ACV: ammendante compostato verde - ACM: ammendante compostato misto - TEA: estratto acquoso di ACM
(*) metodiche EN

Dai dati rilevati in laboratorio è stato possibile quantificare l'apporto medio di elementi fertilizzanti mediante le operazioni di top-dressing con ammendante compostato verde e con tea di ammendante compostato misto. I valori medi sono riportati in Tabella 24.

Tabella 24. Apporti annui di azoto, fosforo e potassio da ammendante compostato e tea di compost.

<i>prodotto</i>	<i>dose annua</i>	<i>N min mg/m²</i>	<i>P₂O₅ mg/m²</i>	<i>K mg/m²</i>
<i>ammendante compostato verde</i>	40 m ³ /ha in due frazionamenti	384	126	3.616
<i>tea da amm. compostato misto</i>	10 m ³ /ha in dieci frazionamenti	23	7	80

Rilievi qualitativi

Le analisi effettuate sui tessuti vegetali per valutare la dotazione in azoto totale confermano valori significativamente più bassi per la tesi F3 (trattamento con tea di compost), ma indicano comunque condizioni vegetative dell'erba ottimali (Tabella 25.).

Tabella 25. Contenuto di azoto nei tessuti vegetali nelle differenti tesi per anno sui fairways. Valori medi in percentuale. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

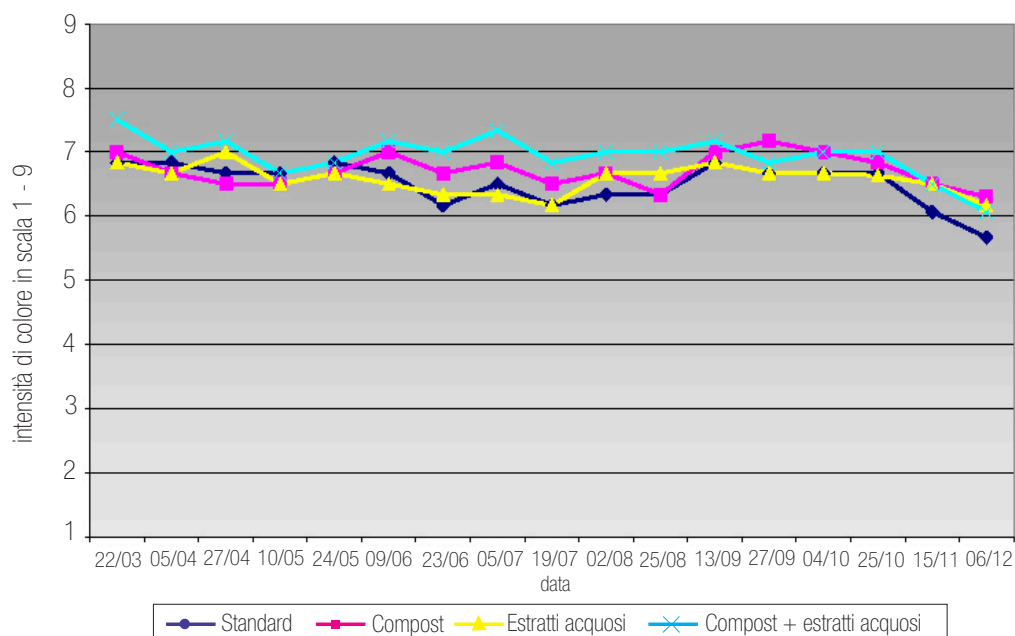
<i>tesi</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>media</i>
<i>F1</i>	4,54 a	4,47 a	4,54 bc	4,52 ab
<i>F2</i>	4,37 a	4,33 a	4,74 ab	4,48 ab
<i>F3</i>	4,47 a	4,25 a	4,41 c	4,38 b
<i>F4</i>	4,92 a	4,43 a	4,88 a	4,74 a

Nelle tesi in cui insieme al compost sono stati utilizzati estratti acquosi è stata rilevata, già a partire dal primo anno, una colorazione (intensità di colore) più intensa del tappeto, in alcuni casi risultata statisticamente significativa (Tabella 26.). Nel corso del secondo e del terzo anno tale tendenza è stata confermata con una media stagionale di 7, di mezzo punto superiore allo standard di riferimento. Anche l'impiego del solo compost ha fornito buoni risultati, mentre valori simili allo standard di riferimento sono stati ottenuti dall'impiego dei soli estratti acquosi. La maggiore intensità di colorazione delle tesi sopraccitate è risultata particolarmente evidente all'inizio della stagione vegetativa (Grafico 5.).

