



Dipartimento di Produzione Vegetale  
XX ciclo del Dottorato di Ricerca in Ortoflorofruitticoltura  
Settore scientifico-disciplinare: AGR-02

Tesi di dottorato

**Studio dell'influenza di diversi livelli di carenza idrica sulla qualità di tappeti erbosi di *Festuca arundinacea* Schreb. e *Cynodon dactylon* (L.) Pers.**

Coordinatore del corso  
Prof. Alberto Graifenberg

Relatore  
Prof. Francesco Rossini

Correlatore  
Prof. Carlo F. Cereti

Dottorando  
Dr. Roberto Ruggeri

## Abstract

### **Studio dell'influenza di diversi livelli di carenamento idrico sulla qualità di tappeti erbosi di *Festuca arundinacea* Schreb. e *Cynodon dactylon* (L.) Pers.**

Nell'ambiente mediterraneo, al fine di mantenere una buona qualità del tappeto erboso durante la stagione estiva, gli interventi irrigui sono notevoli e dispendiosi.

Di conseguenza, un'attenta gestione dell'acqua influenza notevolmente due importanti aspetti del sistema tappeto erboso: economicità ed eco-compatibilità.

La risoluzione di questo duplice problema è l'oggetto della presente ricerca.

Lo studio è stato condotto per determinare i quantitativi di acqua necessari per una crescita regolare e per un buon aspetto estetico di due specie da tappeto erboso: *Festuca arundinacea* e *Cynodon dactylon*.

Sono stati confrontati 5 livelli di reintegro dell'Evapotraspirazione Massima (ETM):

1. reintegro giornaliero del 60% dell'ETM
2. reintegro periodico (due volte a settimana) del 60% dell' ETM
3. reintegro giornaliero del 40% dell'ETM
4. reintegro periodico (due volte a settimana) del 40% dell' ETM
5. 0% dell' ETM

I dati raccolti durante due anni indicano che un reintegro periodico del 60% è la soluzione migliore, perché consente di ottenere un sufficiente aspetto estetico globale, non significativamente differente dalla restituzione giornaliera, anche in condizioni climatiche estremamente aride.

*Cynodon dactylon* si è dimostrata essere più adatta della *Festuca arundinacea* quando lo stress idrico perdura per lunghi periodi, mentre la specie microterma possiede una buona capacità di recupero appena le condizioni climatiche diventano meno severe.

Si è calcolato che il risparmio d'acqua è stato, per ogni stagione irrigua, circa 65 mm nel 2006 e 132 mm nel 2007.

## **Study of Different Levels of Water Supply Reduction on quality of *Festuca arundinacea* Schreb. and *Cynodon dactylon* (L.) Pers. turfgrasses.**

In the Mediterranean environment, in order to maintain a good turfgrass quality during summertime, irrigation supplies are considerable and expensive.

Consequently, prudent water management greatly influences two important aspects of turfgrass system: economy and eco-compatibility.

The solution of this double issue is the aim of the present research.

The study has been conducted to determine water amounts required for a regular growth and good aesthetic appearance of two turfgrass species: *Festuca arundinacea* and *Cynodon dactylon*.

Five restoration levels of Maximum Evapotranspiration (ETM) have been compared:

1. Daily restoration of 60% of ETM
2. Periodical restoration (two times a week) of 60% of ETM
3. Daily restoration of 40% of ETM
4. Periodical restoration (two times a week) of 40% of ETM
5. 0% of ETM

The data collected during two years indicate that a periodical replenishment equal to 60% of water deficit is the best solution, because it allows to obtain a sufficient aesthetic general appearance, not significantly different by daily restoration, also in the extremely dry climate conditions.

*Cynodon dactylon* results more suitable than *Festuca arundinacea* when water stress lasts for a long period, while the cool-season specie has a good aesthetic renewal as soon as climatic conditions become less severe.

Water savings have been calculated to be approximately 65 mm per irrigation-season during 2006 and 132 mm during 2007.

# INDICE

1.	<b>Introduzione.....</b>	<b>4</b>
1.1	Aspetti storici, geografici e culturali dei tappeti erbosi.....	4
1.2	Tipologie e funzioni dei diversi inerbimenti.....	9
1.3	Il tappeto erboso e l'ambiente.....	14
1.3.1	L'acqua.....	16
1.3.2	Il suolo.....	18
1.3.3	La biodiversità.....	18
1.3.4	Il paesaggio.....	19
1.4	Le specie da tappeto erboso.....	20
1.5	Scopo della ricerca.....	22
2.	<b>Materiali e metodi.....</b>	<b>25</b>
2.1	Allestimento della prova sperimentale.....	25
2.1.1	Operazioni colturali pre-semina.....	28
2.1.2	Semina.....	29
2.1.3	Impianto di irrigazione.....	30
2.2	Andamento climatico durante la sperimentazione.....	32

2.3	Specie e varietà da tappeto erboso in prova.....	35
2.3.1	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb. ....	37
2.3.2	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. ....	41
2.4	Gestione della prova sperimentale.....	45
2.4.1	Concimazione.....	45
2.4.2	Irrigazione.....	46
2.4.3	Taglio.....	47
2.4.4	Lotta alle infestanti.....	48
2.5	Caratteri rilevati e modalità di rilievo.....	52
2.5.1	Aspetto estetico globale.....	52
2.5.2	Colore.....	52
2.5.3	Densità.....	53
2.5.4	Feltro.....	53
2.5.5	Accrescimento vegetativo.....	53
2.5.6	Accrescimento radicale.....	56
2.6	Elaborazione statistica dei caratteri rilevati.....	56
3.	<b>Risultati.....</b>	<b>58</b>
3.1	Aspetto estetico globale.....	58
3.2	Colore.....	64

3.3	Densità.....	69
3.4	Feltro.....	72
3.5	Sviluppo vegetativo.....	74
3.6	Sviluppo radicale.....	79
4.	<b>Discussione e conclusioni.....</b>	<b>81</b>
5.	<b>Bibliografia.....</b>	<b>86</b>

# 1. INTRODUZIONE

## 1.1. ASPETTI STORICI, GEOGRAFICI E CULTURALI DEI TAPPETI ERBOSI

Il concetto di tappeto erboso come noi lo intendiamo oggi, ovvero come area occupata da una copertura erbacea continua più o meno stabile, si può far risalire all'epoca della domesticazione degli animali.

Infatti, le aree intorno alle abitazioni dell'uomo erano in genere tenute libere da alberi e arbusti per meglio controllare l'avvicinamento di estranei ed erano inerbite per dare pascolo agli animali addomesticati e consentire il gioco dei bambini.

Il tappeto erboso nasce quindi come mezzo per la sicurezza della famiglia e come fonte pascoliva.

La funzione estetica, che nell'odierno immaginario collettivo è la prima, se non l'unica, ragione per impiantare un tappeto erboso, trae le sue origini dai giardini che i crociati scoprirono nel vicino Oriente durante le loro spedizioni e di cui portarono in Europa i disegni con i tappeti tessuti in quell'area.

I successivi sviluppi del giardino all'italiana, comunque, diedero poco spazio al tappeto erboso, soprattutto a causa del clima mediterraneo che spinse alla ricerca dell'ombra e al risparmio dell'acqua, favorendo così l'utilizzazione di alberi e siepi nella costituzione di un utilitaristico giardino-frutteto.

Nel nord Europa al contrario, la minore luminosità, le carenze termiche, e le più frequenti precipitazioni favorirono lo sviluppo di grandi spazi e l'espansione delle coperture erbose del terreno, permettendo così l'instaurarsi di una vera e propria cultura del tappeto erboso.

La tradizione nord Europea è stata poi esportata negli Stati Uniti che oggi rappresentano il Paese nel quale l'attenzione per il tappeto erboso ha raggiunto livelli estremi, sia dal punto di vista della ricerca scientifica che da quello occupazionale. Infatti il giro di

affari collegato a questo settore è enorme e il mercato è in continua espansione (tabella 1.1).

**Tabella 1.1-** Alcuni dati relativi al settore del tappeto erboso negli Stati Uniti d'America (National Golf Foundation, 1999).

Superficie interessata da tappeti erbosi	12 milioni di ettari
Numero di cittadini che si prendono cura, in modo diretto o indiretto, del proprio tappeto erboso	56 milioni
Numero di campi da golf	16.010 (di cui 70% pubblici)
Numero di giocatori di golf	26,5 milioni (dei quali oltre il 20% gioca almeno 25 volte/anno)
Numero di campi da golf in Florida	1201
Valore del mercato dei soli fungicidi utilizzati annualmente	Oltre 90 milioni di euro
Consumo annuo di semi	163.000 tonnellate
Numero di Società che si occupano di gestione di tappeti erbosi	Circa 2.000

**Tabella 1.2-** Numero di percorsi di golf nei diversi Paesi europei (dati European Golf Association, aggiornati al 2000).

<b>Nazione</b>	<b>Numero di campi</b>	<b>Nazione</b>	<b>Numero di campi</b>
Croazia	1	Norvegia	90
Estonia	1	Finlandia	96
Slovacchia	2	Austria	108
Russia	3	Olanda	116
Grecia	5	Danimarca	130
Lussemburgo	6	Galles	159
Polonia	6	Spagna	201
Ungheria	6	Italia	216
Slovenia	10	Irlanda	388
Turchia	13	Svezia	393
Rep. Ceca	19	Francia	511
Portogallo	59	Scozia	580
Islanda	61	Germania	583
Svizzera	70	Inghilterra	1873
Belgio	76		
		Totale	5782

L'interesse per i tappeti erbosi è strettamente correlato oltre che agli aspetti storico-culturali anche a quelli economico-sociali, come si evince dalla tabella 1.2 in cui emerge il rapporto positivo che c'è tra il numero di campi da golf e la qualità della vita di un determinato Paese.

Negli Stati Uniti, i problemi legati alla gestione dei tappeti erbosi assumono anche una certa valenza politica, per il loro contributo al perseguimento della tranquillità psicologica (Hull, 1990; Roberts, 1990).

Il legame tra sport e tappeto erboso ha inizio tra la fine del XIII e l'inizio del XIV secolo, quando il gioco delle bocce diviene così popolare negli ambienti militari di Francia e Inghilterra da venir proibito per non trascurare la pratica delle armi. Anche il "bowling" nel XVI secolo viene giocato su prato e rappresenta il precursore del moderno gioco del golf. Questo sport ha origine nei Paesi Bassi (Holland's Kolf) e, se inizialmente non è che un passatempo giocato su tappeti erbosi strutturati solo dalla natura, nel XVII secolo in Scozia nascono i primi circoli di golf. Si inizia così a curare e correggere l'area dei campi da gioco.

Il golf negli ultimi quindici anni ha guadagnato una popolarità inaspettata. Nei 33 Paesi affiliati alla European Golf Association il numero dei campi è più che raddoppiato, da 2.900 nel 1985 a 5.900 nel 2002: considerati i 50-60 ettari necessari in media per ciascuno, fanno oltre 300.000 ettari di terreno coperto da tappeti erbosi.

Ma anche se il golf e il calcio in Italia sono gli sport più conosciuti cui il tappeto erboso fa da supporto, non dobbiamo dimenticare altre attività agonistiche e ludiche, più famose all'estero, nelle quali l'erba si interpone tra il terreno e l'utilizzatore, come ad esempio il football americano, il baseball, il cricket, il polo, le corse ippiche e cinofile.

E non si può tralasciare neanche il tennis visto che nel 1877 si svolse il primo torneo di Wimbledon, che ancora oggi è la più conosciuta competizione tennistica del mondo; forse proprio perché è l'unica ad essere giocata su un tappeto erboso.

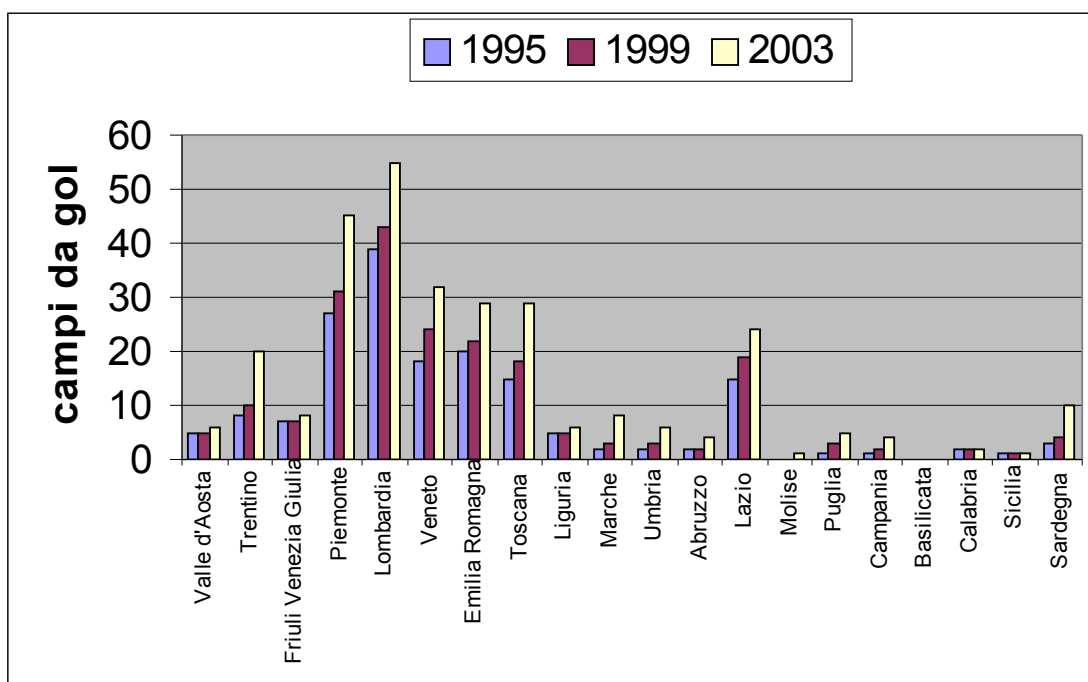
In Italia la ricerca scientifica in materia di tappeti erbosi ha accumulato un notevole ritardo nei confronti sia degli Stati Uniti che dei Paesi nord europei (Regno Unito, Francia, Germania). Tutto ciò a causa delle ragioni storico-culturali sopracitate ma anche per il disinteressamento pressoché totale del mondo agronomico, che ha lasciato per molti anni la gestione del verde ad altre figure professionali, spesso non supportate dalle necessarie conoscenze tecniche delle caratteristiche del terreno d'impianto, dell'adattamento ambientale delle diverse essenze vegetali e degli interventi per rendere il terreno stesso più adatto alla coltivazione del tappeto erboso e, in generale, alla gestione di questo.

Simbolo del "silenzio agronomico" cui è andato soggetto in Italia l'argomento tappeti erbosi è il testo del Panella dal titolo "Tappeti erbosi" del 1972: per molti anni unico, per ampiezza e completezza, nel panorama della letteratura dedicata a questa materia.

In seguito, i numerosi problemi riscontrati nei campi di calcio, spesso impiantati frettolosamente e non sempre seguendo le tecniche più idonee, il riconoscimento del tappeto erboso come "sistema culturale" (Cereti, 1993) e quindi come problema

agronomico, l'aumento del numero dei campi da golf verificatosi nel nostro Paese negli ultimi anni (figura 1.1), nonché una più diffusa sensibilità nei confronti dell'ambiente e una cresciuta disponibilità di tempo libero, hanno determinato una sempre maggiore attenzione verso l'interessante e particolare settore del verde rappresentato dai tappeti erbosi. E così anche in Italia il mercato che lo riguarda è in aumento, così come la richiesta di preparazione nel settore, recepita anche dalle Università italiane che incominciano ad offrire corsi e servizi ad hoc.

Il fatto che, pure in un momento di crisi generale nel comparto agricolo, il MiPAF abbia dedicato ai tappeti erbosi un intero progetto di ricerca, che ha coinvolto ben 27 unità operative, è significativo a questo proposito.



