

IMPORTANZA DEI TAPPETI ERBOSI E RUOLO DELLE *POACEAE* MACROTERME

Romano Tesi - DiPSA Università di Firenze



Introduzione

Quando si parla di tappeti erbosi ci si riferisce soprattutto a quelle superfici erbose destinate ad attività ricreative, sportive, o con funzioni ornamentali, calpestabili e non calpestabili. In ogni caso il tappeto erboso svolge funzioni molto complesse di assoluto beneficio per l'uomo e per l'ambiente (Tab. 1).

Tab. 1: Sintesi dei benefici derivanti dall'azione dei tappeti erbosi, integrati con alberi e cespugli (da Beard, 1994; Croce et al., 2006).

Tipologia di benefici	Riduzione	Aumento
Funzionali	Erosione del suolo	Depurazione e conservazione acqua
	Rumori	Sostanza organica nel terreno
	Riscaldamento del terreno e dell'aria	Trattenimento di polveri ed inquinanti dell'aria, O ₃ , CO ₂
		Produzione di O ₂
Ricreazionali	Sedentarietà	Benessere fisico
	Traumi da caduta	Salute mentale
		Sicurezza
Estetici	Percezione stress da lavoro	Apprezzamento della natura
	Impatto visivo di criticità ambientali	Qualità della vita
		Valore degli immobili

Gli ambienti ed i siti interessati ai tappeti erbosi sono molto numerosi, da quelli naturali con aree di interesse ambientale e paesaggistico a quelli tecnico-agronomici, raggruppati nel termine "inerbimenti tecnici estensivi" (Tab. 2).

La molteplicità delle utilizzazioni del tappeto erboso ha portato allo studio di soluzioni adatte alle diverse esigenze d'impiego con la scelta delle specie, dei miscugli e delle tecniche di insediamento più efficaci.

Il trasferimento del tappeto erboso dalle condizioni naturali a quelle specifiche di utilizzazione intensiva od estensiva ha portato a modifiche sostanziali nella gestione delle specie utilizzate, che vengono considerate materia di studio approfondito per conoscerne le esigenze e l'adattabilità ai diversi ambienti.

Importanti contributi sono stati forniti dalle aziende specializzate nella produzione delle sementi da prato, con la selezione di ecotipi e la produzione di ibridi, differenziati per esigenze e adattamento ad attività molto intensive come quelle sportive. In Italia nel 2003-2004 sono state importate 7000 t di sementi da tappeto erboso (Piano, 2004). Gli impianti sportivi hanno richiamato investimenti importanti per migliorare le prestazioni, la durata, la resistenza al calpestamento e le condizioni di manutenzione, tanto da prospettare anche l'impiego di tappeti sintetici o misti, vista la complessità delle esigenze che si incontrano.

Ci attendiamo quindi che il Progetto MiPAAF, di cui andremo a riferire i risultati, contribuisca a colmare quelle lacune di conoscenza che finora hanno limitato l'impiego delle specie macroterme da tappeto erboso.

Evoluzione e consistenza dei tappeti erbosi

Pur non essendo elementi destinati alla produzione dei beni primari, i tappeti erbosi svolgono un ruolo importante per il benessere dell'uomo e per la conservazione dell'ambiente.

Le "esigenze di verde" della società moderna sono particolarmente evidenti nelle grandi aree urbanizzate ove la densità della popolazione compromette l'equilibrio delle risorse naturali (suolo, acqua, aria) o quando si modifica il paesaggio attraverso opere od attività a grande impatto ambientale (strade, cave, discariche ecc.).

L'utilizzazione dei tappeti erbosi a scopo ornamentale ha origini antichissime ma si è sviluppata soprattutto quando nei giardini si iniziano a valorizzare e riprodurre gli ambienti naturali (1700-1800), in particolare con i tipici giardini naturalistici o all'inglese.

Lo sviluppo del verde funzionale, per uso sportivo, ha avuto invece inizio nel XX secolo con lo sviluppo delle attività fisiche, ricreative o competitive.

Una stima delle superfici attualmente inerbite nei diversi settori è quella mostrata in tabella 2: come si può osservare tra i tappeti erbosi sportivi prevalgono i campi calcio ed i percorsi da golf, tra quelli ornamentali e ricreativi prevalgono i giardini privati rispetto a quelli pubblici, mentre tra gli inerbimenti agrotecnici quelli estensivi ricoprono le maggiori superfici.

La organizzazione e la tutela del verde pubblico (tappeti erbosi, alberi ed arbusti) viene oggi regolamentata da apposite leggi nazionali e regionali, recepite nei regolamenti urbanistici e di tutela ambientale, in modo da raggiungere la cosiddetta sostenibilità urbana (Chiesura, 2009).