Tabella 26. Intensità di colore rilevata nel triennio per le differenti tesi sui fairways. Valori in scala da 1 a 9 (si attribuisce la sufficienza con giudizio pari a 5). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

<i>data</i>	<i>tesi F1</i>	<i>tesi F2</i>	<i>tesi F3</i>	<i>tesi F4</i>
11/07/03	7,0 a	6,9 a	6,7 a	7,3 a
28/07/03	7,0 ab	7,2 ab	6,7 b	7,4 a
11/08/03	6,8 a	6,7 a	6,8 a	6,8 a
25/08/03	6,5 a	6,9 a	6,8 a	7,0 a
08/09/03	6,3 c	7,0 ab	6,8 bc	7,3 a
22/09/03	6,5 c	7,2 ab	6,7 bc	7,3 a
06/10/03	6,8 a	7,0 a	6,8 a	6,8 a
20/10/03	6,7 a	7,2 a	6,7 a	6,8 a
20/12/03	6,0 a	6,0 a	5,7 a	6,2 a
22/03/04	6,8 b	7,0 ab	6,8 b	7,5 a
05/04/04	6,8 a	6,7 a	6,7 a	7,0 a
27/04/04	6,7 a	6,5 a	7,0 a	7,2 a
10/05/04	6,7 a	6,5 a	6,5 a	6,7 a
24/05/04	6,8 a	6,7 a	6,7 a	6,8 a
09/06/04	6,7 ab	7,0 ab	6,5 b	7,2 a
23/06/04	6,2 c	6,7 ab	6,3 bc	7,0 a
05/07/04	6,5 a	6,8 a	6,3 a	7,3 a
19/07/04	6,2 a	6,5 a	6,2 a	6,8 a
02/08/04	6,3 b	6,7 ab	6,7 ab	7,0 a
25/08/04	6,3 b	6,3 b	6,7 ab	7,0 a
13/09/04	6,8 a	7,0 a	6,8 a	7,2 a
27/09/04	6,7 a	7,2 a	6,7 a	6,8 a
11/10/04	6,7 a	7,0 a	6,7 a	7,0 a
25/10/04	6,7 a	6,8 a	6,6 a	7,0 a
15/11/04	6,1 b	6,5 a	6,5 a	6,5 a
06/12/04	5,7 a	6,3 a	6,2 a	6,1 a
12/04/05	6,5 b	6,7 ab	6,7 ab	7,0 a
18/04/05	6,7 ab	6,8 ab	6,5 b	7,0 a
02/05/05	7,0 a	7,0 a	6,7 a	7,2 a
13/05/05	7,3 a	7,7 a	7,3 a	7,7 a
30/05/05	6,7 a	7,0 a	6,7 a	7,3 a
13/06/05	6,7 a	6,8 a	6,7 a	6,7 a
29/06/05	6,6 a	6,6 a	6,7 a	6,8 a
11/07/05	6,3 a	6,5 a	6,3 a	6,5 a
25/07/05	5,8 a	6,2 a	5,8 a	6,2 a

Grafico 5. Intensità di colore rilevata nel 2004 per le differenti tesi sui fairways. Valori in scala da 1 a 9 (si attribuisce la sufficienza con giudizio pari a 5).



Nessuna differenza statisticamente significativa è stata rilevata relativamente il tasso di crescita (Tabella 27.).