**Figura 1.1-** Distribuzione dei percorsi da golf sul territorio italiano (dati: M.L. Gullino e al., 2000; Federazione Italiana Golf, 2003).

## 1.2. TIPOLOGIE E FUNZIONI DEI DIVERSI INERBIMENTI

Partendo dalla definizione di tappeto erboso come prato artificiale il cui prodotto non è quello che si asporta, l'erba tagliata, ma quello che rimane sul posto, il cotico erboso

(Madison, 1981), si può capire come i diversi inerbimenti si inseriscano a pieno titolo nell'ambito agricolo, poiché sono in grado di soddisfare le necessità dell'uomo che è l'obiettivo dell'esercizio dell'agricoltura (Spedding, 1979). La stessa definizione ci permette di distinguere le diverse tipologie di tappeto erboso in base proprio alla funzione che il cotico erboso deve svolgere nelle varie situazioni. A tale diversità corrisponde ovviamente una distinta modalità di impianto e un differente livello di gestione. Didatticamente questo ci permette di riunire le coperture erbose in quattro grandi gruppi:

- tappeti erbosi tecnici;
- tappeti erbosi ornamentali;
- tappeti erbosi ricreazionali;
- tappeti erbosi sportivi.

**Tappeti erbosi tecnici** : hanno funzioni tecniche complementari a quelle principali dell'area in cui vengono installati. Sono destinati a risolvere una molteplicità di problemi, come ad esempio evitare il sollevamento della polvere negli aeroporti, stabilizzare scarpate, piste da sci o dighe in terra, consentire visuali panoramiche o di sicurezza altrimenti ostacolate da alberi e siepi, rivestire le barriere anti rumore lungo le strade o ferrovie o ancora per permettere la percorribilità degli impianti dei fruttiferi. A parte questo ultimo caso, per il quale la ricerca è iniziata da pochi anni, il tappeto erboso tecnico non subisce gravi stress da calpestamento, di conseguenza si potrebbe avere a disposizione una vasta scelta di specie per la semina. Il problema è che in questa tipologia di inerbimento si ricerca la facilità di impianto e soprattutto l'economicità della gestione. Questo ci obbliga a focalizzare la nostra attenzione sulle essenze vegetali meglio adattate all'ambiente in cui operiamo, mediante ad esempio un'osservazione della flora del luogo, poiché gli interventi di taglio, irrigazione e concimazione saranno ridotti al minimo se non addirittura evitati. Esiste inoltre l'obbligatorietà, decretata dalle Regioni, di utilizzare solo specie native.

**Tappeti erbosi ornamentali** : con questo tipo di inerbimenti si persegue una finalità estetica, prevalente come nei tappeti erbosi domestici o esclusiva come in quelli a scenario. Nei primi ovviamente il cotico deve sopportare anche un certo grado di usura (anche se limitato) dovuto allo svago familiare e di questo bisogna tener conto al momento della scelta delle specie e varietà da seminare. Per i giardini a scenario invece possiamo rivolgerci alle specie che danno i risultati estetici migliori anche se non tollerano il calpestamento poiché queste aree fanno solo da sfondo ad ambienti o luoghi di particolare interesse storico e artistico .

Comunque in entrambi i casi il livello tecnico ed economico dell'impianto e della gestione è medio-alto poiché per queste superfici erbose conta molto la sostanza del colore e la sua armonizzazione con l'ambiente, la sanità e l'uniformità del cotico, l'assenza di infestanti e la nettezza dei bordi (figura 1.2).



**Figura 1.2-** Tappeto erboso ornamentale di un centro residenziale

**Tappeti erbosi ricreazionali** : hanno lo scopo di sopportare, ai fini dell'impiego del tempo libero o di attività ricreative complementari a quelle scolastiche, una limitata presenza degli utilizzatori; è allora necessaria un'intensificazione delle cure al tappeto erboso per farlo corrispondere alle caratteristiche richieste. Generalmente in queste situazioni un cotico consolidato risponde bene al calpestamento, poiché in condizioni ambientali difficili per il tappeto erboso, pioggia, gelo, ecc., queste aree non sono frequentate. Di conseguenza le specie da utilizzare devono avere sì un certo grado di tolleranza all'usura, ma più importante è l'adattamento ambientale perché, anche in questo caso, è necessaria l'economicità della gestione. Infatti il numero di interventi di manutenzione in queste aree è determinato dai fondi che vengono destinati al verde pubblico ricreativo e di questo bisogna tener conto al momento della scelta della specie o delle specie e varietà da seminare, per evitare di impiantare un tappeto erboso esigente

in acqua, nutrienti e tagli frequenti laddove queste esigenze non possono essere soddisfatte.

**Tappeti erbosi sportivi:** sono i tappeti erbosi che presentano la maggiore intensificazione sia a livello di impianto che a livello di gestione perché devono sopportare usure elevate in ogni condizione di tempo dando anche una risposta estetica. Quest'ultima è imposta soprattutto dall'immagine televisiva come mezzo di divulgazione degli eventi sportivi. E' chiaro che in queste situazioni il fattore limitante la scelta delle specie e delle varietà da seminare non è il numero di interventi di manutenzione, che devono essere frequenti e sistematici, ma la capacità del miscuglio di tollerare lo stress da calpestamento. Si parla di tolleranza più che di resistenza perché le attività sportive, calcio e rugby in particolare, procurano comunque un danno al tappeto erboso o con lo strappo e schiacciamento dei germogli o con lo scalzamento di intere piantine o con il compattamento del terreno. Di conseguenza una totale resistenza al calpestamento è virtualmente impossibile e si deve piuttosto puntare ad una veloce ripresa del tappeto erboso mediante la rapida emissione di nuovi germogli capaci di ripristinare una buona densità che è una delle caratteristiche principali la tolleranza al calpestamento. E' per questo motivo che nei campi sportivi si utilizzano in diverse percentuali specie rizomatose capaci di coprire rapidamente parti di solo nudo con nuove strutture di crescita (figura 1.3).



**Figura 1.3-** Campo da calcio

Non bisogna poi dimenticare le numerose ed importanti funzioni svolte dal tappeto erboso in ambiente urbano :

- **Funzione ecologico-ambientale:** il verde costituisce un fondamentale elemento di presenza ecologica ed ambientale, che contribuisce in modo sostanziale a mitigare gli effetti di degrado e gli impatti prodotti dalla presenza degli edifici e dalle attività dell'uomo. Fra l'altro la presenza del verde contribuisce a regolare gli effetti del microclima cittadino attraverso l'aumento dell'evapotraspirazione, regimando così i picchi termici estivi con una sorta di effetto di "condizionamento" naturale dell'aria.
- **Funzione sociale e ricreativa :** la presenza di spazi adibiti a tappeto erboso consente di soddisfare un'importante esigenza ricreativa e sociale e di fornire un fondamentale servizio alla collettività, rendendo più vivibile una città. Inoltre la gestione del verde può consentire la formazione di professionalità specifiche e favorire la formazione di posti di lavoro.
- **Funzione igienica :** le aree verdi svolgono un'importante funzione psicologica ed umorale per le persone che ne fruiscono, contribuendo al benessere e all'equilibrio mentale (Hull, op. cit.; Roberts, op. cit.).

### 1.3 IL TAPPETO ERBOSO E L'AMBIENTE

Il tappeto erboso ha una notevole capacità di influenzare l'ambiente ad esso circostante, sia in virtù del suo carattere di permanenza, è un prato artificiale, e di mantenimento della vegetazione per tutto l'anno, sia grazie alle importanti superfici che di solito sono occupate da questa particolare copertura vegetale.

Per svolgere questo compito fondamentale però, il tappeto erboso deve trovarsi nelle migliori condizioni di vita, ovvero deve essere costituito dalle specie vegetali che meglio sono adattate al clima e al terreno del luogo dove è ubicato il sistema.

Di conseguenza il criterio di partenza per impiantare un tappeto erboso è sempre la conoscenza approfondita dell'ambiente esterno (terreno, temperatura massima e minima, piovosità, radiazione, ecc.), a cui segue la scelta della specie o delle specie da seminare.

Questo tipo di approccio ci permette di evitare molti problemi nella fase di impianto ma soprattutto nella gestione del tappeto erboso. Numerosi fallimenti sono dovuti proprio ad un errato modo di valutare il rapporto pianta-ambiente. Non si può, infatti, prima scegliere la specie e poi modificare l'ambiente esterno in modo da farle estrinsecare le sue peculiarità, perché si pagherebbe un prezzo troppo alto in termini di gestione e di impatto ambientale: notevoli volumi d'acqua per l'irrigazione, laute concimazioni, tagli

ripetuti, continuo uso di fitofarmaci. Questo prezzo può essere sopportato solo in particolari condizioni e in aree limitate, come i *green* e i *tees* dei campi da golf e alcuni impianti sportivi. E' chiaro quindi che bisogna riporre molta attenzione nell'utilizzo di materiale vegetale di importazione: non sempre, infatti, una specie o una varietà che ottiene ottimi risultati negli Stati Uniti o nel Regno Unito si comporta nello stesso modo in Italia.

Tutto ciò è tanto più vero nel nostro Paese, che per la sua particolare disposizione e caratterizzazione geografica, è costituito da una moltitudine di microclimi che obbligano ad un'accurata valutazione dell'adattamento ambientale non solo tra le diverse zone climatiche (Nord, Centro e Sud), ma anche all'interno di una stessa regione.

Se il tappeto erboso può espletare al meglio le sue funzioni vitali allora è anche in grado di modificare l'ambiente esterno, garantendo ottimi risultati dal punto di vista della vivibilità e fruibilità dell'ambiente stesso. Infatti, secondo gli studi condotti dal *Lawn Institute* degli Stati Uniti, ogni superficie coperta da un tappeto erboso ben gestito può garantire i seguenti risultati:

- Attenuazione delle variazioni di temperatura;
- Riduzione della rumorosità;
- Depurazione delle acque superficiali;
- Conservazione delle riserve idriche;
- Assorbimento di inquinanti dall'aria e dal suolo;
- Restituzione della sostanza organica;
- Ossigenazione dell'aria.

Di fondamentale importanza per la salvaguardia ambientale risulta anche il ruolo che gli inerbimenti giocano nella gestione dell'erosione e nella costituzione di fasce parafuoco. Le conseguenze di carattere ambientale che la presenza del tappeto erboso

induce in una determinata area, non sono però sempre positive e devono essere considerate anche gli aspetti e le situazioni che determinano inquinamenti di diverso genere, utilizzo massiccio di risorse limitate e modificazione ecologiche. Ovvero deve essere stimato l'impatto ambientale di un tappeto erboso.

Sotto accusa, per questo argomento, sono soprattutto gli impianti sportivi e in particolar modo i campi da golf.

Molti campi moderni, altamente specializzati e intensamente gestiti, presentano un ambiente creato artificialmente (Figura 1.4).

Questi campi hanno un valore ecologico molto modesto e possono avere impatti sull'ambiente legati sia alla fase di costruzione che a quella di manutenzione.

Le componenti ambientali su cui principalmente impatta un tappeto erboso sono: l'acqua, il suolo, la biodiversità e il paesaggio.



**Figura 1.4-** Campo da golf

### 1.3.1. L'ACQUA.

L'acqua è una risorsa solo parzialmente rinnovabile, perché il suo tasso di rinnovamento dipende dal livello delle precipitazioni locali. Per questo motivo è necessario gestire razionalmente la risorsa idrica, soprattutto quella potabile, in tutti i Paesi.

Per quanto riguarda i tappeti erbosi, l'acqua assume una notevole importanza sia nei suoi aspetti quantitativi che qualitativi.

Il consumo d'acqua rappresenta uno degli aspetti fondamentali nella gestione di una superficie inerbita. Ad esempio il *green* di un tappeto erboso deve essere irrigato seguendo alcune regole base e questo comporta l'uso di ingenti quantitativi d'acqua. Questo è un fattore cruciale per tutte quelle zone definite aride, come le regioni del Mediterraneo e quindi tutto il Centro-Sud Italia.

È difficile stabilire con accuratezza la quantità d'acqua necessaria per irrigare un campo da golf in quanto il dato varia in funzione di alcuni fattori quali l'evapotraspirazione e il tipo di suolo. Comunque, secondo la Federgolf, nelle condizioni climatiche italiane possiamo stimare un consumo medio annuo di circa 100.000 metri cubi per un impianto medio con superficie totale di circa 60-75 ettari, con un ettaro di *green* e un ettaro di *tee*, 13-14 ettari a *fairways* e circa 9-10 ettari tra campo pratica e *pre-rough*, e considerando un consumo idrico incentrato soprattutto nei mesi estivi (in particolare giugno-agosto, dove si possono prevedere sino a 24-25.000 m<sup>3</sup> di acqua consumata per ciascun mese). Nell'Italia meridionale tali consumi possono incrementare nell'ordine del 50-60% arrivando ad un consumo mensile di circa 40.000 m<sup>3</sup>. E' interessante rilevare che la quantità di acqua necessaria per irrigare un campo da golf in una giornata estiva rappresenta l'equivalente del fabbisogno di un Paese di 8.000 abitanti, nonché l'equivalente per la produzione di due tonnellate di frumento (Regione Puglia, Autorità ambiente regionale, 2003).

La quantità di risorsa idrica impiegata nelle altre tipologie di tappeto erboso è meno ingente rispetto a quella utilizzata nei campi da golf, ma comunque ragguardevole.

La valutazione dei consumi idrici assume un'importanza particolare per il nostro Paese nel quale, soprattutto negli ultimi anni, molte regioni hanno richiesto lo stato di emergenza idrica.

Un tappeto erboso può indurre forti impatti anche sulla qualità dell'acqua sotterranea, ovvero quella contenuta nella falda acquifera, in funzione della quantità di fitofarmaci necessari al suo mantenimento.

Un altro fenomeno legato alla presenza di un tappeto erboso è quello della salinizzazione della falda idrica.

Spesso accade che la costruzione di un nuovo impianto determini l'apertura indiscriminata di nuovi pozzi nelle aree costiere per assicurare la sopravvivenza della copertura erbacea e questo induce un aumento del rischio di salinizzazione della falda idrica sotterranea con ulteriori gravi rischi per l'uso potabile e agricolo.

Un esempio, in Puglia, è l'emungimento di acqua dai pozzi per l'irrigazione del campo che sorge vicino al Parco naturale delle Cesine (Acaya Golf Club), che ha determinato l'abbassamento della falda di acqua dolce e l'inizio della salinizzazione delle acque del Parco.

### 1.3.2. IL SUOLO.

L'impatto sul suolo è dovuto quasi esclusivamente all'impianto di tappeti erbosi per uso sportivo, in cui il profilo del substrato deve essere appositamente "costruito".

L'insediamento e la gestione di un campo sportivo rappresenta una delle modalità con cui l'attività antropica incrementa l'uso del suolo.

Un campo da golf a 18 buche di medie dimensioni, infatti, utilizza circa 60 ettari di suolo di cui il 50% circa richiede un'attività manutentiva di intensità medio-alta o altissima.

### 1.3.3. LA BIODIVERSITA'.

La costruzione di un tappeto erboso, andando a modificare la vegetazione e gli habitat preesistenti, comporta spesso una drastica trasformazione dell'area interessata con ricadute negative sui delicati equilibri biologici di flora e fauna presenti, sulle catene alimentari e sulle nicchie ecologiche.

Inoltre, l'utilizzo di fitofarmaci, erbicidi in particolare, determina una denaturalizzazione delle aree coinvolte, con riduzione della biodiversità esistente e ripercussioni sull'intera catena trofica che interessano anche le aree circostanti.

### 1.3.4. IL PAESAGGIO.

Accanto alla tutela della biodiversità, altrettanto importante è la tutela del paesaggio esistente.