Tab. 2: Tipologia e stima delle superfici inerbite (da Reyneri et al., 2004, con modifiche).

Tipologia	Superficie (ha)
<i>Tappeti erbosi sportivi</i>	
Calcio agonistico	6400-6600
Calcio amatoriale	9500-10500
Ippodromi	2600-3000
Golf	7600-7800
<i>Tappeti erbosi ornamentali e ricreazionali</i>	
Verde scolastico	10000-12000
Parchi e verde pubblico	36000-40000
Verde privato	36000-54000
<i>Inerbimenti agrotecnici e per l'ambiente</i>	
Sci alpino e fondo	31000-38000
Inerbimenti estensivi: aree dismesse, frutteti e pascoli, strisce parafuoco, scarpate autostradali ecc.	561000-666300
Totale superfici inerbite	700100-838200



Stadio Olimpico (Roma)



Cosmopolitan Golf & Country Club (Tirrenia, Pisa)



Ippodromo di San Rossore (Pisa)



Parco pubblico (Angers, Francia)

Variazioni stagionali della crescita

I tappeti erbosi composti da specie microterme presentano una crescita distribuita prevalentemente in due stagioni (primavera ed autunno) seguendo una curva bimodale, con arresto o comunque forte rallentamento in inverno ed in estate. Con le specie macroterme si ha invece un andamento curvilineo unimodale, con picco di crescita primaverile-estiva (Tab. 3), sia per la parte aerea che per quella radicale, e riposo invernale.

Il comportamento di queste specie deriva dall'adattamento evolutivo agli ambienti di origine (climi temperati-freddi o climi caldi e mediterranei) che ha permesso di sviluppare strategie diverse di sopravvivenza ed anche un differente sistema di fissazione della CO₂ attraverso la fotosintesi.

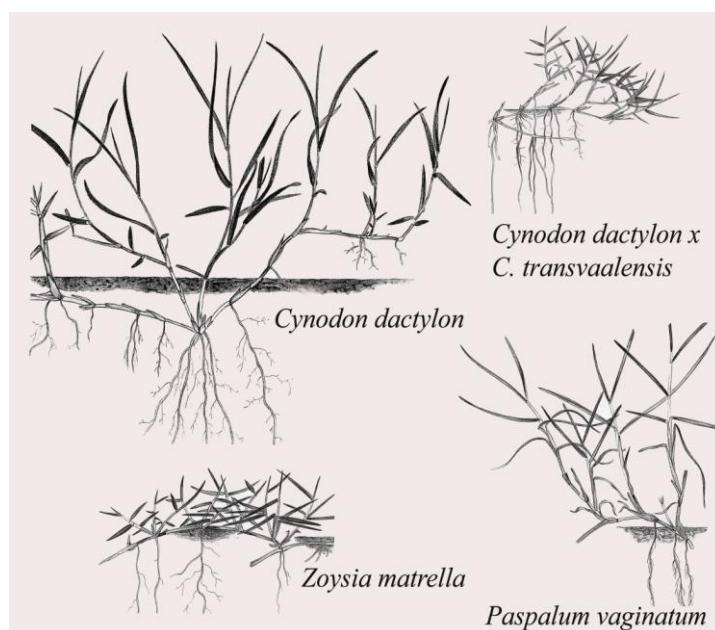
Le specie microterme fissano la CO₂ seguendo il ciclo C₃ il cui prodotto iniziale sono 2 molecole di acido 3-fosfoglicerico (PGA) con 3 atomi di carbonio. Nelle specie macroterme invece è stato sviluppato un ciclo cosiddetto C₄, in cui il primo composto della fotosintesi è l'acido oxalacetico (OAA) con 4 atomi di carbonio, che permette una maggiore efficienza nella crescita durante i periodi caldi, anche in relazione ad una ridotta fotorespirazione ed una maggiore capacità di utilizzare gli elevati livelli di intensità luminosa. Questa diversa fisiologia di crescita delle piante C₄ consente anche un minor fabbisogno di acqua per grammo di sostanza secca prodotta (Turgeon, 2002).