Tabella 27. Tasso di crescita rilevato nel triennio per le differenti tesi sui fairways. Valori in millimetri. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

<i>data</i>	<i>tesi F1</i>	<i>tesi F2</i>	<i>tesi F3</i>	<i>tesi F4</i>
19/05/03	8,5 a	8,5 a	9,5 a	8,4 a
28/07/03	12,1 a	11,1 a	11,3 a	12,5 a
10/05/04	8,1 b	8,1 b	8,9 a	8,3 ab
19/07/04	7,3 a	6,9 a	6,5 a	6,7 a
11/10/04	7,3 a	7,5 a	7,2 a	7,2 a
13/05/05	6,9 a	6,8 a	6,7 a	6,7 a

Anche per l'approfondimento radicale non sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra le tesi (Tabella 28.). Da sottolineare tuttavia la tendenza, al secondo anno, ad un maggiore sviluppo delle radici nei fairways in cui è stato impiegato tea di compost (circa un centimetro in più rispetto allo standard).

Tabella 28. Approfondimento radicale rilevato nel triennio nelle differenti tesi sui fairways. Valori in centimetri. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

<i>data</i>	<i>tesi F1</i>	<i>tesi F2</i>	<i>tesi F3</i>	<i>tesi F4</i>
19/05/03	7,28 a	6,97 a	8,47 a	8,63 a
28/07/03	3,94 a	4,43 a	4,90 a	4,77 a
06/10/03	6,56 a	7,17 a	6,57 a	5,10 a
10/05/04	6,10 a	6,30 a	7,10 a	7,20 a
19/07/04	3,80 a	4,30 a	5,10 a	4,80 a
11/10/04	3,90 a	4,40 a	4,90 a	4,80 a
13/05/05	5,90 a	5,90 a	6,30 a	5,90 a
25/07/05	6,90 a	7,40 a	7,10 a	7,00 a

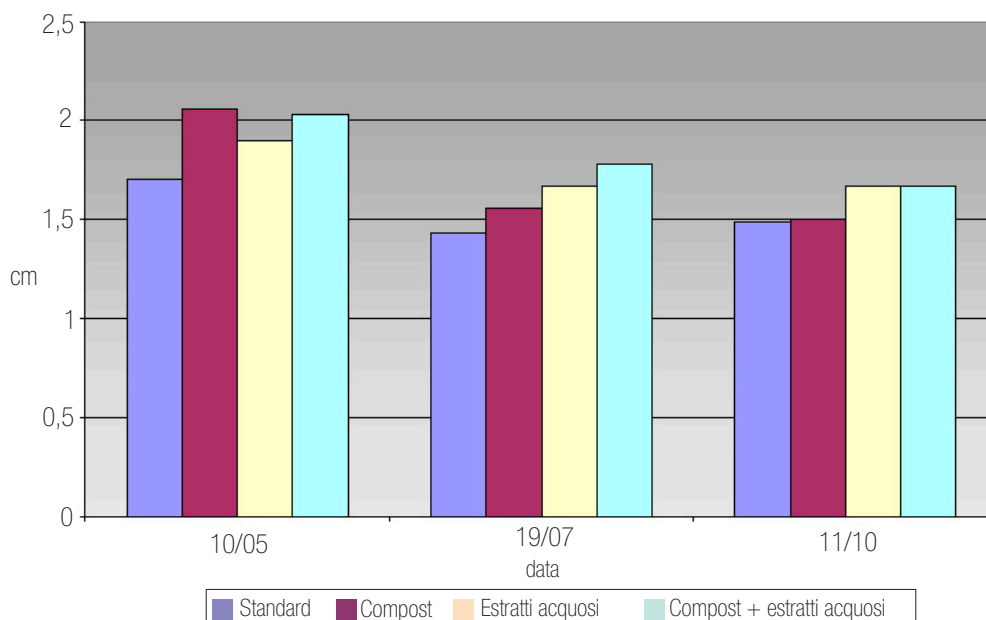
Relativamente la formazione di feltro già a partire dal primo anno è stata osservata la tendenza ad un maggiore accumulo nella tesi in cui, assieme al compost, sono stati utilizzati estratti acquosi; la conferma è giunta nel 2004 (Grafico 6.) con valori in media superiori di 2 – 4 mm rispetto alla manutenzione ordinaria del campo.