Tappeti erbosi di grande estensione, determinano una trasformazione del paesaggio in cui si vanno ad inserire e potrebbero compromettere il delicato equilibrio ecologico dell'area in questione. L'impatto potenziale che ne deriva è pertanto dato dal degrado e distruzione della vegetazione ad opera degli interventi meccanici, dal consumo di superficie e dalla trasformazione del paesaggio ad opera delle costruzioni, del percorso e dell'infrastruttura.

Sotto accusa, per questo motivo, sono soprattutto i campi da golf.

Per mitigare gli impatti ambientali degli impianti sportivi, esistono oggi a livello europeo alcune iniziative che forniscono prassi e strumenti concreti per l'integrazione ambientale nella progettazione e gestione dei tappeti erbosi sportivi.

Uno degli strumenti tesi a minimizzare l'impatto legato all'uso del territorio e al consumo delle risorse è l'iniziativa "Impegnati nel verde": un programma di certificazione ambientale che ha lo scopo di fornire una sorta di patente di ecocompatibilità a tutti i gestori di impianti sportivi interessati ad una migliore interazione tra sport e ambiente. In Europa il programma è coordinato e gestito dall'Ecology Unit della Federazione Europea Golf, la quale ha il compito di assegnare riconoscimenti in collaborazione con un gruppo di esperti di fama internazionale provenienti da organismi indipendenti.

L'obiettivo è quello di ottenere un miglioramento continuo nel rapporto tra il golf e l'ambiente circostante sia per garantire la sostenibilità di questo sport sia per assicurare la credibilità dei professionisti che lavorano in questo settore.

Anche se il caso del golf è quello che suscita maggiore preoccupazione, anche il gioco del calcio deve affrontare il problema ambientale. Anche gli stadi, infatti, hanno il loro impatto, pur se concentrato e di superficie limitata.

#### 1.4. LE SPECIE DA TAPPETO ERBOSO

Le specie da tappeto erboso appartengono quasi tutte alla famiglia delle *Poaceae* e si dividono, a seconda dell'ambiente di origine e di elezione per il loro sviluppo in: macroterme, delle zone calde e microterme, delle zone temperate.

La classificazione botanica ascrive le macroterme alla sottofamiglia *Eragrostideae* e alle tribù che si collocano prevalentemente nelle zone in cui la temperatura minima non scende mai sotto i 10 °C (*Chloroideae*, *Zoysieae*, *Paniceae*, e *Andropogoneae*). Le specie più rappresentative di questo gruppo sono: *Buchloe dactiloides* (Nutt.) Engelm., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov., *Zoysia sp.pl.*, *Stenotaphrum secundatum* (Walt.) Kuntze. e *Paspalum vaginatum* Swartz.

Il gruppo delle specie da tappeto erboso definibili con la qualifica di microterme è sostanzialmente racchiuso all'interno della sottofamiglia delle *Festucoideae* ed in massima parte rappresentato dalle tribù delle *Festuceae*, *Hordeae* e *Agrostideae*.

Alla tribù delle *Festuceae* appartengono i generi: *Poa*, *Festuca*, *Bromus*, *Cynosurus* e *Dactylis*; alle *Hordeae* fanno capo i generi *Lolium* e *Agropyron*; nella tribù delle *Agrostideae* sono ricompresi i generi: *Agrostis*, *Ammophila* e *Phleum*.

Le microterme sono specie graminacee che si sono particolarmente adattate a crescere in climi a carattere prevalentemente freddo-umido. In linea di massima presentano un intervallo di temperature ottimali compreso fra 10 e 18 °C, per quanto concerne l'attività radicale e fra i 15 e i 24 °C, per la parte vegetativa (tabella 1.3).

**Tabella 1.3-** Cardinali termici (°C) per le specie da tappeto erboso.

	<b>Macroterme</b>	<b>Microterme</b>
Ottimo per l'apparato aereo	26-35	15-21
Ottimo per l'apparato radicale	21-29	10-18
Massimo per l'apparato aereo	49	32
Massimo per l'apparato radicale	43	25
Minimo per l'apparato aereo	18	4
Minimo per l'apparato radicale	10	1

Le specie che hanno un qualche interesse dal punto di vista del tappeto erboso sono più di una ventina e la maggior parte di esse sono di origine euroasiatica. Ciò è probabilmente dovuto al fatto che in tali continenti, la famiglia dei *Bovidae* si è differenziata per prima e ciò ha pesantemente influenzato lo sviluppo e le strutture adattative delle essenze graminacee che hanno dovuto subire il pascolamento fin dai tempi più remoti.

Le specie da tappeto erboso possono essere distinte anche in base al tipo di sviluppo, come segue:

- Specie ad habitus di crescita cespitoso (in grado di produrre esclusivamente culmi di accostamento intravaginali);
- Specie ad habitus di crescita rizomatoso (sviluppano strutture di crescita orizzontale chiamate rizomi, che crescono al di sotto della superficie del terreno);
- Specie ad habitus di crescita stolonifero (producono stoloni che corrono sulla superficie del terreno).

Molto spesso per l'identificazione delle graminacee si ricorre all'osservazione dell'infiorescenza. Per le specie da tappeto erboso, non sempre questo è possibile, in quanto la frequenza di taglio non ne consente la formazione.

Perciò è necessario osservare le strutture vegetative e in particolare:

- Prefogliazione (sistemazione della foglia più giovane all'interno della guaina della foglia precedente);
- Guaina (porzione basale della foglia che circonda il culmo);
- Ligula (estensione della guaina dopo l'inserimento della lamina);
- Auricole (parti della lamina fogliare che avvolgono il culmo);
- Lamina (è l'estensione della foglia, di cui è importante la forma, la punta e la nervatura).

## 1.5 SCOPO DELLA RICERCA

Nel corso dell'ultimo decennio, i negoziati internazionali in materia di gestione e conservazione delle risorse naturali del pianeta hanno riservato un'attenzione sempre maggiore alle risorse idriche.

L'Agenda 21, ambizioso ed elaborato programma d'azione in materia ambientale predisposto dalla Conferenza delle Nazioni Unite su ambiente e sviluppo, tenutasi a Rio de Janeiro nel giugno 1992, dedica alle risorse di acqua dolce un apposito capitolo (Capitolo 18), di cui trascrivo di seguito una parte del paragrafo 3:

La diffusa scarsità, la graduale distruzione e l'aggravato inquinamento delle risorse in acqua dolce in molte regioni del mondo, insieme alla progressiva influenza di attività incompatibili, richiedono un approccio, una pianificazione e gestione integrata delle risorse idriche. Questa integrazione deve coprire tutti i tipi di corpi idrici correlati, inclusi quelli di superficie e sotterranei, e tenere in dovuta considerazione gli aspetti quantitativi e qualitativi dell'acqua. (...)

In questo capitolo sono individuati priorità, obiettivi, attività e strumenti attuativi che gli Stati dovrebbero considerare (e seguire) per assicurare una corretta gestione delle risorse idriche a livello sia locale che globale.

Ho usato il condizionale perché Agenda 21 è uno strumento privo di valore giuridicamente vincolante a livello internazionale, non è cioè fonte di obblighi giuridici specifici per gli Stati.

Il suo valore, e quello delle dettagliate direttive contenute nel seguito del Capitolo 18, si esaurisce a livello di linee guida destinate ad orientare l'azione e la politica degli Stati in materia di uso appropriato e adeguata protezione delle risorse di acqua dolce.

Nondimeno l'impatto, anche morale, dei principi richiamati nell'Agenda 21, pensiamo soprattutto ai richiami al carattere basilare della risorsa acqua per il sostentamento della vita umana ed alla dimensione globale dei problemi connessi al suo utilizzo e conservazione, resta intatto.

Nonostante ciò, gli sprechi di risorsa idrica sul nostro pianeta sono ancora ingenti: il consumo di acqua, inteso come acqua prelevata (per usi irrigui, civili e industriali) non restituita (o restituita in forma non liquida), si aggira intorno al 15% del volume della risorsa rinnovabile e utilizzabile (Seminara, 2007).

In questo clima, sono state messe sotto accusa, le ingenti irrigazioni alle superfici a verde, sia pubblico che privato, a volte effettuate anche con acqua potabile.

Considerando però, gli innumerevoli vantaggi sociali (Beard e Green, 1994; Hull, op. cit.; Roberts, op. cit.), ambientali (paragrafo 1.2) ed economici (paragrafo 1.1) apportati dalla presenza dei tappeti erbosi, è necessario trovare un punto d'incontro tra le istanze di conservazione della risorsa idrica e la gestione delle aree verdi pubbliche e private.

La presente ricerca mira proprio a risolvere questo problema, cercando di dare una risposta concreta alla gestione dell'irrigazione dei tappeti erbosi in un mondo in cui l'acqua è sempre più una risorsa preziosa, non infinita ed emblematicamente definita "oro blu".

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1. ALLESTIMENTO DELLA PROVA SPERIMENTALE

La sperimentazione è stata realizzata presso l’Azienda Agraria Didattico Sperimentale “N. Lupori” dell’Università degli Studi della Tuscia – Viterbo, su parte di un appezzamento di 3500 m<sup>2</sup> dedicato allo studio dei tappeti erbosi.

Per le analisi chimico-fisiche del terreno (riportate nella tabella 2.1) sono stati prelevati, mediante carotaggi, 10 campioni ad una profondità di 30 cm.

**Tabella 2.1** – Caratteristiche chimico-fisiche del terreno di impianto

<b>Scheletro</b>	11,16%
<b>Argilla</b>	21,08%
<b>Limo</b>	17,39%
<b>Sabbia fina</b>	27,02%
<b>Sabbia grossa</b>	23,35%
<b>C - organico</b>	1.75%
<b>Sostanza organica</b>	3.02%
<b>pH</b>	6.7
<b>Calcare totale</b>	0%

Secondo la Società Internazionale di Scienza del Suolo (ISSS), la composizione granulometrica riportata in tabella 2.1 classifica il nostro terreno come un sabbioso-argilloso (SA).

In base alla reazione viene classificato come terreno neutro ed è, inoltre, ben dotato di sostanza organica.

Quest'ultima caratteristica è dovuta alla "precessione colturale". Il tappeto erboso preesistente, infatti, ha lasciato in campo un notevole quantitativo di residui organici, oltre ad un'ottima struttura degli aggregati particellari.

L'area interessata dalla prova era già divisa in 20 parcelle delle dimensioni di 3 m x 3 m, per una precedente sperimentazione su *F. arundinacea* cv. "Safari".

Abbiamo potuto, perciò, recuperare lo schema originario e con esso il pre-esistente impianto di irrigazione, dividendo solamente le parcelle in due parti uguali, in quanto le specie oggetto di studio, questa volta, sono state due: *Festuca arundinacea* Schreb. e *Cynodon dactylon* (L.) Pers.

Le 20 parcelle sono divise in 4 blocchi di 5 parcelle, ognuna delle quali differente per modalità di restituzione dell'acqua evapotraspirata (ETM).

Ogni parcella è, a sua volta, divisa in due sub-parcelle in modo da ospitare le specie da tappeto erboso in prova (figura 2.1).

Quindi abbiamo uno schema a parcella suddivisa ("split-plot") con due ordini di trattamenti:

- un trattamento principale costituito da cinque diverse modalità di reintegro dell'ETM (0%, 40% giornaliero, 40% periodico, 60% giornaliero, 60% periodico);
- un trattamento secondario riferito alle due specie da tappeto erboso (*F. arundinacea* e *C. dactylon*).



**Fig. 2.1** – Panoramica del campo dove si è svolta la prova sperimentale, le sub-parcelle con la gramigna si distinguono bene da quelle con la festuca perché la perdita di colore, dovuta alla dormienza invernale, è già in fase avanzata.

### 2.1.1 OPERAZIONI COLTURALI PRE-SEMINA

I lavori di preparazione del terreno su cui è stata effettuata la sperimentazione hanno avuto inizio nella primavera del 2005.

Si è dovuto eliminare il tappeto erboso esistente, mediante diserbo non selettivo e successiva asportazione del cotico, prima di lavorare il terreno per il nuovo impianto.

Dopo aver “pulito” l’area di studio dal vecchio cotico erboso si sono adottate le normali tecniche colturali pre-semina di un tappeto erboso e precisamente:

- concimazione di fondo fosfo-potassica
- aratura profonda circa 20 cm eseguita con aratro monovomere reversibile;
- fresatura sui primi 10-15 cm per affinare la zollosità creata con la lavorazione principale;
- rullatura per completare la preparazione del letto di semina;
- riparazione e taratura dell’impianto di irrigazione esistente;
- irrigazione per causare la germinazione della “seed-bank” delle infestanti (falsa semina);
- diserbo non selettivo per eliminare la flora infestante emersa.

Con questi interventi colturali siamo giunti alla fine di luglio del 2005, così abbiamo deciso di iniziare con la semina della specie macroterma, in quanto il periodo estivo è sfavorevole per l’insediamento delle specie microterme.

### 2.1.2 SEMINA

La semina del *C. dactylon* è avvenuta il 2 agosto, con una dose di seme pari a  $10 \text{ g m}^{-2}$ , uguale a quella consigliata dalla ditta fornitrice.

Il seme è stato distribuito a spaglio su metà parcella, avendo cura di non invadere la superficie destinata alla futura semina della festuca.

Successivamente sono state eseguite: una leggera rastrellatura per favorire l'interramento del seme e una rullatura per garantire il contatto tra seme e particelle di terreno, in modo da assicurare l'assorbimento dell'acqua necessaria per la germinazione.

L'emergenza si è avuta dopo sei giorni ed è stata vigorosa e uniforme.

La semina della *F. arundinacea* è avvenuta circa un mese dopo quella della specie macroterma, il 15 settembre 2005, quando le condizioni climatiche per l'insediamento sono tornate favorevoli.

La dose di seme è stata pari a  $40 \text{ g m}^{-2}$  ed è stata distribuita a spaglio sull'altra sub-parcella.

Anche in questo caso sono state eseguite: una leggera rastrellatura per favorire l'interramento del seme e una rullatura post-semina per garantire il contatto tra le particelle di terreno e i piccoli semi delle specie da tappeto erboso.

L'emergenza si è avuta dopo sette giorni ed è stata vigorosa ma non uniforme su tutte le parcelle. Non è stata, comunque, necessaria alcuna operazione di trasemina e il danno subito è stato presto recuperato dall'eccezionale capacità di accostimento della festuca.

### 2.1.3 IMPIANTO DI IRRIGAZIONE

L'impianto di irrigazione, come già detto in precedenza, era pre-esistente all'allestimento di questa sperimentazione, perché fu realizzato per servire un precedente studio su *F. arundinacea*.

E' opportuno, comunque, descriverlo nelle sue componenti e nel funzionamento.

La costruzione dell'impianto di irrigazione è avvenuta mediante lo scavo di una trincea con macchina catenaria e la posa in opera di tubature in polietilene ad una profondità di 40 cm.

Le linee principali hanno un diametro di 50 mm, mentre quelle secondarie, che si allacciano alle prime mediante deviazioni a T, presentano un diametro di 32 mm.

La capacità dell'impianto è stata calcolata in base al fabbisogno idrico del tappeto erboso durante il periodo più caldo dell'anno e non con quello giornaliero, poiché le specie sono in grado di sopportare il deficit idrico, senza subire danni irreparabili, per 1-3 giorni.

Tutto l'impianto è sotto il controllo di un programmatore elettronico "Dialog", della Rain Bird, capace di regolare le operazioni irrigue dei vari settori dell'intero impianto. Questo programmatore, infatti, non gestisce solo la sperimentazione oggetto di questa tesi, ma tutta la superficie destinata alla ricerca sui tappeti erbosi (circa 8000 m<sup>2</sup>).

Con tale centralina sono possibili 3 programmi differenziati con otto partenze giornaliere ciascuno e ogni stazione può comandare fino a tre elettrovalvole. La programmazione è relativamente semplice visto che il programmatore è dotato di un display ad immagine che guida l'operatore.