Il diverso comportamento delle macroterme rispetto alle microterme lascia intendere una serie di vantaggi per i tappeti erbosi destinati alle aree mediterranee calde. Tuttavia anche le specie macroterme hanno dei limiti che si manifestano nei periodi freddi quando la crescita si arresta e

le piante vanno in riposo più o meno spinto fino a manifestare ingiallimento delle foglie a 0 °C, e disseccamento al di sotto di -3, -4 °C. Le caratteristiche di accrescimento dei due gruppi non crea problemi di coesistenza, anzi un impiego combinato può offrire vantaggi non trascurabili. L'impiego delle diverse specie macro e microterme per la formazione di tappeti erbosi è sintetizzato nella tabella 3. Naturalmente l'impiego contemporaneo dei due gruppi richiede tecniche di impianto diversificate che prevedono anche periodi di semina e di trapianto differenziati.

Le specie macroterme che si adattano di più ad essere impiegate in ambiente mediterraneo sono le gramigne, già presenti allo stato spontaneo (Miele et al., 2000) ma con struttura grossolana e poco adatta a formare tappeti erbosi di qualità. Esistono però cultivar migliorate con steli più sottili (Princess 77 ad es.) oppure gli ibridi tra gramigna ed gramigna africana (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*) che pur essendo sterili, vengono propagati per stolone a formare dei cloni monostand, e possono essere vantaggiosamente impiegate nei tappeti erbosi per le caratteristiche che le contraddistinguono. Le altre specie macroterme che si possono utilizzare sono il paspalum e le zoisie (*Paspalum vaginatum*, *Zoysia japonica* e *Zoysia matrella*) di cui possiamo vedere la struttura nella Fig. 1, e successivamente le principali caratteristiche a confronto con le specie microterme.

Fig. 1: Sono messe a confronto le principali specie macroterme da tappeto erboso, mettendo in evidenza struttura e dimensioni comparative delle piante.



Tab. 3: Principali Poaceae perenni impiegate singolarmente o in miscuglio nei tappeti erbosi, distinte in macroterme (C₄) e microterme (C₃). Le figure evidenziano il ciclo di crescita durante l'anno, per le macroterme sopra e le microterme sotto.

				
Specie macroterme	Nome comune	Prati e giardini	Campi da golf	Atletica e campi sportivi
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	gramigna comune	x	x (fairway)	x
<i>Cynodon dactylon</i> x <i>C. transvaalensis</i> Burt-Davy	gramigna ibrida	x		x
<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz.	panico acquatico		x	x
<i>Zoysia japonica</i> Steud	zoisia giapponese	x	x (fairway)	
<i>Zoysia matrella</i> (L.) Merr.	zoisia di Manila	x	x (fairway)	
<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Wait.) Kuntze	gramignone	x		
				
Specie microterme	Nome comune	Prati e giardini	Campi da golf	Atletica e campi sportivi
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	capellini comuni	x	x (green, fairway, tee)	
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	capellini delle praterie	x	x (green, fairway, tee)	
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb	festuca, falascone	x	x (rough)	x
<i>Festuca rubra</i> (L.) subsp. rubra	festuca rossa	x		x
<i>Lolium perenne</i> L.	loietto inglese	x	x (tee, fairway)	x
<i>Poa pratensis</i> L.	fienarola dei prati	x	x	x

Adattamento all'ambiente e tolleranza agli stress

L'ampia disponibilità di sementi di graminacee microterme (C₃) ha portato fino ad oggi all'utilizzazione prevalente di specie, varietà e tecniche sviluppate nei Paesi del Nord Europa e del Nord America dove la cultura dei tappeti erbosi è radicata da oltre un secolo e per questo considerata all'avanguardia nel settore. Specie microterme, come per esempio *Agrostis stolonifera*, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Lolium perenne* e *Poa pratensis* sono state quindi adottate per la realizzazione di tappeti erbosi anche nel nostro paese. In particolare, sono state utilizzate varietà selezionate per ambienti a clima continentale e ciò ha determinato la breve durata di molte realizzazioni, principalmente a causa della forte stagionalità tipica del clima mediterraneo (Baldi, 2012).

La scelta della specie e delle cultivar adatte all'ambiente di utilizzazione sono, invece, di particolare importanza per il successo dell'insediamento di un tappeto erboso in quanto alcune (*Festuca* spp. e *Poa pratensis*) sono adatte a contrastare le infestanti nella prima fase della crescita (Busey, 2003).

Nelle zone di transizione tra clima temperato e tropicale secco, cioè in ambienti mediterranei, le specie microterme trovano il loro periodo ottimale di crescita nelle stagioni intermedie (autunno e primavera), quando i valori raggiunti dalle temperature e dalle precipitazioni sono in grado di soddisfare le loro esigenze. Durante il periodo estivo, invece, queste specie vanno incontro a forti stress idrici e termici che possono portare al deperimento del tappeto erboso, se non irrigate abbondantemente e con acque di buona qualità (Dudeck et al., 1993), con ingenti spese ed un uso non corretto delle risorse idriche (Volterrani et al., 1996). Quest'ultimo aspetto pone delle limitazioni all'uso delle specie microterme in ambiente mediterraneo (Romani et al., 2002), viste le problematiche legate all'aumento della popolazione ed ai cambiamenti climatici che raccomandano l'adozione di strategie di risparmio idrico e l'uso di acque di scarsa qualità (Arnell, 2004; Iglesias et al., 2007).