Nel corso del 2005 tale differenza ha assunto significatività statistica nel rilievo condotto a maggio (Tabella 29.).

Tabella 29. Presenza di feltro rilevata nel triennio nelle differenti tesi sui fairways. Valori in centimetri. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

<i>data</i>	<i>tesi F1</i>	<i>tesi F2</i>	<i>tesi F3</i>	<i>tesi F4</i>
19/05/03	1,73 a	2,07 a	2,13 a	2,33 a
28/07/03	1,49 a	1,53 a	1,67 a	1,67 a
06/10/03	2,06 a	2,43 a	2,60 a	2,67 a
10/05/04	1,70 a	2,10 a	1,90 a	2,00 a
19/07/04	1,40 a	1,60 a	1,70 a	1,80 a
11/10/04	1,50 a	1,50 a	1,70 a	1,70 a
13/05/05	0,90 b	1,80 ab	1,00 b	2,10 a
25/07/05	1,80 a	2,70 a	2,40 a	2,60 a

Grafico 6. Presenza di feltro rilevata nel 2004 nelle differenti tesi sui fairways. Valori in centimetri.



Nella stagione 2004 e 2005 sono stati osservati attacchi di *Sclerotinia homoeocarpa*, agente della macchia a forma di dollaro, e sono state effettuate stime visive sull'intensità del danno, impiegando una scala 1 – 9, in cui al valore 9 corrisponde la completa morte del tappeto erboso; sui fairways che hanno subito trattamenti con ammendante compostato, tea di compost od entrambi si è osservato un contenimento del patogeno tendenzialmente superiore rispetto allo standard manutentivo del campo, pur in assenza di risultati statisticamente significativi (Tabella 30.) .

Tabella 30. Attacchi di *Sclerotinia homoeocarpa* sui fairways. Giudizio in scala da 1 a 9 (si attribuisce valore 9 alla morte del tappeto erboso). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra le tesi ($p=0,05$).

<i>data</i>	<i>tesi F1</i>	<i>tesi F2</i>	<i>tesi F3</i>	<i>tesi F4</i>
19/07/04	1,7 a	1,3 a	1,3 a	1,3 a
13/05/05	1,3 a	0,7 a	1,0 a	0,3 a
25/07/05	2,0 a	2,3 a	2,3 a	1,7 a

CONCLUSIONI

I dati ottenuti nel corso della sperimentazione rivelano, da un punto di vista generale, un apprezzabile risultato delle innovazioni tecniche e metodologiche testate.

Per quanto riguarda la prova sperimentale sul green (**sottoprogetto 1**), l'introduzione nel top soil di materiale compostato e quindi rinnovabile, alternativo e sostitutivo alla torba, nello specifico ammendante compostato verde e fibra di cocco, ha fornito risultati molto positivi, garantendo per i substrati sperimentali prestazioni mai inferiori a quelle fornite dal sistema USGA tradizionale.

In fase di insediamento del prato tutte le miscele sperimentate hanno fornito risultati ottimali in termini di copertura e densità del tappeto.

Nel corso del triennio sperimentale le miscele contenenti ammendante compostato verde e/o fibra di cocco hanno permesso di mantenere valori di permeabilità del suolo elevati e sempre superiori a 100 mm/h, fornendo una prestazione più costante nel tempo rispetto alla miscela sabbia e torba, che ha evidenziato per contro un decremento superiore al 75%.

Meno influente è invece risultato l'effetto delle matrici innovative sulla fertilità chimica del substrato, anche in relazione alla bassa percentuale di impiego delle stesse.

Tuttavia le maggiori dotazioni di azoto totale e fosforo assimilabile rilevate nelle miscele contenente ammendante compostato verde trovano riscontro anche nella colorazione più intensa e nell'aumento dell'approfondimento radicale rilevato per il tappeto erboso presente su questa tipologia di top soil, caratteristiche che possono contribuire a indurre maggiore resistenza ad eventuali stress idrici e termici.