Si può programmare, per settore, un tempo da 1 minuto a 12 ore; un ciclo irriguo da 2, 3, 5 e 7 giorni; un water-budget (tempo di somministrazione dell'acqua in funzione delle necessità calcolate) da 0 a 200%; un programma di soccorso che si attiva a batteria

scarica. E' possibile avviare manualmente una stazione o un intero programma ed esiste una funzione test per la ricerca automatica degli accavallamenti nella programmazione.

Per le nostre parcelle sono stati utilizzati irrigatori statici prodotti dalla Rain Bird della serie 1800, con testine regolabili VAN.

Questo modello permette, tramite la semplice rotazione del collare centrale, di ottenere un qualsiasi angolo compreso tra 0 e 360 gradi.

Gli irrigatori sono posizionati ai quattro vertici di ogni parcella, coprono interamente e omogeneamente l'area interessata e forniscono un'intensità di pioggia pari a circa 80 mm h<sup>-1</sup>.

## 2.2 ANDAMENTO CLIMATICO DURANTE LA SPERIMENTAZIONE

In figura 2.2 e 2.3 sono illustrati gli andamenti climatici dei due anni in cui si sono raccolti i dati sperimentali.

Come si può constatare, osservando i due grafici, i periodi estivi sono stati entrambi molto caldi e siccitosi.

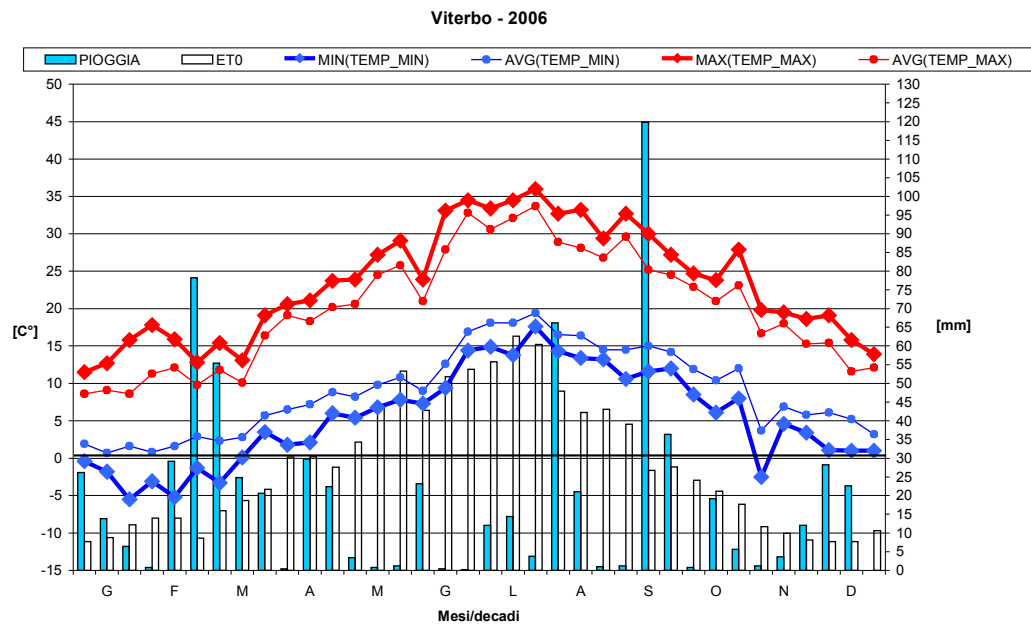
Il 2007 in particolare è stato eccezionalmente arido fino ad autunno inoltrato, tanto da essere individuato, dal “National Climatic Data Center” degli Stati Uniti, come l’anno più torrido dell’ultimo secolo e il terzo anno più caldo dal 1880.

Basti pensare che, in questo ultimo anno, dalla prima decade di giugno fino alla prima decade di ottobre compresa (orientativamente la stagione irrigua dei nostri tappeti erbosi), sono caduti 129 mm di pioggia contro i 300 mm dello stesso periodo del 2006. Durante l’ultima estate, inoltre, i tappeti erbosi hanno dovuto subire, per oltre 50 giorni, uno stress da caldo molto pesante.

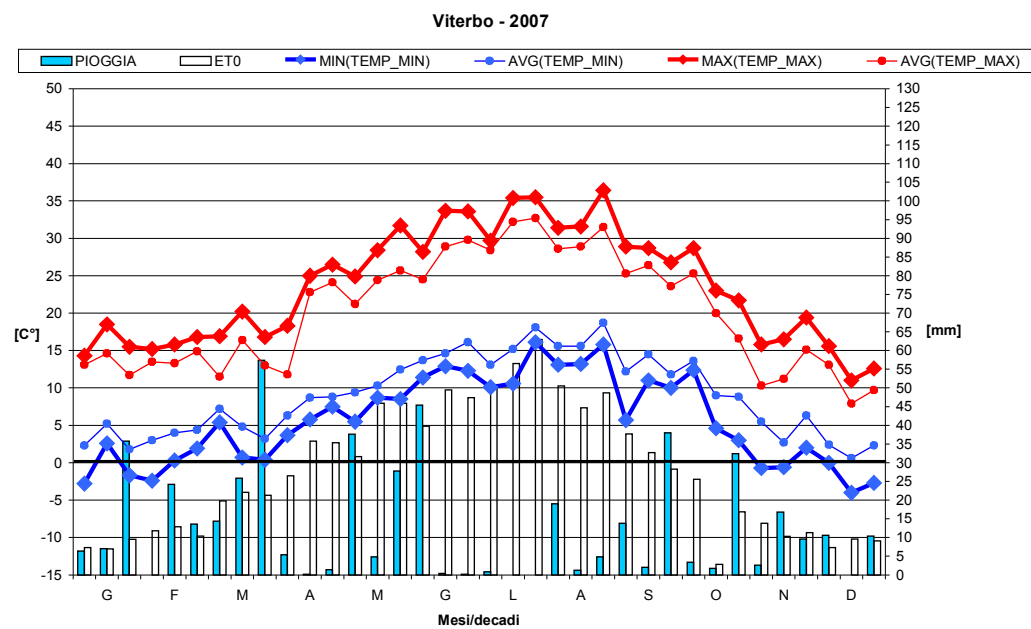
Dalla seconda decade di giugno alla terza decade di luglio, infatti, si sono fatalmente associati i massimi valori di temperatura (30-35 °C) con i minimi livelli di pioggia (1,4 mm). In questo prolungato periodo di tempo, anche le specie macroterme, se non irrigate costantemente e abbondantemente, hanno avuto seri problemi nel mantenere livelli sufficienti di aspetto estetico globale.

Come si vedrà più avanti, nella discussione dei risultati, le differenze dei punteggi ottenuti dai tappeti erbosi nello stesso periodo dei due diversi anni, sono proprio imputabili all’eccezionale siccità dell’estate del 2007 (figure 2.4 e 2.5).

Queste difficili condizioni climatiche, a volte anche estreme, hanno comunque valorizzato maggiormente i risultati ottenuti, in quanto i nostri trattamenti irrigui sono stati gli unici apporti di acqua a beneficio delle parcelle.



**Figura 2.2-** Andamento climatico nel I anno di sperimentazione



**Figura 2.3-** Andamento climatico nel II anno di sperimentazione



**Fig. 2.4** – Parcelle in asciutto il 10 agosto 2006: le sub-parcelle di gramigna, sulla destra, mantengono un aspetto estetico più che sufficiente sfruttando le piogge cadute nel mese di luglio.



**Fig. 2.5** – Parcella in asciutto il 10 agosto 2007: entrambe le specie appaiono totalmente imbrunite dopo aver attraversato circa 50 giorni di siccità.

### 2.3 SPECIE E VARIETA' DA TAPPETO ERBOSO IN PROVA

Durante la sperimentazione sono state provate 2 specie, una microterma (*Festuca arundinacea*) e una macroterma (*Cynodon dactylon*).

In tabella 2.2 sono descritte brevemente le strutture vegetative delle specie in prova.

**Tabella 2.2** - Caratteristiche vegetative delle specie da tappeto erboso in prova

Specie	Prefogliazione	Lamina	Ligula	Auricole	Guaina
<i>Festuca arundinacea</i>	Convoluta	Larga 5-10 mm, con margini seghettati	Massima 1 mm, membranosa, troncata	Piccole, cigliate	Arrotondata, rossa alla base
<i>Cynodon dactylon</i>	Duplicata	Larga 3-3,5mm, rigida, canalicolata, irta di peli patenti	Sostituita da ciglia di 1,5 mm	Sostituite da ciglia	Arrotondata e avvolgente fino alla spiga

Per la semina della festuca è stato utilizzato un miscuglio di due varietà (“Tarheel” e “Farandole”) con percentuali identiche di presenza (50%) (Fig. 2.6).

La varietà “Tahreel” è stata già valutata dal nostro Dipartimento per l’adattabilità al clima mediterraneo e la tolleranza al calpestamento, ora si vuole conoscere il comportamento (tecnico-estetico) del “blend” in risposta allo stress idrico.

Per quanto riguarda la gramigna, è stata utilizzata per questa prova una varietà del tutto nuova per il mercato mondiale dei *cynodon*: “La Paloma” (Fig. 2.7).

Questa *cultivar*, infatti, prima di essere commercializzata per la prima volta nell’autunno del 2003, è stata selezionata per diversi anni dai ricercatori statunitensi in Maryland, Florida e Oregon.

In Italia è arrivata nella primavera del 2004, ma solo pochi fornitori ne hanno tuttora la disponibilità. Le caratteristiche estetiche sono simili a quelle delle gramigne già ampiamente diffusi, come “Princess”, “Yukon” e “Riviera”, ma il costo è notevolmente inferiore (da 1/3 a 1/9), essendo questa varietà un’ottima produttrice di seme.



**Fig. 2.6** – Miscuglio “Tarheel” –  
“Farandole”, giugno 2006.



**Fig. 2.7** – “La Paloma”, giugno 2006.

### 2.3.1 *Festuca arundinacea* Schreb.



Italiano: **Festuca, Falascone**

Inglese e Americano: **Tall fescue**

Francese: **Fétuque élevé**

Si tratta di una specie perenne di origine europea, più probabilmente mediterranea, che si è successivamente diffusa in altre fasce climatiche. Grazie alle sue doti di discreta tolleranza a temperature più elevate si è, infatti, ben adattata alla cosiddetta zona di transizione e

perfino alle aree colonizzate da specie macroterme.

È pianta vivace, cespitosa, di taglia ragguardevole, 45-200 cm, e con un apparato radicale molto esteso e profondo che la rende più resistente, rispetto ad altre specie microterme, all'aridità, evidenziando tra l'altro una buona ritenzione del colore.

La prefogliazione è convoluta; la lamina fogliare (larga 3-12 mm e lunga 10-60 cm) è appiattita, coriacea, appuntita, ruvida o liscia solo nella parte basale.

La ligula, lunga fino a 2 mm, è membranosa, trasparente, con sommità troncata.

Le guaine sono arrotondate, glabre, rossicce alla base e dotate di piccole e rudimentali auricole provviste di ciglia.

I culmi sono per lo più eretti, robusti, con 2-5 nodi, ruvidi vicino al panicolo o lisci.

L'infiorescenza è un panicolo spargolo, eretto o piegato in avanti, lungo 10-50 cm, di colore verde o violaceo.

Le spighe (di forma ellittica o oblunga) sono lunghe 10-18 mm e provviste di 3-10 fiori. Solo la metà di questi ultimi, comunque, produce semi germinabili.

I semi sono lunghi 6-10 mm e larghi 1-5 mm nel punto centrale.

Il peso di 1000 cariossidi va da 2,2 a 2,5 grammi.

Il numero cromosomico è:  $2n=42$  (Hubbard, 1968).

La sperimentazione su *F. arundinacea* come pianta da tappeto erboso parte dagli Stati Uniti negli anni '60 con la "K 31", che in realtà era una varietà da foraggio a taglia bassa. Ma la vera generazione delle festuche "turf-type" inizia con la cultivar "Rebel" nel 1981 e prosegue tutt'oggi con oltre 200 varietà commercializzate.

Per il suo portamento cespitoso e la grandezza della lamina fogliare, *F. arundinacea* possiede una bassa densità e una tessitura molto grossolana. Il miglioramento genetico ha lavorato molto su quest'ultimo aspetto, ottenendo buoni risultati con la terza generazione di festuche attualmente in commercio ("Arid 3", "Tulsa", "Regiment", "Houndog 5" e altre).

Si sono delineati tre gruppi di festuche da prato classificate in funzione della taglia:

- "semi dwarf" (semi-nane);
- "dwarf" (nane);
- "miniature dwarf" o "double dwarf" (molto nane).

La riduzione esagerata della taglia, ha portato in alcuni casi alla formazione di *cultivar* sperimentali con foglie sottili e molto fitte, simili a quelle di *Lolium perenne* L., ma troppo deboli, poco persistenti, poco tolleranti la siccità, con un apparato radicale troppo superficiale. Inoltre, molte sono soggette a malattie fungine causate da *Rhizoctonia*

*solani* Kühn. Le *cultivar* nane, come “Bonsai”, vengono utilizzate negli Stati Uniti solo in zone molto ventilate e asciutte, come la California, dove l’incidenza della *Rhizoctonia solani* è quasi nulla (Tracanzan, 2004).

Si adatta bene a suoli anche estremamente poveri ed ad intervalli molto ampi di pH (4,5-8,5), anche se quello ottimale è compreso tra 5,5 e 6,5.

L’adattamento alle zone ombreggiate è intermedio tra quello ottimo di *Festuca rubra* L. e quello piuttosto scarso di *Lolium perenne* e soprattutto della *Poa pratensis* L. (Beard, 1969).

In ambiente mediterraneo si è visto che, con un rapporto di 4 : 1 tra periodi d’ombra e luce, questa specie mantiene ancora una buona qualità del tappeto erboso (Cereti e Rossini, 1997); media è anche la sua capacità d’insediamento: sicuramente più rapida di *P. pratensis*, ma nettamente più lenta di *L. perenne* (Tomasoni e Borrelli, 2001).

Per quanto riguarda il calpestamento, molte varietà di *F. arundinacea* tollerano bene il passaggio di giocatori o macchinari grazie alla robustezza della loro vegetazione (Rossini *et al.*, 2007). Diversi studi hanno, infatti, dimostrato la stretta correlazione che esiste tra morfologia vegetale e tolleranza al calpestamento (Sherman e Beard, 1975).

Al contrario, il potenziale di recupero è scarso a causa del suo portamento cespitoso e questo rende difficoltosa la ricolonizzazione di aree danneggiate. Anche su questo aspetto la ricerca varietale sta lavorando molto, per cercare di isolare genotipi in grado di sviluppare al meglio i rudimentali rizomi di cui la specie è comunque dotata. In *F. arundinacea*, infatti, la formazione dei rizomi è occasionale e sembra che questa caratteristica derivi da un progenitore presente sulle montagne dell’Atlante in Marocco e in Spagna. Alcune cultivar, con diverse percentuali di piante che producono rizomi, come “Labirinth”, “Ceres Torpedo”, “Tulsa II”, “Grande II” e altre, sono già disponibili, in quantità limitate negli Stati Uniti. I rizomi hanno una lunghezza che va da 1 a 5 cm e il comportamento della pianta è molto simile a *Poa pratensis*.

Pure essendo suscettibile a diversi agenti patogeni fungini (*Rhizoctonia sp.pl.*, *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels e Hallet), questa specie, nell'anno di sperimentazione, non ha evidenziato alcun problema di malattie crittogamiche.

Anche i livelli di infestazione sono risultati piuttosto bassi, in particolar modo per quanto riguarda le specie dicotiledoni.