L'uso di graminacee macroterme (C₄), caratterizzate da crescita in altezza limitata e tolleranti il taglio basso (Miele et al., 2000), rappresenta, in molti ambienti italiani e nei Paesi che si affacciano sul Mediterraneo, una valida alternativa all'uso delle microterme e consente notevoli vantaggi di natura tecnica e ambientale soprattutto nelle zone del centro-sud, più calde e meno piovose (Volterrani et al., 1996).

a) *Limiti termici*

Le temperature necessarie nell'aria e nel terreno per la crescita dei tappeti erbosi sono indicate di seguito. Da tenere presente che la temperatura della vegetazione esposta ad irraggiamento diretto, in estate, può essere superiore anche di 7-8 °C a quella dell'aria, con problemi di termoregolazione al di sopra delle temperature ottimali (Croce et al., 2006).

Specie microterme: T minima a cui si arresta la crescita <5 °C; durante il periodo invernale resistono al freddo (-10, -15 °C). La T ottimale di crescita tra 15 °C e 25 °C; T medie ottimali nel terreno per la germinazione, 15-20°C in festuca rossa e poa pratense, 20-25 °C in *Festuca arundinacea* e loietto inglese. T massime a cui si arresta la crescita >38 °C, nel periodo estivo, con inizio di una breve fase di riposo (cosiddetta dormienza estiva).

Specie macroterme: T minima a cui si arresta la crescita <10 °C; durante il periodo invernale reagiscono al freddo prima con ingiallimento delle foglie e disseccamento della parte aerea ma sopravvivono attraverso i rizomi che vanno in riposo (cosiddetta dormienza invernale). La T minima letale varia a seconda della specie (-10 °C in *Paspalum* e -13 °C in *Zoysia* e *gramigna*). La T ottimale di crescita è compresa tra 25 °C e 35 °C, quella massima intorno a 40°C. Le T medie ottimali del terreno per la germinazione, sono di 25-30°C per *gramigna* e *zoisia*. In Toscana le semine del *Cynodon dactylon* possono iniziare in aprile lungo la costa ed in maggio nelle aree interne, con velocità di germinazione dipendente dalle temperature raggiunte nel terreno (T min. del terreno > 20 °C).

A livello specifico la resistenza al freddo prevede la seguente scala decrescente: *Agrostis stolonifera*, *Agrostis tenuis*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*, *Zoysia* spp. e *Cynodon dactylon* (Croce et al., 2006). Per la resistenza al caldo invece abbiamo ai primi posti le macroterme, sempre in ordine decrescente: *Zoysia* spp., *Cynodon dactylon*, *Stenotaphrum secundatum*, *Paspalum vaginatum*, *Festuca arundinacea*, *Festuca pratensis*, *Poa pratensis*, *Agrostis stolonifera*, *Agrostis tenuis*.

Un problema riguardante le specie macroterme, è la dormienza invernale (Volterrani et al., 2001; Croce et al., 2004; Geren et al., 2009). Le macroterme, infatti, quando le temperature scendono sotto i 10 °C, vanno incontro ad un progressivo declino del tasso di crescita e le piante entrano in riposo (dormienza invernale), perdendo completamente la clorofilla e assumendo una colorazione marrone, poco attraente. Questa fase può durare da 3 a 5 mesi in funzione della specie, della varietà, dell'andamento delle temperature, della latitudine e

dell'altitudine e termina quando la temperatura media del terreno raggiunge i 10 °C (Croce et al., 2006). Le zoisie, ed in particolare *Zoysia tenuifolia* e la zoisia ibrida Emerald, hanno un periodo di dormienza assai breve, 1-2 mesi in gennaio-febbraio (Volterrani et al., 2004). Durante questo periodo il tappeto erboso può comunque resistere al logorio, ma è soggetto all'invasione di infestanti che riescono a colonizzare facilmente il tappeto in dormienza.

b) Fabbisogni idrici e resistenza alla siccità

La disponibilità di acqua nel terreno è un requisito fondamentale per una buona crescita del tappeto erboso e per ottenere standard elevati di qualità, anche in relazione agli elevati fabbisogni idrici derivanti da un'elevata densità colturale. Per questo l'evapotraspirazione di un tappeto erboso denso ed uniforme alto 12 cm, senza limitazioni nutrizionali e di umidità a livello radicale è preso a misura della evapotraspirazione potenziale giornaliera (ETP). Questi valori variano durante l'anno in relazione a temperatura, radiazione solare ed U.R., tipici dei diversi climi, ed inoltre con la fase di accrescimento della coltura e la specie considerata, vanno a determinare il fabbisogno della coltura attraverso il coefficiente colturale (Kc). Il fabbisogno idrico giornaliero del tappeto erboso è quindi uguale a $ETP \times Kc$.