L'assenza di azoto nitrico nelle acque di percolazione dei green, risultato positivo e comune a tutte le parcelle sperimentali, è conseguenza del basso livello di concimazione adottato sui campi del circolo, che garantisce comunque condizioni vegetative del tappeto erboso ottimali.

Ulteriori approfondimenti e verifiche dovranno essere effettuate sulla resistenza al calpestamento e compattamento delle miscele contenente compost e fibra di cocco.

I risultati complessivamente positivi ottenuti sui greens hanno del resto da subito convinto gli stessi consulenti tecnici di Arzaga, tanto che l'utilizzo di ammendante compostato verde in sostituzione della torba è stato adottato anche in vivaio e sui tees di nuova realizzazione, introducendo percentuali di utilizzo di compost all'interno della miscela fino anche al 20%.

Anche l'USGA ha di recente introdotto il compost fra i materiali utilizzabili nella realizzazione di nuovi impianti (greens), riconoscendo ufficialmente il valore di questa matrice che ha il pregio della rinnovabilità.

Un maggiore approfondimento necessita invece l'utilizzo in top dressing sui fairways degli ammendanti compostati e loro derivati (**sottoprogetto 2**).

I risultati ottenuti nel corso della sperimentazione forniscono diverse indicazioni, talora positive, alle volte negative.

L'utilizzo in top dressing dell'ammendante compostato verde, con o senza l'abbinamento della distribuzione degli estratti acquosi ottenuti da ammendante compostato misto (tea di compost), ha permesso di mantenere costante, o addirittura di accrescere, la dotazione nel suolo di sostanza organica ed azoto totale; al contrario il solo utilizzo di tea di compost non garantisce nessun miglioramento rispetto alla gestione ordinaria di riferimento.

Il mantenimento della frazione organica di un suolo influisce direttamente sui parametri di fertilità chimica dello stesso e, conseguentemente, sullo sviluppo equilibrato delle essenze vegetali su di esso ospitate. Ne è prova il fatto che molti dei rilievi qualitativi effettuati sul tappeto erboso hanno fornito indicazioni concordanti con quelle emerse dai dati di fertilità del suolo: la colorazione del tappeto erboso trattato con ammendante compostato verde, con o senza tea di compost, è risultata, soprattutto all'inizio dell'attività vegetativa, significativamente superiore rispetto allo standard di riferimento ed anche l'approfondimento radicale è talvolta risultato tendenzialmente maggiore, soprattutto nel corso del secondo anno.

Analoghi risultati emergono dall'analisi della dotazione del suolo di potassio scambiabile: con l'utilizzo di ammendante compostato verde si sono ottenuti valori significativamente più elevati, mentre l'impiego del solo tea di compost non fornisce apprezzabili risultati. Questi dati emergono chiaramente dalle analisi effettuate sui prodotti utilizzati, tal quale o come estratto acquoso: i quantitativi di ammendante compostato verde distribuiti annualmente sui fairways apportano più di 3,50 g/m² di potassio, mentre ininfluenti risultano gli apporti ottenuti dal tea.

Per quanto riguarda l'eventuale azione repressiva del compost nei confronti delle principali malattie fungine dei tappeti erbosi, la sperimentazione non ha potuto fornire dati significativi, in quanto nel corso della prova sperimentale non si sono osservati attacchi di ragguardevole entità; tuttavia, dai pochi dati ottenuti si è osservato un contenimento dei patogeni tendenzialmente superiore nei fairways trattati con compost, tal quale o in forma di estratto acquoso. Si ritiene comunque che questo specifico argomento necessiti di ulteriori approfondimenti e verifiche.

Tuttavia, come precedentemente accennato, le innovazioni introdotte hanno portato anche alcuni aspetti negativi. La distribuzione di ammendante compostato verde in aggiunta al tea di compost ha causato la formazione di un maggiore spessore di feltro, valore che ha assunto significatività statistica nel corso del terzo anno sperimentale; dall'osservazione dei singoli dati rilevati nelle differenti tesi si ritiene che questo fattore sia maggiormente influenzato dall'applicazione dell'ammendante compostato verde più che dal tea di compost.