Non tollera basse altezze di taglio: al di sotto dei 35 mm, infatti, il tappeto erboso si dirada e viene facilmente colonizzato dalle infestanti mono e dicotiledoni (Panella *et al.*, 2000). Per questo motivo la specie non si presta ad essere utilizzata su tappeti erbosi che richiedono altezze di taglio inferiori ai 30 mm.

Le possibilità d'impiego riguardano soprattutto le aree ricreative e funzionali a medio-bassi livelli di gestione (parchi pubblici, banchine di strade, piste di aeroporti, ecc.). Ottima per il consolidamento di ripidi pendii, può essere utilizzata anche sui *rough* dei percorsi da golf e nei campi sportivi, in miscugli con *P. pratensis*, purché tagliati ad altezze superiori ai 35 mm.

*F. arundinacea* è una specie che normalmente tollera elevati livelli di salinità (6000 – 10.000  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), ma nuove ricerche sono in corso sulla selezione di *cultivar* che tollerano livelli di salinità ancora più elevati.

Un'altra caratteristica oggetto di studio, che darà luogo a nuove varietà, è la selettività nei confronti degli erbicidi come il "Round-Up" (a base di "Glyphosate") e l'"Illoxan" (a base di "Diclofop Metile").

Nei prossimi dieci anni, perciò, si prevedono sostanziali miglioramenti delle caratteristiche qualitative della festuca da tappeto erboso. Miglioramenti accelerati dall'utilizzo sempre più intenso di nuove tecniche di ingegneria genetica, che non necessariamente porteranno allo sviluppo di *cultivar* OGM, tuttora vietate in Europa.

### 2.3.2. *Cynodon dactylon* (L.) Pers.



Italiano: **Gramigna**

Inglese e Americano: **Bermudagrass**

Francese: **Chiendent pied de poule**

Sono state riconosciute due varietà di questa specie:

*C. dactylon* var. *dactylon* (L.) Pers.

*C. dactylon* var. *aridus* Harlan e de Wet.

Sono state selezionate molte “cultivar” sia per scopi foraggeri, sia per la costituzione di

inerbimenti con diverse utilità. Le prime varietà migliorate risalgono al 1952, anno in cui è stata commercializzata la varietà “Tiflawn” (Panella *et al.*, op. cit.).

E' specie originaria del Corno d'Africa, sebbene siano state sostenute anche origini diverse (India , Eurasia, Malesia) (Hansen, 1924; Holm et al., 1991; Usher, 1974). Nei Paesi di origine si sviluppa in ambienti spesso devastati dal fuoco (Belesky et al., 1991). Negli Stati Uniti è stata introdotta per la prima volta in Georgia nel 1751 (Elmore e Cudney, 1998; Usher, op.cit.) e da li è stata diffusa soprattutto negli Stati del sud-est, dove è molto usata come specie foraggera. Sono stati trovati numerosi biotopi in diverse parti del mondo (Holm et al., 1991) e molti ibridi interspecifici naturali, soprattutto con *Cynodon transvaalensis* Burt Davy, sono stati migliorati per la costituzione di tappeti erbosi di qualità.

Molti di questi ibridi sono sterili e possono essere moltiplicati solo per via vegetativa (Anderson, 1999). La produzione di seme e la sua vitalità, comunque, dipendono anche dalle condizioni climatiche (Ott, 1983).

La gramigna è specie perenne, macroterma, a ciclo C4, con tessitura media o medio-fine, che forma un tappeto molto denso.

E' diffusa in Italia per lo più negli incolti, lungo le siepi, su terreni calpestati (Pignatti, 1982); infesta comunemente le colture primaverili-estive, favorita dalla sua peculiare caratteristica di sviluppare grandi masse rizomatose sotterranee e lunghissime catene stolonifere piatte striscianti sul terreno. Per questo motivo può essere classificata sia come geofita (pianta erbacea perenne che affida la sua sopravvivenza a organi sotterranei) sia come emicriptofita (pianta erbacea biennale o perenne con gemme svernanti al livello del suolo e protette dalla "lettiera"). E' specie termo-cosmopolita, presente, in Italia, dal livello del mare fino al piano sub-montano (circa 800 m).

Il nome del genere è dovuto proprio al complesso "gemme-brattee" dei rizomi e degli stoloni che assumono una forma simile ad incisivi di cane (dal greco: *kyon* = cane e *odùs* = dente) (Viggiani e Angelini, 2002). L'infiorescenza, costituita spesso da cinque spighe raggruppate come le dita di una mano, ha ispirato, invece, il secondo termine del binomio latino (*dactylon*, dal greco: *dàctylos* = dita).

Il rizoma è tenace, squamoso e radicante ai nodi, da dove si originano anche i culmi. Questi ultimi sono compressi, ascendenti, avvolti dalle guaine fino all'infiorescenza e possono raggiungere i 20-30 cm di altezza.

Le guaine fogliari sono aperte, con margini sovrapposti, compresse e cosparse di peli.

Le ligule sono sostituite da peli di 1-3 mm.

Le auricole sono assenti o derivano da estroflessioni della guaina (false auricole).

Il collare è stretto o medio-largo, continuo e glabro.

La lamina fogliare è lunga da 2 a 15 cm e larga 2-4 mm, canalicolata, rigida; si restringe all'apice con una punta acuta; è scarsamente pubescente sulla pagina superiore e ha margini scabrosi.

La prefogliazione è conduplicata e le foglie dei culmi sono opposte, in due file verticali (foglie distiche).

L'infiorescenza è costituita da diverse spighe divergenti, sottili, riunite in uno stesso punto all'apice dei culmi (spighe digitate).

Le spighe sono generalmente cinque (da 3 a 7), lunghe da 3 a 7 cm e larghe 1-2 mm, generalmente di colore violetto.

Le spighe sono lunghe 1,7-2,5 mm, uniflore, con il rudimento di un fiore superiore abortivo, ovali-oblunghe, compresse e appressate al rachide (Hubbard, 1968).

I semi sono strettamente racchiusi all'interno delle glumelle e il loro peso è di circa 0,2-0,3 grammi per 1000 unità.

Il numero cromosomico è:  $2n=36$  per *C. dactylon* var. *dactylon* e  $2n=18$  per *C. dactylon* var. *aridus* (Halvorson e Guertin, 2003).

Può adattarsi a qualsiasi tipo di terreno (Holm *et al.*, 1977), pur preferendo terreni fertili, ben drenati e di fine tessitura. Il pH ottimale è compreso tra 5,5 e 7,5, ma vegeta bene anche in condizioni di acidità, alcalinità e salinità. I suoli alcalini sono tollerati meglio di quelli acidi (Newman, 1992). Troviamo questa specie anche nei terreni sodici, dove non subisce danni fino ad una percentuale di sodio scambiabile (ESP) pari a 50 (Kumar e Abrol, 1982).

Queste caratteristiche, unite all'ottima tolleranza alla siccità, fanno di *C. dactylon* una delle specie macroterme più utilizzate per tappeti erbosi tecnici, sportivi e a scenario con diversi livelli manutentivi.

Alcune varietà, migliorate per l'impiego su *green*, sopportano altezze di taglio intorno ai 5 mm, ma, in generale, le altezze di taglio consigliate per le varietà propagate

vegetativamente sono comprese tra 12 e 25 mm, mentre per quelle seminate tra 25 e 50 mm (Robinson, 2005).

Come gran parte delle macroterme, questa specie tende a formare uno spesso strato di feltro; sono perciò necessari interventi di *verticut* costanti e *topdressing* periodici.

Risponde molto bene al calpestamento sia per la robustezza del suo apparato vegetativo, sia per la vigoria dell'apparato rizomatoso e stolonifero che garantisce un buon potenziale di recupero in seguito ad ingiurie arrecate al tappeto. Ottime per l'uso sportivo sono le *cultivar* "Tifway", "Riviera" e "GN-1" (Brosnan e Deputy, 2008).

Per quanto riguarda le possibilità di impiego, oltre a quelle già citate, *C. dactylon* è utilizzabile come specie ornamentale per la realizzazione di parchi e giardini soprattutto in zone con inverni miti, dove l'assenza di colore verde dovuta alle basse temperature dura pochi mesi. Per lo stesso motivo può essere diffusa maggiormente nelle località di villeggiatura estiva, in particolar modo vicino al mare. Costituisce il fondo di alcuni campi da calcio della Serie A, soprattutto di Società Sportive del Centro-Sud d'Italia, su cui viene traseminato il loietto a fine estate per garantire il colore durante l'autunno e l'inverno.

In Europa sono disponibili molte varietà ma non esiste alcuna selezione italiana.

## 2.4 GESTIONE DELLA PROVA SPERIMENTALE

Per la gestione della prova sperimentale si sono seguite le normali tecniche colturali applicate ai tappeti erbosi nel Centro-Italia in modo che l'unico fattore limitante fosse l'irrigazione.

### 2.4.1 CONCIMAZIONE

La concimazione di fondo, regolata in funzione delle disponibilità del terreno, ha previsto la distribuzione di fosforo e potassio nelle dosi di 80 kg ha<sup>-1</sup> e 50 kg ha<sup>-1</sup> rispettivamente, sottoforma di perfosfato triplo (46% di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e solfato potassico (50 % di K<sub>2</sub>O).

L'interramento dei fertilizzanti è stato effettuato mediante un'aratura a 20 cm di profondità compiuta il 12 luglio.

Gli apporti di azoto in copertura sono stati contenuti considerando le condizioni di stress idrico a cui sarebbe andato incontro il tappeto erboso durante il periodo estivo.

Hanno previsto un primo intervento a spaglio mediante somministrazione di solfato ammonico nella seconda decade di maggio del 2006 e del 2007, con apporti totali di 5 g m<sup>-2</sup> di azoto. La seconda concimazione è stata effettuata, sempre con il solfato ammonico, la prima decade di settembre degli stessi anni, con apporti totali pari a 7 g m<sup>-2</sup> di azoto.

La gramigna ha usufruito di una ulteriore concimazione azotata nel mese di settembre 2005 con piccole quantità di azoto (2,5 g m<sup>-2</sup>), solo per sostenere il ricaccio del tappeto erboso dopo il primo taglio.

## 2.4.2 IRRIGAZIONE

L'impianto di irrigazione è già stato descritto nel paragrafo 2.1.3; qui riportiamo il metodo utilizzato per il calcolo dell'acqua da somministrare.

I diversi reintegri della ETM si sono calcolati moltiplicando la ETo (evapotraspirazione di riferimento) per un coefficiente colturale (Kc) pari a 0.8.

La ETo è stata ricavata utilizzando l'equazione di Penman-Monteith raccomandata dalla FAO:

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad [\text{mm/d}]$$

in cui

- $R_n$  = radiazione netta alla superficie della coltura  $[\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}]$
- $G$  = flusso di calore dal terreno  $[\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}]$
- $T$  = temperatura media  $[\text{°C}]$
- $U_2$  = velocità del vento misurata a 2 m di altezza  $[\text{m/s}]$
- $(e_a - e_d)$  = deficit di pressione di vapore  $[\text{kPa}]$
- $\Delta$  = pendenza della curva di pressione di vapore  $[\text{kPa/°C}]$
- $\gamma$  = costante psicrometrica  $[\text{kPa/°C}]$

A fronte della notevole complessità della formula che ne limita indubbiamente l'applicazione, si deve evidenziare che questo approccio è sicuramente più corretto, dal punto di vista teorico, delle tradizionali metodologie di correlazione climatica (Giardini, 1992).

I parametri climatici necessari per il calcolo sono stati rilevati dalla stazione meteorologica dell' Azienda Didattico Sperimentale dell'Università della Tuscia di Viterbo ed elaborati da un Software capace di fornire giornalmente il valore della ETo.

La scelta del valore del coefficiente colturale è stata fatta sia per coerenza con le sperimentazioni precedentemente effettuate dal nostro Dipartimento (Cereti et al.,

2004), sia in base alla bibliografia nazionale e internazionale (Cereti, 2002; Meyer et al., 1985; Brown et al., 2001; Richie et al., 2002).

Le parcelle che hanno subito il reintegro periodico dell'ETM sono state irrigate due volte a settimana cumulando l'ETo giornaliera.

Gli interventi irrigui sono stati sempre effettuati poco prima dell'alba. In questo particolare momento del giorno, infatti, la temperatura è più bassa, a causa della perdita di calore per irraggiamento notturno, e l'irrigazione non provoca dannosi "shock" termici. Inoltre, irrigando poco prima dell'alba, il numero di ore di bagnatura fogliare viene limitato al massimo, evitando così lo sviluppo di pericolose malattie fungine (Gullino et al., 2000).

#### 2.4.3 TAGLIO

La prima tosatura del tappeto è stata effettuata il 7 settembre 2005 per la sola gramigna. Questo intervento ha consentito di eliminare le poche infestanti annuali a foglia larga prima che andassero a seme. Ha, inoltre, stimolato l'emissione di gemme dai rizomi, infittendo la copertura erbacea e aumentando le capacità competitive nei confronti della flora infestante.

Ovviamente il primo taglio è avvenuto ad una altezza superiore a quella di mantenimento, per non compromettere il delicato equilibrio iniziale tra parte epigea e parte ipogea. Siamo, quindi, intervenuti quando le piantine avevano raggiunto l'altezza di circa 7-8 cm, asportando solo i primi 2-3 cm di vegetazione. Gradualmente sono state effettuate tosature sempre più basse, fino ad arrivare all'altezza di mantenimento.

Quest'ultima, poiché la prova è intesa per tappeti erbosi con media intensità di gestione, dopo il terzo intervento è stata regolata a 3,5 cm.

La festuca, essendo stata seminata il 15 settembre 2005, ha subito il primo intervento di taglio il 26 ottobre 2005 con lo stesso accorgimento tecnico descritto in precedenza per la gramigna.

Gli interventi sono stati effettuati con macchine di tipo elicoidale, in modo da garantire una maggiore nettezza del taglio, una minore perdita di acqua dalle superfici di taglio e conseguentemente uno stress alle piante inferiore a quello causato dalle falciatrici rotative.

I residui del taglio sono stati sempre asportati.

#### 2.4.4 LOTTA ALLE INFESTANTI

Nelle prime fasi della prova il controllo delle infestanti è stato effettuato per non precludere un insediamento ottimale del tappeto erboso. Per questo motivo, appena terminate le lavorazioni complementari si sono irrigate le parcelle per far emergere buona parte della “seed-bank” delle infestanti (falsa semina). Successivamente, le plantule emerse sono state eliminate con un trattamento diserbante non selettivo a base di “Glyphosate”.

Dopo il primo anno, invece, si è intervenuti solo a fine inverno per controllare locali infestazioni di *Trifolium repens* (L.) e, in estate, per evitare eventuali invasioni di sub-parcelle da parte della gramigna a spese della festuca.

L’attento controllo della flora infestante nelle sue prime fasi di sviluppo, sia prima della semina del tappeto erboso, sia durante la delicata fase di insediamento, ha permesso di ottenere un cotico erboso “pulito” per tutta la durata della sperimentazione.

I tagli frequenti hanno completato l’opera, rendendo pressoché impossibile l’insediamento delle malerbe.

E' doveroso osservare, comunque, che l'effetto rinettante, dovuto alla pre-esistenza di un tappeto erboso ben stabilizzato, ha facilitato molto il controllo del livello d'infestazione.

I principi attivi maggiormente utilizzati nei trattamenti diserbanti dicotiledonici sono stati: Fluroxipir, Chlopiralid, MCPA e Dicamba, da soli o in miscela.

Tutti i trattamenti sono stati eseguiti o con l'utilizzo di una pompa a spalla da 25 litri (per gli interventi localizzati), oppure con una botte capace di contenere 200 litri di acqua (per gli interventi di pieno campo).

L'infestazione riscontrata durante l'emergenza e lo sviluppo della semina autunnale è stata causata esclusivamente da specie graminacee, in particolare da *Poa annua* L.

Il livello d'invasione è stato di una certa consistenza solamente nelle parcelle con emergenza non uniforme che, a causa della loro scarsa densità colturale, hanno lasciato maggiore possibilità di sviluppo alla flora antagonista.