Nella tabella 4 sono riportati i valori della ETP in mm di acqua per giorno nel periodo di maggiore fabbisogno idrico (estate) in relazione alle diverse specie da tappeto erboso, per mettere in evidenza le differenze di esigenza delle specie impiegate nei tappeti erbosi.

Tab.4: Fabbisogno idrico (ETP giornaliera in mm) nelle specie macroterme e microterme da tappeto erboso (Beard, 2002).

ETP	Microterme	Macroterme
<6		<i>Buchloe dactyloides</i>
6-7		<i>Cynodon ibridi</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Zoysia spp.</i>
7-8,5	<i>Festuca longifolia</i> <i>Festuca rubra</i>	<i>Paspalum notatum</i> <i>Paspalum vaginatum</i> <i>Stenotaphrum secundatum</i>
8,5-10	<i>Lolium perenne</i>	
>10	<i>Agrostis stolonifera</i> <i>Festuca arundinacea</i> <i>Poa pratensis</i> <i>Lolium multiflorum</i>	

La diversità tra i due gruppi di specie è evidente. L'ETP passa da un minimo di 6 nelle macroterme ad un massimo di 10 nelle microterme. Inoltre il Kc passa da 0,70, nelle macroterme a 0,80 nelle microterme (Beard, 2002).

Pertanto le specie macroterme, dopo l'insediamento, presentano minori consumi idrici (Croce et al., 2006) e possono sopravvivere nel periodo estivo, mantenendo una buona qualità, anche con irrigazioni ridotte o nulle, permettendo di risparmiare dal 20% al 45% di acqua (Kim e Beard, 1988; Volterrani et al., 1996); questo anche grazie all'approfondimento dell'apparato radicale che può raggiungere i 2 m nei *Cynodon dactylon* e *Paspalum vaginatum* e 30-50 cm nelle specie microterme (Croce et al., 2004; Duple, 2004).

La maggiore resistenza agli stress idrici (Tab. 5), oltre che all'approfondimento delle radici, è legata alla presenza di abbondanti peli e rivestimenti cerosi sulle foglie e a vari meccanismi fisiologici che consentono a queste piante di sopportare intense disidratazioni dei tessuti (Kim e Beard, 1988; Beard, 1989).

Tab. 5: Tolleranza alla siccità delle specie microterme e delle specie macroterme da tappeto erboso (Duple, 2004).

Giudizio	Microterme	Macroterme
Superiore		<i>Cynodon</i> ibridi <i>Cynodon dactylon</i>
Eccellente		<i>Paspalum vaginatum</i> <i>Paspalum notatum</i> <i>Zoysia</i> spp.
Buona		<i>Stenotaphrum secundatum</i>
Media	<i>Festuca arundinacea</i>	
Sufficiente	<i>Agrostis stolonifera</i> <i>Festuca longifolia</i> <i>Festuca rubra</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Poa pratensis</i>	
Scarsa o molto scarsa	<i>Poa annua</i> e <i>Poa trivialis</i>	

c) Tolleranza alla salinità

Le specie macroterme sono più tolleranti alle elevate concentrazioni saline del suolo e delle acque d'irrigazione, rispetto alle microterme (Tab. 6) e possono essere irrigate anche con acque reflue mantenendo un'elevata qualità estetica e buone prestazioni (Dudeck e Peacock, 1993;

Francois, 1988; Harivandi e Marcum, 2008).

Recenti esperienze condotte nell'ambito di questo progetto hanno confermato che *Paspalum* e *Cynodon* sono le specie da prendere in considerazione in caso di problemi di salinità (Nannicini et al., 2012). Però non devono essere trascurate anche le differenze a livello varietale come hanno messo in evidenza gli studi di Marcum e Pessaraki (2006) su *Cynodon dactylon* e *Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis* e quelle di Lee et al. (2002) su *Paspalum*. I dati acquisiti in questo progetto hanno messo in evidenza una elevata tolleranza alla salinità in *Cynodon dactylon* cv Princess 77, ed in *Paspalum vaginatum* cv Sea Isle 2000.