Altro aspetto negativo ha riguardato la permeabilità dei campi: lo staff tecnico del Golf Club ha rilevato nel corso del 2004 la sensazione di una diminuita capacità di drenaggio dei campi ammendati con compost. A tale scopo nel corso del 2005 sono state effettuate prove di velocità di infiltrazione in campo che non hanno fornito, a causa anche del numero esiguo di rilevazioni, risposte statisticamente significative, ma che hanno comunque rilevato valori tendenzialmente minori ed in costante diminuzione sui fairways trattati con tea di compost, indipendentemente dall'abbinamento o meno dell'ammendante compostato verde in top dressing.

Un ulteriore ed importante aspetto che è emerso dalle prove condotte riguarda la reperibilità nel tempo di materiale omogeneo: nel corso del triennio le caratteristiche fisico-chimiche degli ammendanti utilizzati non sono state sempre costanti, soprattutto in merito alla granulometria, spesso superiore ai 6 millimetri richiesti, ed alla stabilità biologica.

La granulometria e la stabilità del prodotto risultano caratteristiche fondamentali per l'utilizzo del materiale in top dressing su campi da golf; la presenza di materiale di granulometria superiore a 6 mm comporta il rilascio sul campo di frammenti indecomposti ed inoltre, in fase di distribuzione e nei giorni seguenti, il materiale, non completamente inodore, crea non pochi disagi agli utilizzatori del circolo.

L'utilizzo di compost in copertura ha inoltre comportato interventi più frequenti di pulizia degli irrigatori e dei tombini di scolo, rallentamento nelle prime operazioni di taglio successive la distribuzione, danni alle lame elicoidali delle attrezzature utilizzate.

Per quanto riguarda gli estratti acquosi di ammendante compostato misto (tea di compost) utilizzati da soli, il loro impiego è risultato troppo oneroso in termini di preparazione e distribuzione del prodotto, a fronte di risultati pressoché nulli: i rilievi effettuati non hanno evidenziato nessun miglioramento in termini di fertilità del suolo e qualità del tappeto erboso, segnando per contro una tendenza alla riduzione delle capacità drenanti del sistema suolo-tappeto erboso.

CONSIDERAZIONI FINALI

Le indicazioni emerse dal presente progetto sperimentale, unitamente ad altre provenienti da studi simili eseguiti all'estero, mostrano come i settori del verde tecnico, ornamentale, paesaggistico ed ambientale possano rappresentare rilevanti ambiti di sviluppo per l'utilizzo di ammendanti compostati e/o loro derivati, fino ad oggi principalmente impiegati nella preparazione di substrati colturali di tipo hobbistico e/o professionali.

In fase di realizzazione, come già anche riportato dalle specifiche USGA, il compost è, in sostituzione della torba, materiale idoneo per la preparazione di miscele adibite a top-soil per prati ad uso sportivo (in primis golf e calcio); per questo specifico settore è richiesto un prodotto di qualità eccellente in relazione alle caratteristiche fisiche (granulometria molto fine ed elevata porosità), chimiche (bassa salinità ed assenza di componenti fitotossiche), biologiche (stabilità, maturità, assenza di semi di essenze infestanti, assenza di microrganismi patogeni). Ne consegue che anche nella realizzazione di prati ed aree ad uso ricreativo ed ornamentale, nonché nelle attività di recupero ambientale, il suo utilizzo possa apportare un valore aggiunto al prodotto finale, garantendo la preparazione di substrati con caratteristiche fisiche e chimiche idonee agli scopi.

L'utilizzo del compost in fase di manutenzione è un altro aspetto di particolare interesse emerso nel corso del progetto. Senza dubbio questo materiale influisce positivamente sulla fertilità agronomica dei suoli, con beneficio per le essenze vegetali ivi ospitate e la reale possibilità di una riduzione degli apporti di concimi chimici di sintesi. La capacità di reintegrare e mantenere i livelli di sostanza organica nei suoli è una caratteristica che deve rivalutare l'impiego del compost anche in agricoltura, settore nel quale ha da sempre avuto un posto marginale e poco incisivo: basti pensare al ruolo attivo che viene oggi riconosciuto al carbonio organico del suolo quale meccanismo di sottrazione, nel bilancio complessivo, di anidride carbonica nell'atmosfera.