E' stato sufficiente, comunque, un intervento di scerbatura manuale per eliminare ogni traccia d'infestazione.

Le specie infestanti più diffuse nelle parcelle in prova sono state:

- *Trifolium repens* L.

E' pianta perenne appartenente alla famiglia delle *Fabaceae*, con fusti striscianti e stoloniferi; foglioline ovali-rotonde e capolini di fiori bianchi portati su brevi peduncoli. E' un'ottima foraggera ma per i tappeti erbosi rappresenta una temibile specie infestante poiché, grazie al suo portamento prostrato riesce per lo più a sfuggire agli organi di taglio delle falciatrici, creando così delle ampie chiazze che influiscono negativamente sull'aspetto estetico del tappeto erboso.

Rappresenta l'infestante a foglia larga maggiormente rilevata nella prova sperimentale.

- *Taraxacum officinale* Web.

Pianta perenne appartenente alla famiglia delle *Asteraceae*, con foglie lobato-dentate (roncinate) raccolte in rosetta basale.

I capolini, portati su scapi fiorali cavi, sono composti da fiori ligulati gialli; gli acheni, grigiastri, presentano un sottile becco e il pappo peduncolato allargato a ombrello.

L'ampio sviluppo della rosetta basale consente a *T. officinale* di conquistare notevoli spazi all'interno del tappeto erboso, causando anche in questo caso un considerevole danno estetico.

Meno diffusa, nelle parcelle della prova, della specie precedente, ma comunque più volte rilevata.

- *Poa annua* L.

Specie annuale appartenente alla famiglia delle *Poaceae*, alta fino a 30 cm, presenta foglie sottili con ligula di 1 mm, infiorescenza piramidale o lassa, di colore verde-rossastro.

Questa pianta (insieme a poche altre) è l'infestante più temibile dal punto di vista biologico e morfologico: le sue caratteristiche di crescita si adattano, infatti, alla frequenza e all'altezza di taglio praticata nei diversi tappeti erbosi.

Il suo ciclo di vita (annuale) ne consentirebbe un facile controllo solo con l'aumento degli interventi di taglio, che evitano la formazione delle infiorescenze e così la disseminazione (in alcuni campi da golf si pratica

questo metodo di lotta). Purtroppo però, *P. annua*, dopo alcuni interventi di “cutting” assume un portamento prostrato e riesce ad emettere i panicoli al di sotto dell’altezza di taglio (alcune infiorescenze, addirittura, si sviluppano parallelamente al tappeto erboso).

Il danno, anche in questo caso, è di tipo estetico, sia perché questa specie è caratterizzata da un colore verde-giallognolo, sia perché, avendo un ciclo biologico annuale, durante il periodo sfavorevole (l’estate) scompare, lasciando aree prive di vegetazione all’interno del tappeto.

Come già detto, ha creato qualche problema solo nella semina autunnale della festuca e si è dovuto intervenire manualmente.

- *Setaria sp.pl.*

In questo genere, appartenente alla famiglia delle *Poaceae*, sono ricomprese diverse specie macroterme, di cui una, la *Setaria italica* (L.) P.Beauv., è anche coltivata come foraggera.

Le specie infestanti rilevate nelle parcelle sono essenzialmente due: *Setaria viridis* (L.) P.Beauv. e *Setaria glauca* Auct..

Si tratta di piante molto simili tra loro, a ciclo biologico annuale, alte 10-50 cm, dotate di spighe dense, cilindriche, con setole giallo-verdastre alla base delle spighette.

Il danno al tappeto erboso è anche in questo caso di tipo estetico e dovuto al colore verde-azzurrognolo tipico soprattutto della *S. glauca*.

Altre specie infestanti, di minor importanza, rilevate durante la prova sono:

*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Veronica persica* Poiret, *Stellaria media* (L.) Vill.,

*Oxalis sp.pl.*

## 2.5 CARATTERI RILEVATI E MODALITA' DI RILIEVO

Per alcuni caratteri come la densità del tappeto, lo spessore del feltro, l'accrescimento radicale e vegetativo, è stato eseguito un rilevamento basato su semplici misurazioni; per altri quali l'aspetto estetico globale e il colore si è reso necessario il rilievo visivo, il cui impiego è stato consolidato nel tempo dalla ricerca sui tappeti erbosi, attribuendo punteggi con scala 1-9.

### 2.5.1 ASPETTO ESTETICO GLOBALE

Nelle valutazioni delle varietà da tappeto erboso l'aspetto estetico globale è un dato molto ricorrente. E' l'apprezzamento generale della copertura vegetale e può essere definito come il risultato dell'interazione di diversi fattori. Rappresenta la sintesi di una valutazione che tiene conto di numerosi caratteri come l'uniformità, il colore, la densità, la tessitura, la presenza o meno di attacchi fungini, lo stress, ecc. Viene valutato con stima visiva secondo la scala 1-9.

Il rilievo è stato condotto mensilmente.

### 2.5.2 COLORE

Il parametro "colore" rappresenta l'intensità e la tonalità del colore verde della vegetazione.

Questo carattere è importante non solo per i tappeti erbosi ornamentali, ma anche per quelli sportivi e ricreazionali che devono presentare una colorazione uniforme pur essendo costituiti molto spesso da un miscuglio di specie e varietà.

Anche questo particolare rilievo viene valutato con stima visiva secondo la scala 1-9.

Il rilievo è stato effettuato 3-4 giorni dopo il taglio, con cadenza mensile.

### 2.5.3 DENSITA'

Esprime la fittezza del tappeto erboso. Viene espresso come numero di steli per unità di superficie (cm<sup>2</sup>). La conta dei culmi è stata condotta dopo il taglio del tappeto su due carote prese a caso all'interno di ogni semi parcella.

La conta degli steli si effettua in campo senza distruggere la carota, la quale, a conta ultimata, viene ricollocata nello stesso foro di provenienza.

Si è utilizzato un carotatore del diametro di 58 mm.

Il rilievo della densità è stato effettuato in primavera e in autunno.

### 2.5.4 FELTRO

Il feltro è uno strato di materiale organico indecomposto e idrofobo che si accumula sulla superficie del terreno alla base degli steli, limitando le attività biologiche delle piante da tappeto erboso.

Un certo spessore del feltro (fino ad 1 cm) può anche essere positivo, perché riesce a limitare lo stress da calpestio proteggendo il terreno dal compattamento e i punti di germogliazione alla base dei culmi. Funge anche da coibente termico.

Lo spessore del feltro è stato misurato, con un calibro, sulla stessa carota estratta per il rilievo della densità.

### 2.5.5 ACCRESCIMENTO VEGETATIVO

Per valutare lo sviluppo vegetativo, spesso si usa pesare la sostanza secca dell'erba tagliata. In questo modo, però, oltre ad avere una certa approssimazione del dato (alla fine delle operazioni, una non trascurabile quantità di erba fresca rimane inevitabilmente attaccata alle superfici interne dei cestelli di raccolta), non abbiamo una reale misura di quanto cresce un tappeto erboso.

Per ovviare a ciò, la crescita giornaliera è stata calcolata sottraendo l'altezza di mantenimento all'altezza dell'erba misurata immediatamente prima di effettuare i tagli.

Queste misurazioni sono state effettuate mediante uno strumento costruito appositamente per valutare l'accrescimento vegetativo del tappeto erboso.

Tale strumento è costituito da un'asta metallica, internamente cava, che porta all'estremità inferiore un disco di polistirolo e all'estremità superiore una piccola astina graduata (da 0 a 10 cm).

Il disco di polistirolo è collegato all'astina graduata da un ferretto che scorre all'interno dell'asta di supporto. In questo modo, a seconda dell'altezza dell'erba, il disco sale dalla sua posizione di riposo e, il ferretto a cui è collegato, ci permette di leggere l'altezza della vegetazione, sull'astina graduata, comodamente ad altezza d'uomo (figura 2.8).

Dovendo fare numerosi rilievi durante l'anno, questo metodo è molto più rapido e comodo della misura effettuata con un centimetro piegandosi più volte su ogni parcella.

La precisione è più che buona se la superficie di semina (o di impianto) è stata preparata a dovere, ovvero se è stata perfettamente livellata in superficie. La pressione esercitata dal disco sulla vegetazione è pari a  $0,35 \text{ kg m}^{-2}$  (3,44 Pa) e non piega, quindi, le lamine fogliari del tappeto erboso, in particolar modo quelle coriacee e robuste delle due specie in prova.



**Fig. 2.8** – Un momento del rilievo delle altezze del tappeto erboso mediante lo strumento appositamente costruito (come si vede, la lettura avviene comodamente ad altezza d'uomo).

### 2.5.6 ACCRESCIMENTO RADICALE

L'accrescimento radicale è stato rilevato semplicemente misurando con un centimetro, da una carota di terreno prelevata all'interno del tappeto erboso, la profondità raggiunta dalle radici.

Il profilo esplorato è stato di circa 20 cm (orizzonte arato) e, fin'ora, nessun apparato radicale ha raggiunto tale profondità. Nei rilievi futuri, però, è bene verificare anche strati più profondi, in quanto lo stress idrico causa, generalmente, uno sviluppo verticale dell'apparato ipogeo.

### 2.6. ELABORAZIONE STATISTICA DEI CARATTERI RILEVATI

Tutti i caratteri rilevati sono stati sottoposti ad analisi della varianza, in modo da stimare quanta parte della variabilità osservata tra le misure parcellari è dovuta ai trattamenti sperimentali e quanta all'errore.

Prima di sottoporli ad analisi della varianza, tutti i dati raccolti durante la sperimentazione sono stati verificati far parte di una distribuzione normale (o di Gauss).

Per poter affermare che gli effetti dei trattamenti (nel nostro caso i 5 livelli irrigui e le 2 specie da tappeto erboso) sono statisticamente diversi, e non devono la loro diversità a un fatto puramente casuale, è necessario che la varianza dell'errore non sia troppo grande in rapporto alla varianza dei trattamenti stessi, ossia che il rapporto varianza trattamenti / varianza errore (indice "F") sia superiore ad una certa soglia. Il calcolo di questo rapporto fondamentale prende il nome di "test F".

Una volta verificata la significatività del test "F", si sono potuti confrontare tra di loro i diversi livelli di carenamento idrico (trattamento principale), le specie (trattamento secondario) e l'interazione tra questi due trattamenti, grazie al calcolo delle differenze minime significative (D.M.S.).

Ovvero si è determinato il divario minimo necessario per poter affermare che due trattamenti sono diversi.

In tutte le analisi statistiche si è fatto riferimento al livello di probabilità del 95%, indicato anche come probabilità di errore (P) col termine complementare a 100:

$$P = 0.05.$$

Nel confrontare tra di loro le specie da tappeto erboso si è fatto riferimento al livello di probabilità del 99% ( $P = 0.01$ ) solo per indicare il grado di significatività raggiunto e non per distinguere le specie che sono solamente due.

### 3. RISULTATI

#### 3.1. ASPETTO ESTETICO GLOBALE

Per quanto riguarda questo carattere, sono state analizzate le medie mensili dei punteggi ottenuti dai due trattamenti secondo lo schema a parcella suddivisa.

Nel 2006, si può notare come la significatività del trattamento principale si rilevi solo nei due mesi pienamente estivi di luglio e agosto con risultati sostanzialmente diversi (Fig. 3.1).

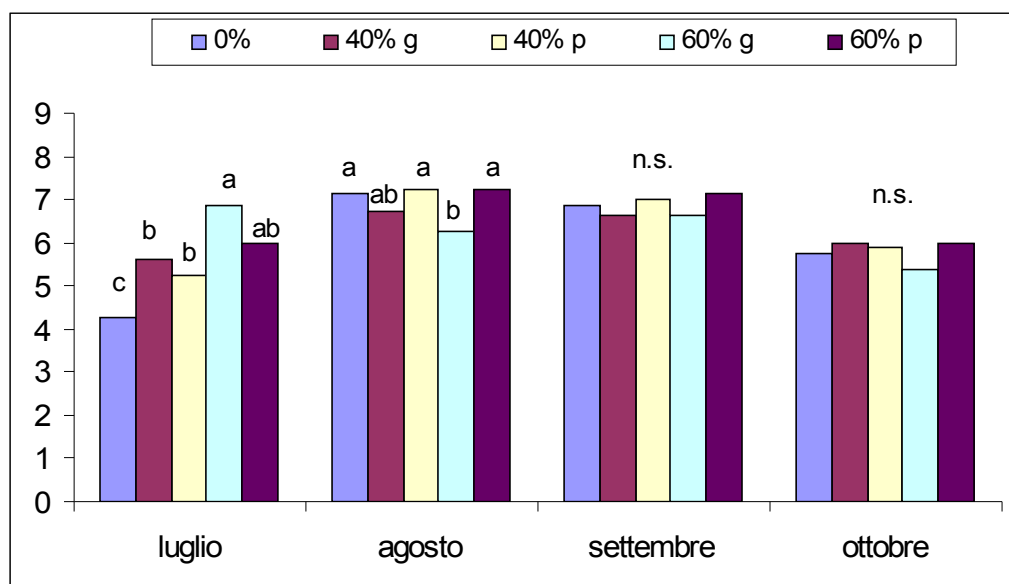
Mentre nel mese di luglio, infatti, ottengono migliori risultati le restituzioni maggiori dell'ETM e in particolare quella giornaliera; in agosto, in seguito alle nutrite precipitazioni dell'ultima decade del mese precedente, prevalgono le restituzioni periodiche, anche a minore percentuale (40%). Si assiste, inoltre, ad una eccellente ripresa da parte delle parcella asciutte, che, in breve tempo, raggiungono buoni livelli di aspetto estetico globale, partendo da condizioni mediocri .

Nella stagione autunnale non c'è significatività statistica, in quanto le nutrite precipitazioni di settembre e ottobre hanno annullato l'effetto dell'irrigazione.

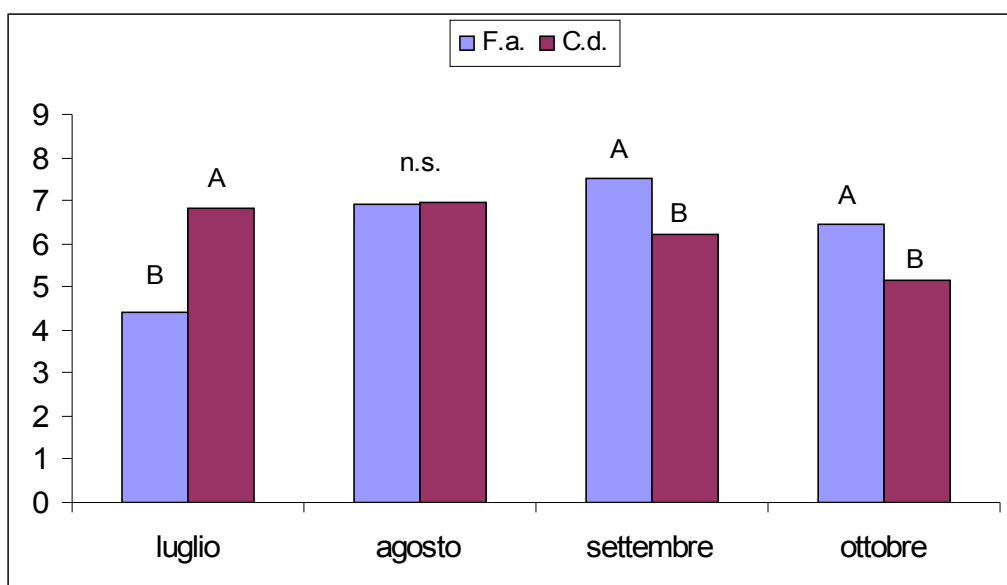
Il trattamento secondario (specie) ha dato sempre un'elevata significatività (tranne che per il mese di agosto) e ha evidenziato una sostanziale superiorità della gramigna quando il deficit idrico persiste lungamente (luglio) e una elevata capacità di recupero della festuca appena le condizioni ambientali diventino meno severe (Fig. 3.2). Anche in questo caso, le piogge dell'ultima decade di luglio sono state la causa di un veloce recupero, questa volta della festuca, che è riuscita ad ottenere discreti punteggi di aspetto estetico globale già dal mese di agosto, generalmente sfavorevole per le specie microterme.