Tab.6: Tolleranza relativa alla salinità nelle specie macroterme e microterme da tappeto erboso (Marcum, 1994).

C.E. del terreno (dS/m)	Microterme	Macroterme
>18		<i>Paspalum vaginatum</i>
12-18		<i>Cynodon</i> spp. <i>Zoysia matrella</i> <i>Stenotaphrum secundatum</i>
8-12	<i>Agrostis stolonifera</i> (var. <i>palustris</i>)	<i>Zoysia japonica</i>
4-8	<i>Festuca arundinacea</i> <i>Lolium perenne</i>	
<4	<i>Poa pratensis</i> <i>Agrostis tenuis</i> <i>Poa annua</i> <i>Festuca rubra</i>	

d) Resistenza al logorio

Le specie macroterme sono caratterizzate da abbondante produzione di stoloni e rizomi. Questi conferiscono al tappeto erboso maggiore resistenza all'usura e grande capacità di recupero (Trenholm et al., 1998; Croce et al., 2006), rendendole adatte anche per la realizzazione di superfici ad intenso utilizzo, come quelle sportive.

Trasemina

Dove le macroterme impiegate per formazione dei tappeti erbosi il problema della dormienza

invernale può essere facilmente risolto attraverso la trasemina, cioè la semina di specie microterme su un tappeto già esistente di macroterme; la microterma fornisce la colorazione verde e protegge la specie in dormienza dalle basse temperature e dall'invasione delle infestanti (Volterrani et al., 2000 e 2001; Croce et al., 2006).

Quella della trasemina è una tecnica molto usata negli Stati Uniti, anche in zone dove gli inverni sono più freddi di quelli mediterranei (Volterrani et al., 2000 e 2004).

Il momento ottimale per seminare la microterma si verifica quando il tasso di crescita della macroterma inizia a diminuire. Trasemine anticipate potrebbero portare ad un fallimento, a causa della competizione esercitata dalla specie già esistente nei confronti della specie appena traseminata. Allo stesso tempo, ritardare troppo questa operazione potrebbe rallentare l'insediamento della microterma, a causa delle temperature troppo basse (Croce et al., 2006).

La trasemina inoltre dovrebbe favorire la transizione primaverile, cioè la ripresa vegetativa della specie macroterma in primavera. Ma primavere fresche e miti ostacolano questo passaggio, continuando a favorire lo sviluppo delle microterme che competono con la macroterma per luce, nutrienti e acqua (Volterrani et al., 2000 e 2004).

Per stimolare la crescita della macroterma e inibire la microterma è opportuno intervenire con concimazioni appropriate (ricche di azoto solubile) per fornire i nutrienti necessari e tagli bassi per favorire il riscaldamento del suolo.

Anche la scelta della specie da traseminare è di fondamentale importanza: Volterrani et al. (2001) hanno messo in evidenza che, tra le varie microterme, *Lolium perenne* è ottimo per la trasemina su *Cynodon dactylon*, *Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis* e *Paspalum vaginatum* perché è rapido nella germinazione e nell'insediamento, ha tessitura fine, buona resistenza alle malattie e intensa attività vegetativa durante l'inverno. Ottimi risultati sono stati raggiunti anche con *Lolium multiflorum* che, al contrario del *Lolium perenne*, ha scarsa persistenza primaverile e quindi favorisce la ripresa della macroterma (Volterrani et al., 2004).

Risultati acquisiti con le specie macroterme

A partire dagli anni '90 sono state condotte molte sperimentazioni volte a valutare l'adattabilità delle specie macroterme per la realizzazione di tappeti erbosi tecnici, ornamentali e sportivi nel centro e nel sud Italia; le specie più idonee sono risultate *Cynodon dactylon* e *Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis* per la loro densità e velocità d'insediamento, *Zoysia* spp. per la

qualità estetica e la tolleranza al freddo e *Paspalum vaginatum* per la resistenza alla siccità e alla salinità. *Buchloe dactyloides*, *Pennisetum clandestinum* e *Stenotaphrum secundatum* sono risultate poco adatte perché, oltre ad avere scarsa qualità, subiscono ingenti danni da freddo (Geren et al., 2009; Miele et al., 2000). Varie sperimentazioni (De Luca et al., 2008) volte a valutare l'adattabilità delle macroterme anche nel nord Italia per la realizzazione dei *fairways* nei campi da golf hanno messo in evidenza che *Paspalum vaginatum* e *Pennisetum clandestinum* non risultano idonee, in quanto hanno subito forti danni da freddo nel primo anno di sperimentazione ed essendo morte nel corso del secondo (prove condotte ad una latitudine di 45°42'N, 11°86'E). Gli ibridi di gramigna (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*) e le zoisie sono risultati i più adatti. Tra le gramigne 'Tifway 419' ha mostrato buona colorazione, elevata densità e una particolare velocità nell'insediamento (100% di copertura dopo 50 giorni dall'impianto). Le *Zoysia* spp., pur essendo lente nell'insediamento, entrano in dormienza più tardi, circa un mese dopo la prima gelata, e anticipano la ripresa vegetativa di una settimana rispetto alle altre macroterme.