Come detto, l'utilizzo in top dressing in ambito golf ha sì portato a migliorare alcuni aspetti importanti delle caratteristiche del suolo, ma ha creato non poche problematiche sia di ordine tecnico che gestionale; tuttavia il disagio apportato agli utenti dei campi nei giorni successivi la distribuzione (odore, residui di materiale indecomposto) è un fattore di minore importanza nel caso di impiego su altre tipologie di superfici erbose tecniche (campi di calcio, di rugby, ippodromi) in quanto l'operazione può essere effettuata in epoche sufficientemente distanti da quelle previste per l'utilizzo da parte dei fruitori dei campi. Si ritiene inoltre che l'impiego in miscela con sabbia silicea possa diminuire gli aspetti negativi ed amplificare quelli positivi.

Un incentivo all'uso degli ammendanti compostati è dettato dalla rinnovabilità di tale risorsa, che ne esalta gli aspetti ambientali.

Tuttavia nell'utilizzo sempre più diversificato della matrice compost assume un ruolo fondamentale l'aspetto qualitativo del materiale prodotto, anche in termini di omogeneità e di costanza nel tempo.

Come ampiamente sviluppato nella premessa, gli ammendanti compostati vengono prodotti a partire da materie prime diversificate per tipologia e per periodo, con risvolti di non secondaria importanza nei percorsi produttivi e nei risultati finali.

Il controllo dei processi e del materiale in entrata ed in uscita, così come già oggi la normativa in materia prevede, risulta di fondamentale importanza per la caratterizzazione del prodotto finale e per la corretta individuazione del suo utilizzo. Per contro, i produttori sono oggi ormai in grado di poter raffinare le proprie produzioni e programmare prodotti di qualità diversificata sulla base delle specifiche richieste di utilizzo.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (2004): *USGA recommendations for a method of putting green construction*. The USGA Green Section Staff. www.usga.org

Adani F., Scaglia B. (2003): *Determinazione della stabilità biologica di rifiuti e compost con l'Indice di Respirazione Dinamico (metodo DiProVe)*. Dipartimento di Produzione Vegetale – Università degli Studi di Milano.

Amlinger F. (2000): *Composting in Europe: where do we go?* International Forum on Recycling. Madrid, 14 novembre 2000.

Barth J. (1999): *An estimation of european compost production – sources, quantities, qualities and use*. EU Compost Workshop. Vienna, 2-3 novembre 1999.

Boulter J.I., Boland G.J., Trevors J.T. (2002): *Assessment of compost for suppression of Fusarium patch and Typhula blight snow moulds of turgrass*. www.sportsturfassociation.com

Centemero M., Caimi V. (2001): *Impieghi del compost: settori di maggior rilevanza, modalità d'uso, scenari attuali di mercato*. Rimini, Settembre 2001.

Linde D.T., Hepner L.D. (2005): *Turfgrass seed and sod establishment on soil amended with biosolid compost*. HorTechnology, July-September 2005 15(3).

Nelson E. B. (2005): *Compost amendments for turfgrass disease control*. www.agresourceinc.com

Perelli, M. (2005): *Norme per la disciplina dei fertilizzanti*. VII Edizione. Arvan Ed.

Sali G. (2004): *Dimensione e prospettive del mercato dei substrati colturali*. Atti del convegno “Substrati colturali: proposte per una loro normazione”. Piacenza, 14-15 ottobre 2005

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano il dott. Sylvain Duval ed il dott. Gianluca Adorni per la collaborazione fornita alla realizzazione delle prime attività sperimentali.



RegioneLombardia
Agricoltura

Il sito della ricerca in agricoltura
www.agricoltura.regione.lombardia.it