L'interazione tra i due trattamenti è risultata significativa solamente per il mese di agosto, evidenziando che il migliore aspetto estetico globale si è ottenuto con le

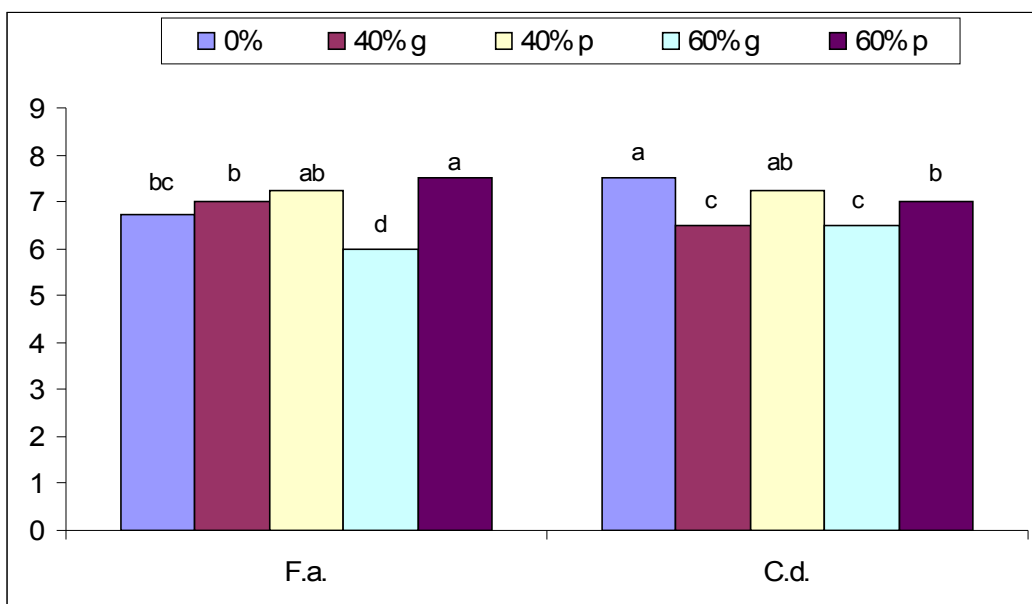
restituzioni periodiche dell'ETM per entrambe le specie. La gramigna ha persino raggiunto il massimo risultato con le parcelle in asciutto (Fig. 3.3).



**Figura 3.1-** Aspetto estetico globale delle parcelle sottoposte a diversi livelli di reintegro dell'ETM nel 2006 (i valori contrassegnati dalle stesse lettere non sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).



**Figura 3.2-** Aspetto estetico globale delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso nel 2006 (i valori contrassegnati da lettere maiuscole diverse, sono significativamente differenti per  $P \leq 0.01$ ).



**Figura 3.3-** Aspetto estetico globale delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso e sottoposte a diversi livelli di reintegro dell'ETM, agosto 2006 (i valori contrassegnati dalle stesse lettere non sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).

Come nel 2006, anche nel 2007 sono state analizzate le medie mensili dei punteggi ottenuti dai due trattamenti secondo lo schema a parcella suddivisa.

Si può notare come la significatività del trattamento principale si rilevi a partire dal mese di agosto, dopo un mese dall'inizio della diversificazione della restituzione dell'ETM, fino al mese di ottobre compreso (Fig. 3.4).

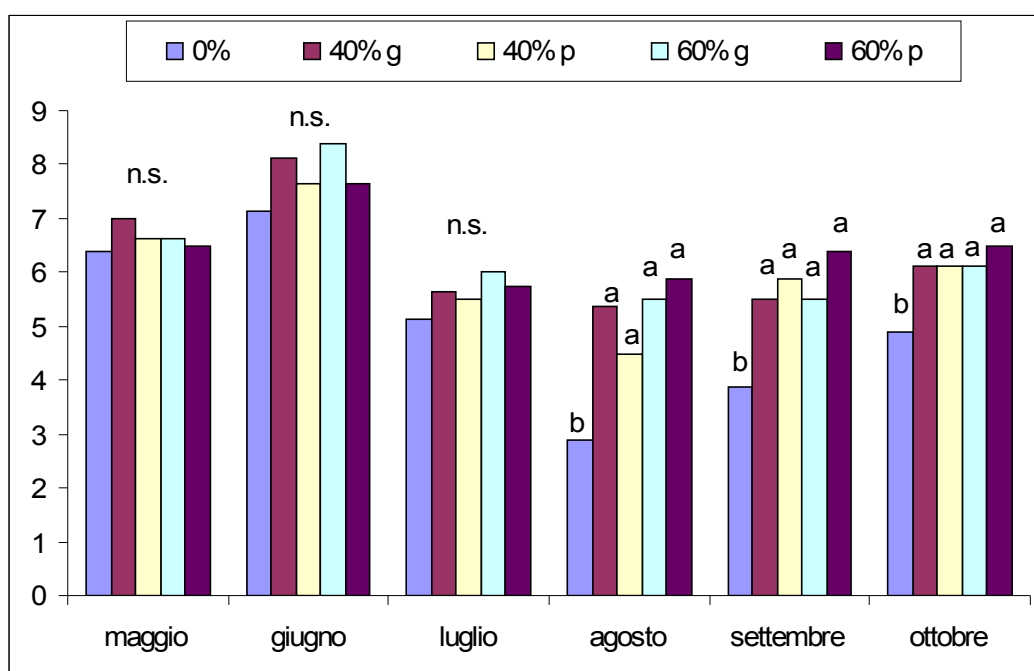
Il risultato è simile nei tre mesi, infatti solo il testimone in asciutto si differenzia dalle altre restituzioni irrigue. Dai punteggi ottenuti da queste ultime, possiamo solo osservare un lieve prevalere delle restituzioni giornaliere, a parità di percentuale reintegrata, quando le temperature sono ancora elevate (agosto) e una tendenza ad uniformarsi man mano che le condizioni climatiche si fanno più miti.

Comunque, a partire dal mese di luglio, solo la restituzione periodica del 60 % dell'ETM ha ottenuto sempre punteggi sufficienti di aspetto estetico globale.

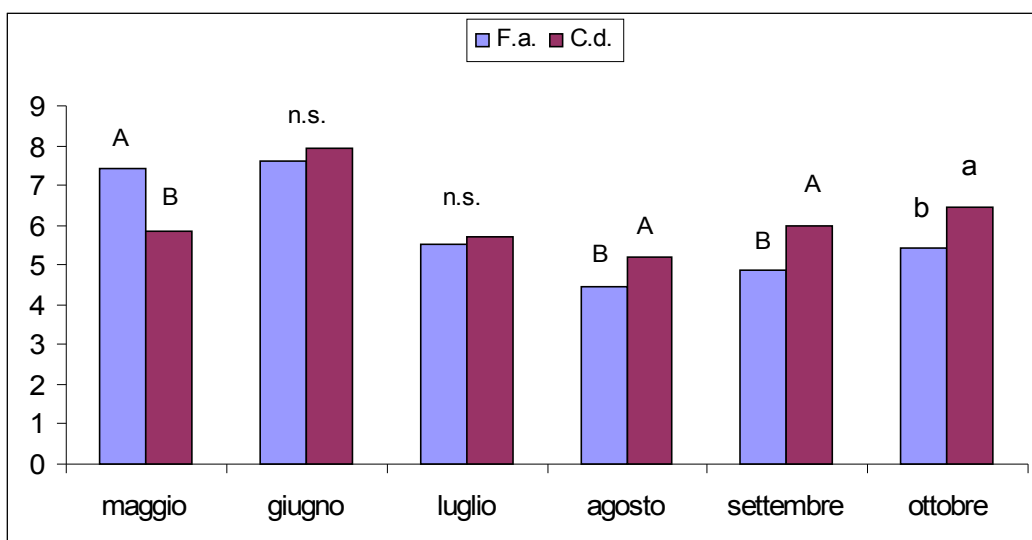
Il trattamento secondario (specie) è stato sempre significativo (tranne che per i mesi di giugno e luglio) e ha confermato il risultato dell'anno precedente, cioè una sostanziale superiorità della gramigna quando il deficit idrico persiste lungamente (agosto e settembre) e un'elevata capacità di recupero della festuca appena le condizioni ambientali si mitigano (Fig. 3.5). Nel 2007 si è dovuto aspettare il mese di novembre per ottenere questa ripresa della specie microterma: le temperature, infatti, sono rimaste elevate fino a buona parte del mese di ottobre e le precipitazioni del periodo in esame sono state tre volte inferiori a quelle dello scorso anno (88 mm contro i 263 mm del 2006). Per questo motivo, diversamente dal 2006, la specie macroterma ha evidenziato un aspetto estetico globale migliore della *F. arundinacea* a partire da giugno fino a tutto il mese di ottobre.

L'interazione tra i due trattamenti è risultata significativa solamente per il mese di ottobre, evidenziando un comportamento diverso nelle due specie. Infatti, mentre nella gramigna il migliore aspetto estetico globale si è ottenuto con le parcelle in asciutto e

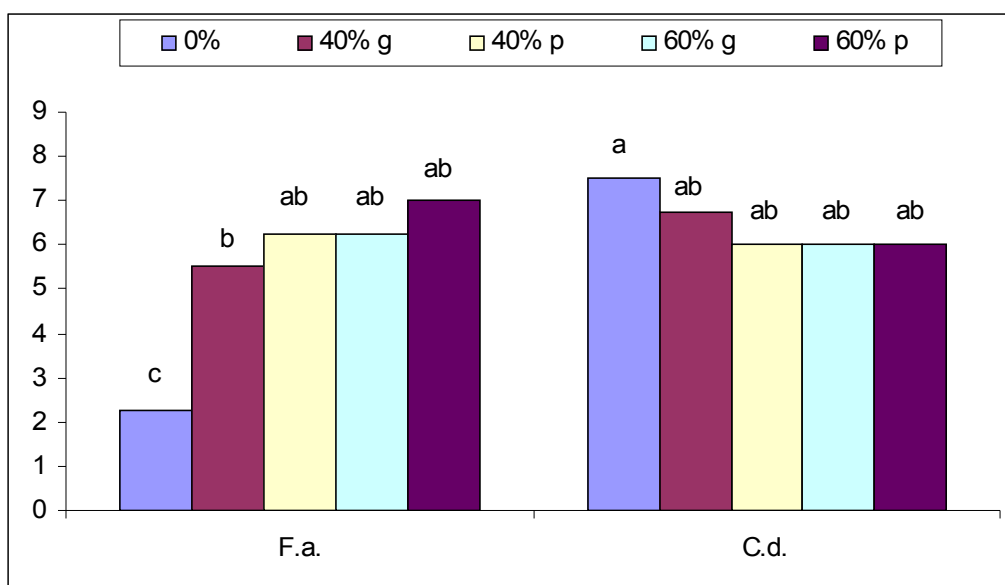
con il reintegro giornaliero del 40% dell'ETM, nella festuca prevale la percentuale di reintegro maggiore restituita periodicamente (Fig. 3.6).



**Figura 3.4** - Aspetto estetico globale delle parcelle sottoposte a diversi livelli di reintegro dell'ETM, nel 2007 (i valori contrassegnati dalle stesse lettere non sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).



**Figura 3.5** - Aspetto estetico globale delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso, nel 2007 (i valori contrassegnati da lettere maiuscole diverse, sono significativamente differenti per  $P \leq 0.01$ ).



**Figura 3.6** - Aspetto estetico globale delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso e sottoposte a diversi livelli di reintegro dell'ETM, ottobre 2007 (i valori contrassegnati dalle stesse lettere non sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).

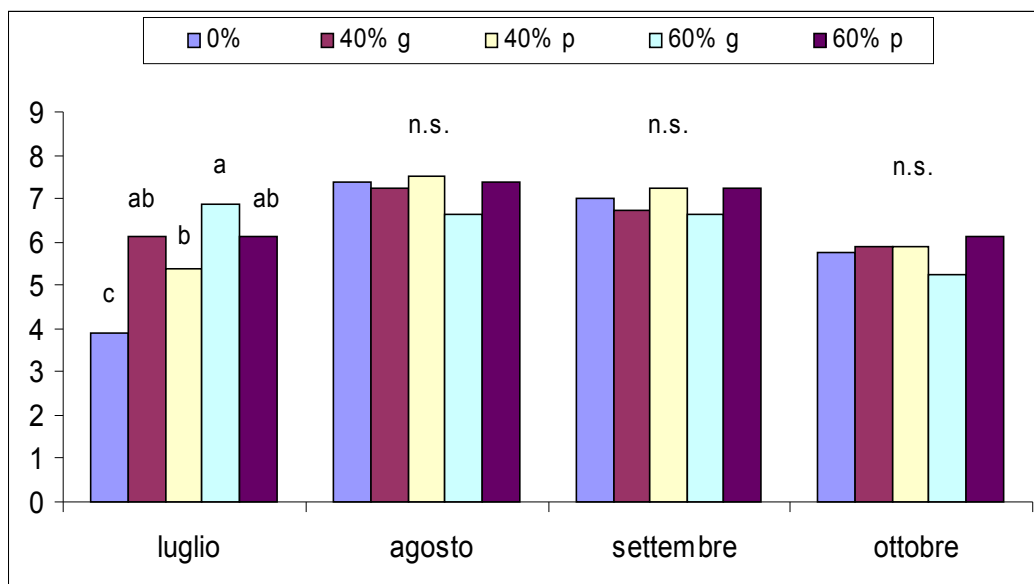
### 3.2. COLORE

Anche per questo carattere sono state analizzate le medie mensili dei punteggi ottenuti dai due trattamenti.

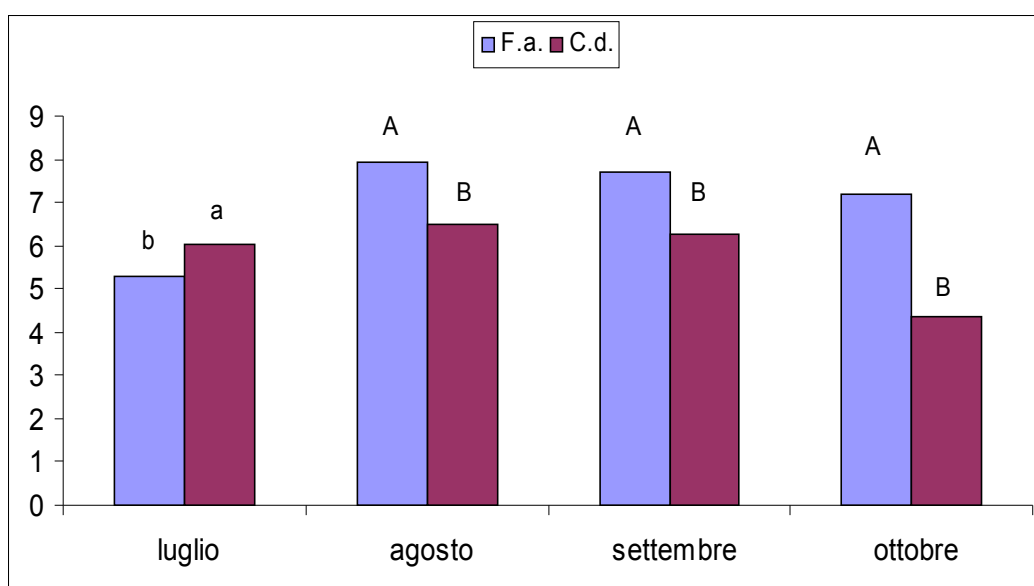
Come si vede nel grafico della figura 3.7, il trattamento principale ha raggiunto la significatività solo per il mese di luglio, evidenziando una maggiore intensità del colore verde nelle parcelle soggette alla restituzione superiore dell'ETM (60%), soprattutto se effettuata giornalmente. Nei periodi di prolungato stress idrico, quindi, per mantenere una sufficiente intensità di colore verde è preferibile l'irrigazione giornaliera, con volumi superiori alla metà dell'acqua evapotraspirata dal tappeto erboso.