Prove condotte in Turchia hanno confermato l'adattabilità di *Cynodon dactylon*, *Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*, *Zoysia* e *Paspalum vaginatum* alle condizioni mediterranee (Geren et al., 2009; Severmutlu et al., 2011).

Alcune ricerche sono state condotte anche al fine di valutare l'adattabilità delle diverse cultivar alla tecnica di propagazione. Le cultivar a propagazione vegetativa, soprattutto se ibride, sono risultate migliori rispetto a quelle da seme per colore, tessitura fogliare, habitus di crescita, densità, rapidità di crescita e prestazione (Miele et al., 2000; Croce et al., 1999 e 2001).

Purtroppo, fino a non molti anni fa, la scarsa disponibilità di fonti di materiale di propagazione vegetativa (presenti prevalentemente negli Stati Uniti) ha contribuito all'utilizzo nelle regioni del Mediterraneo di varietà da seme (Croce et al., 2004), che solo recentemente sono state sottoposte a miglioramento genetico. Tra le varie cultivar di gramigna da seme migliorate 'Princess 77' (*Cynodon dactylon*) è quella che ha permesso di raggiungere standard qualitativi paragonabili alle gramigne ibride propagate per via vegetativa (Croce et al., 1999 e 2001).

In particolare nell'Italia centrale le ricerche svolte dal Centro Ricerche Tappeti Erbosi Sportivi hanno accertato che soprattutto nelle aree litoranee possono essere realizzati tappeti erbosi con specie graminacee macroterme anche senza ricorrere all'impianto di irrigazione ed in terreni con elevato contenuto di sali (Volterrani et al., 1996).

Bibliografia

- Arnell N.W. (2004). Climate change and global water resources: SRES emissions and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change* 14(1):31-52.
- Baldi A. (2012). *Gestione in vivaio di Cynodon dactylon x C. transvaalensis cultivar Patriot*. Tesi di Dottorato XXIV Ciclo, Università di Firenze.
- Beard J.B. (1989). Turfgrass water stress: drought resistance components, physiological mechanisms, and species-genotype diversity. *Proceedings of the 6th International Turfgrass Research Conference*. Tokio, Japan: 23-28.
- Beard J.B. (1994). The role of turfgrasses in environmental protection and their benefits to humans. *J. of Environm. Quality* 23(3):1-16.
- Beard J.B. (2002). *Turf management for golf course*. 2nd edition. Ann Arbor Press.
- Busey P. (2003). Cultural management of weeds in turfgrass: A review. *Crop Sci.* 43:1899-1911.
- Chiesura A. (2009). *Gestione ecosistemica delle aree verdi urbane: analisi e proposte – ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale*.
- Croce P., De Luca A., Mocioni M., Volterrani M., Beard J.B. (1999). Seeded and vegetatively propagated cultivar comparison within both Cynodon and Zoysia species. *4th International Herbage Seed Conference*, Perugia, Italy, 47-52.
- Croce P., De Luca A., Mocioni M., Volterrani M., Beard J.B. (2001). Warm-season turfgrass species and cultivar characterizations for a mediterranean climate. *Int. Turfgrass Soc. Res. J.* 9:855-859.
- Croce P., De Luca A., Mocioni M., Volterrani M., Beard J.B. (2004). Adaptability of warm season turfgrass species and cultivars in a Mediterranean climate. *Acta Hort.* 661:365-368.
- Croce P., De Luca A., Falcinelli M., Modestini F.S., Veronesi F. (2006). *Tappeti Erbosi. Cura, Gestione e Manutenzione delle Aree Verdi Pubbliche e Private*. Edagricole, Bologna.
- De Luca A., Volterrani M., Gaetani M., Grossi N., Croce P., Mocioni M., Lulli F., Magni S. (2008). Warmseason turfgrass adaptation in northern Italy. *1st European Turfgrass Society Conference Proceedings, May 19-20*, 75-76.
- Duble R.L. (2004). *Turfgrasses: their management and use in the southern zone*. Texas A&M University Press, U.S.A..

- Dudeck A.E., Peacock C.H. (1993). Salinity effects on growth and nutrient uptake of selected warm-season turf. *Int. Turfgrass Soc. Res. J.* 7:680-686.
- Dudeck A.E., Peacock C.H., Wildmon J.C. (1993). Physiological and growth responses of St. Augustinegrass cultivars to salinity. *HortScience* 28:46-48.
- Francois L.E. (1988). Salinity effects on three turf bermudagrasses. *HortScience* 23:706-708.
- Geren H., Avcioglu R., Curaoglu M. (2009). Performances of some warm-season turfgrasses under Mediterranean conditions. *African J. Biotechnology* 8(18):4469-4474.
- Harivandi M.A., Marcum K.B. (2008). A review of salt tolerance among sports field turfgrasses. *Acta Hort.* 783:159-162.
- Lee G., Duncan R.R., Carrow R.N. (2002). Initial selection of salt-tolerant seashore paspalum ecotypes. *USGA Turfgrass and environmental res. online.* 1(11):1-7.
- Iglesias A., Garrote L., Flores F., Moneo M. (2007). Challenges to manage the risk of water scarcity and climate change in the Mediterranean. *Water Resource Management* 21:775-788.
- Kim K.S., Beard J.B. (1988). Comparative turfgrass evapotranspiration rates and associated plant morphological characteristics. *Crop Sci.* 28:328-331.
- Marcum K.B. (1994). Salt-tolerance mechanisms of turfgrasses. *Golf Course Management* 9: 55-59.
- Marcum K.B. e Pessaraki M. (2006). Salinity tolerance and salt gland excretion efficiency of bermudagrass turf cultivars. *Crop. Sci.* 46:2571-2574.
- Miele S., Volterrani M., Grossi N. (2000). Warm season turfgrasses: results of a five years study in Tuscany. *Agricoltura Mediterranea* 130:169-202.
- Nannicini M., Lenzi A., Baldi A., Pardini A., Tesi R. (2012). Response of bermudagrass and seashore paspalum to increasing salinity levels. 3rd European Turfgrass Conference, Bioforsk Fokus 7(8):26-27.
- Piano E., (2004). Inerbimenti e tappeti erbosi nella realtà italiana: motivazioni e finalità per lo sviluppo della ricerca. *Atti del Convegno Inerbimenti e tappeti erbosi per l'agricoltura, l'ambiente e la società. Salsomaggiore terme,* 5-31.
- Romani M., Piano E., Pecetti L. (2002). Collection and preliminary evaluation of native turfgrass accessions in Italy. *Genetic Resources and Crop Evaluation* 49:341-348.
- Reyneri A., Brun F., Bruno G., (2004) - Rilevanza agronomica ed aspetti economici di

- inerbimenti tecnici e tappeti erbosi in Italia. *Atti del Convegno "Inerbimenti e tappeti erbosi per l'agricoltura, l'ambiente e la società"*, Lodi 23-25 novembre 2004, pp. 33-43.
- Severmutlu S., Mutlu N., Shearman R.C., Gurbuz E., Gulsen O., Hocagil M., Karaguzel O., Heng-Moss T., Riodan T.P., Gaussoin R.E. (2011). Establishment and turf qualities of warm-season turfgrasses in the mediterranean region. *HortTec*. 21(1):67-81.
- Trenholm L.E., Carrow R.N., Duncan R.R. (1998). Paspalum vs. bermudagrass: which is more traffic tolerant? *Golf Course Management* 66:61-64.
- Turgeon A. J. (2002). *Turfgrass management*. Prentice Hall, New Jersey, U.S.A. VI edizione.
- Volterrani M., Pardini G., Grossi N., Gaetani M., Miele S., Pietrini E. (1996). Valutazione dell'adattabilità di specie graminacee macroterme da tappeti erbosi alle condizioni ambientali dell'Italia centrale. *Italus Hortus* 3:10-16.
- Volterrani M., Gaetani M., Miele S. (2000). La trasemina autunnale di specie microterme su tappeti erbosi realizzati con *Paspalum vaginatum* Swartz e *Cynodon dactylon* x *transvaalensis* Burt. Davy. *Rivista di Agronomia* 34:28-34.
- Volterrani M., Miele S., Magni S., Gaetani M., Pardini G. (2001). Bermudagrass and Seashore paspalum winter overseeded with seven cool-season turfgrasses. *Int. Turfgrass Soc. Res. J.* 9(2):957-961.
- Volterrani M., Gaetani M., Magni S., Miele S. (2004). Bermudagrass autumn overseeding with annual ryegrass. *Acta Hort.* 661:353-356.