In seguito alle precipitazioni dell'ultima decade di luglio, i punteggi ottenuti dalle cinque tesi tendono ad uniformarsi su tonalità più scure a partire da agosto fino a tutto il mese di settembre, per poi diminuire nuovamente in ottobre. Notevole è il recupero di colore delle parcelle in asciutto che, in pochi giorni, partendo da tonalità mediocri di verde raggiungono prestazioni uguali o migliori alle altre tesi.

Per quanto riguarda le specie in prova, possiamo affermare che *F. arundinacea* ha sempre mostrato un'intensità del colore verde significativamente maggiore rispetto a *C. dactylon*, tranne nel mese di luglio in cui la specie macroterma ha "tenuto" il colore in maniera più efficace rispetto alla microterma (Fig. 3.8).



**Figura 3.7** - Colore delle parcelle sottoposte a diversi livelli di reintegro dell'ETM, nel 2006 (i valori contrassegnati dalle stesse lettere non sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).



**Figura 3.8** - Colore delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso, nel 2006 (i valori contrassegnati da lettere maiuscole diverse, sono significativamente differenti per  $P \leq 0.01$ ; i valori contrassegnati da lettere minuscole diverse, sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).

Anche nel 2007 sono state analizzate le medie mensili dei punteggi ottenuti dai due trattamenti.

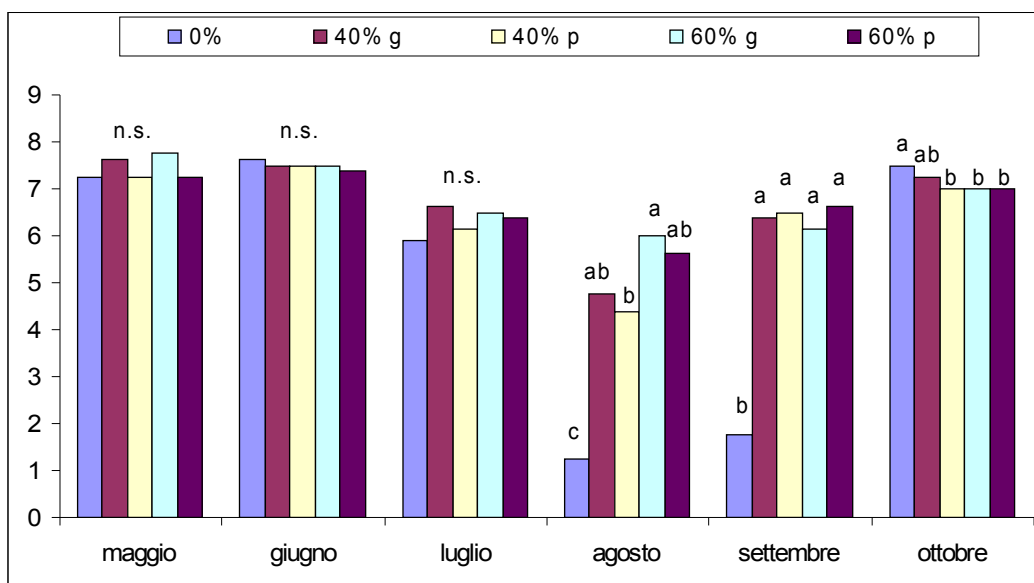
Come per l'aspetto estetico globale, il trattamento principale ha raggiunto la significatività a partire dal mese di agosto (Fig. 3.9).

In piena estate si evidenzia una superiore intensità del colore verde nelle parcelle soggette ad una maggiore restituzione dell'ETM (60%), soprattutto se effettuata giornalmente. Il risultato dell'anno precedente è, quindi, confermato nell'estate 2007 e solamente spostato di un mese. In settembre si assiste ad una ripresa di colore delle altre tesi, eccezion fatta per il testimone asciutto che mantiene un'assenza pressoché totale di verde.

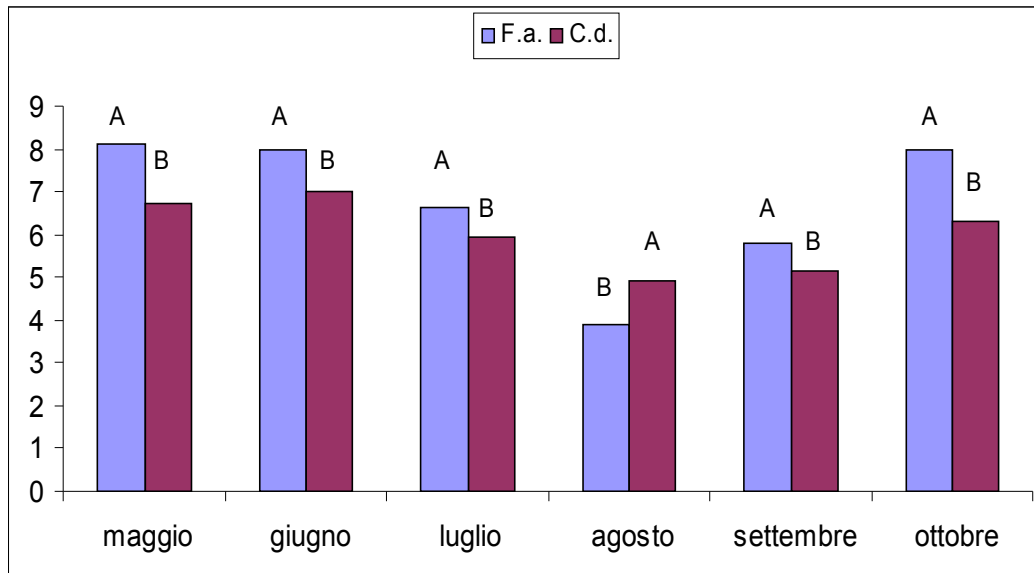
In ottobre è interessante notare il rapido recupero di colore proprio del testimone in asciutto, a cui sono bastate le piogge della terza decade di settembre per raggiungere una buona tonalità del colore verde, superiore a tutte le altre tesi.

Per quanto riguarda le specie in prova (Fig. 3.10), possiamo affermare che *F. arundinacea* ha sempre mostrato un'intensità del colore verde significativamente maggiore rispetto a *C. dactylon*, tranne nel mese di agosto in cui la specie macroterma ha tenuto il colore in maniera più efficace rispetto alla microterma. Anche in questo caso il risultato è lo stesso ottenuto nel 2006, ed evidenzia che la tonalità più scura è una caratteristica varietale difficilmente modificabile.

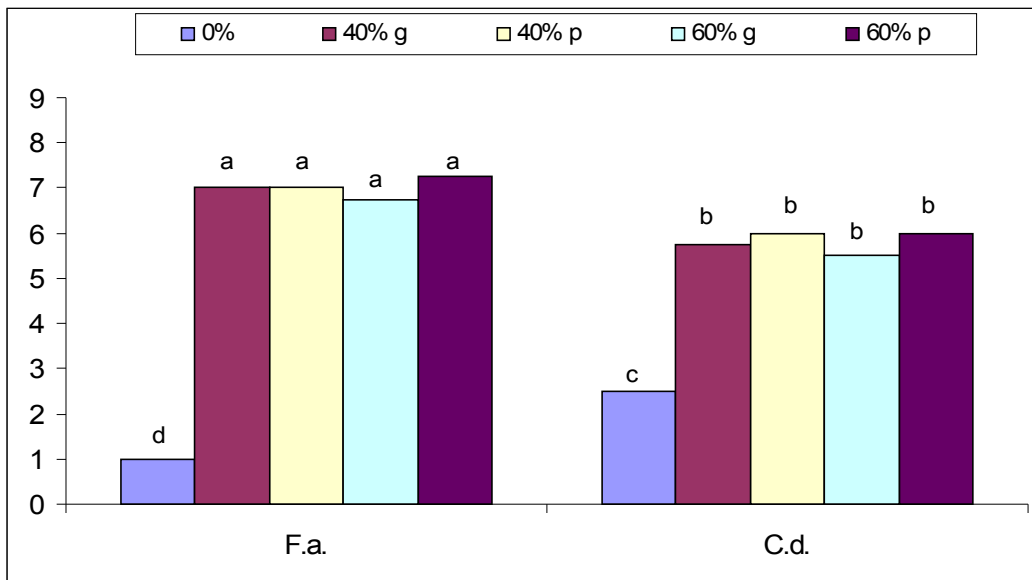
L'interazione tra i due trattamenti è risultata significativa nei mesi di settembre e ottobre ed evidenzia che il rapido recupero di tonalità delle parcelle in asciutto è da attribuirsi soprattutto alla *Festuca arundinacea*. Questa specie, infatti, in meno di un mese, è passata da una condizione di totale assenza di colore, ad una tonalità di verde quasi al vertice della scala cromatica (Fig. 3.11 e 3.12).



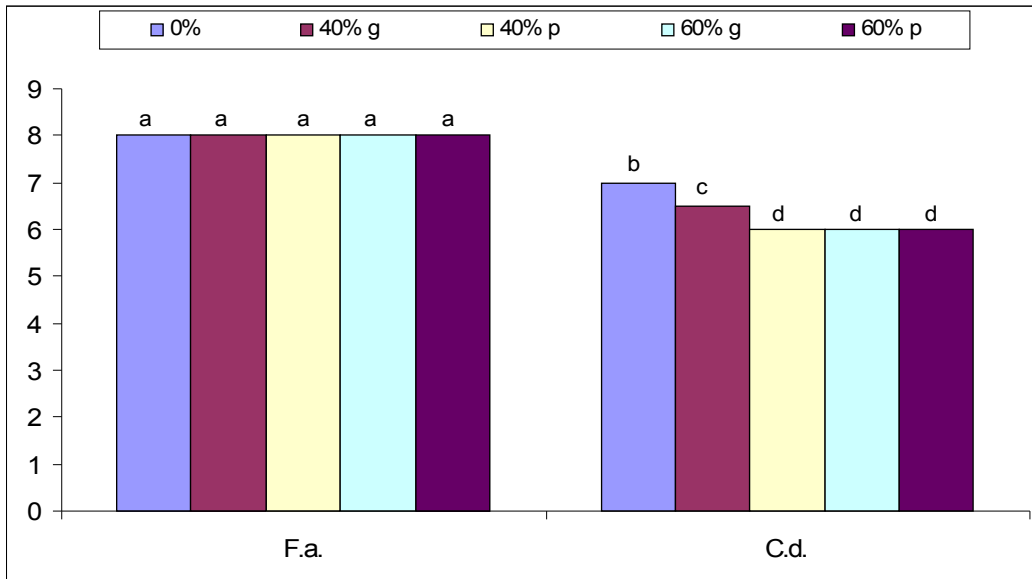
**Figura 3.9** - Colore delle parcelle sottoposte a diversi livelli di reintegro dell'ETM, nel 2007 (i valori contrassegnati dalle stesse lettere non sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).



**Figura 3.10** - Colore delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso, nel 2007 (i valori contrassegnati da lettere maiuscole diverse, sono significativamente differenti per  $P \leq 0.01$ ).



**Figura 3.11** - Colore delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso e sottoposte a diversi livelli di reintegro dell'ETM, settembre 2007 (i valori contrassegnati dalle stesse lettere non sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).



**Figura 3.12** - Colore delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso e sottoposte a diversi livelli di reintegro dell'ETM, ottobre 2007 (i valori contrassegnati dalle stesse lettere non sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).

### 3.3 DENSITA'

La conta degli steli è stata condotta alla fine del mese di settembre (per il 2006), dopo il taglio dell'erba, su due carote prese a caso all'interno di ogni semi parcella.

Sono state analizzate le medie dei valori ottenuti da questa conta.

Per questo rilievo, nel 2006, solamente il trattamento secondario è risultato significativo, evidenziando una maggior fittezza del tappeto erboso per le parcelle di *F. arundinacea* rispetto a quelle di *C. dactylon*, nonostante quest'ultima specie sia caratterizzata di un portamento rizomatoso, che di solito garantisce tappeti erbosi a densità elevate (Fig. 3.13).

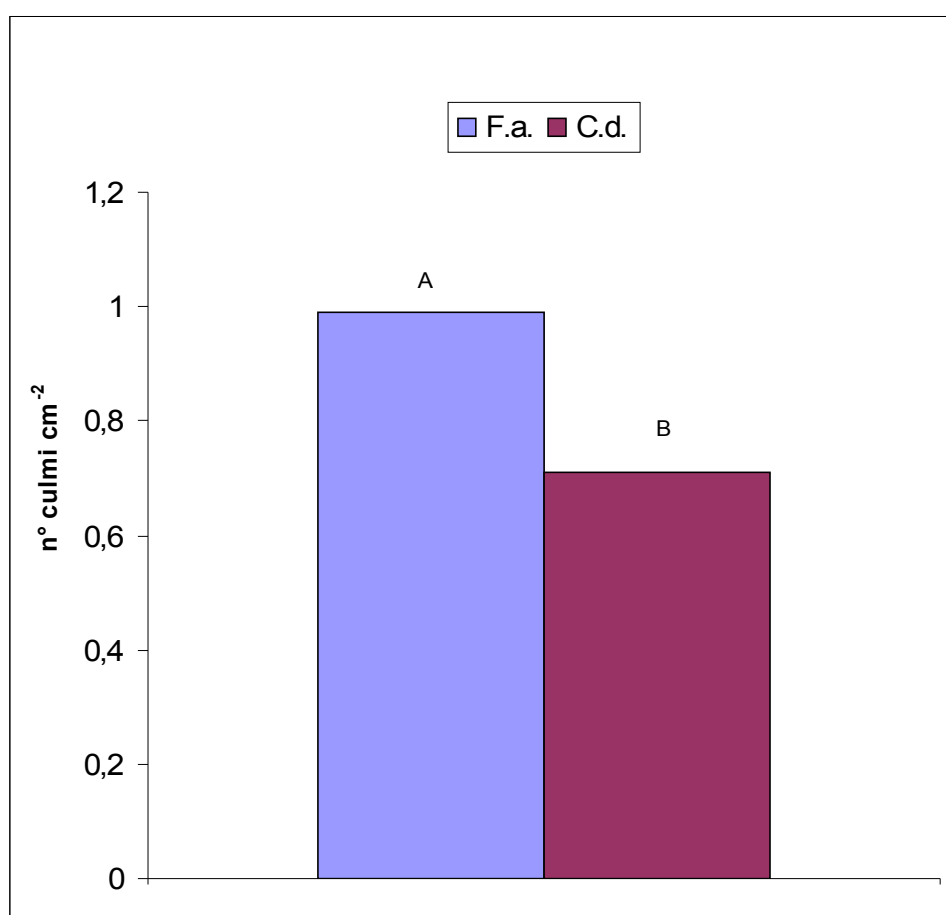
Nel 2007 il rilievo è stato condotto sia in primavera (24 maggio), sia in autunno (25 ottobre), con le stesse modalità dell'anno precedente.

Si è raggiunta la significatività solo nel rilievo autunnale e solamente per il trattamento secondario, evidenziando una maggior fittezza del tappeto erboso per le parcelle di *C. dactylon* rispetto a quelle di *F. arundinacea* (Fig. 3.14). Il risultato è quindi diametralmente opposto a quello del 2006, segno evidente che il tappeto erboso della specie macroterma tende, con il tempo, ad infittirsi, mentre la specie microterma si dirada.

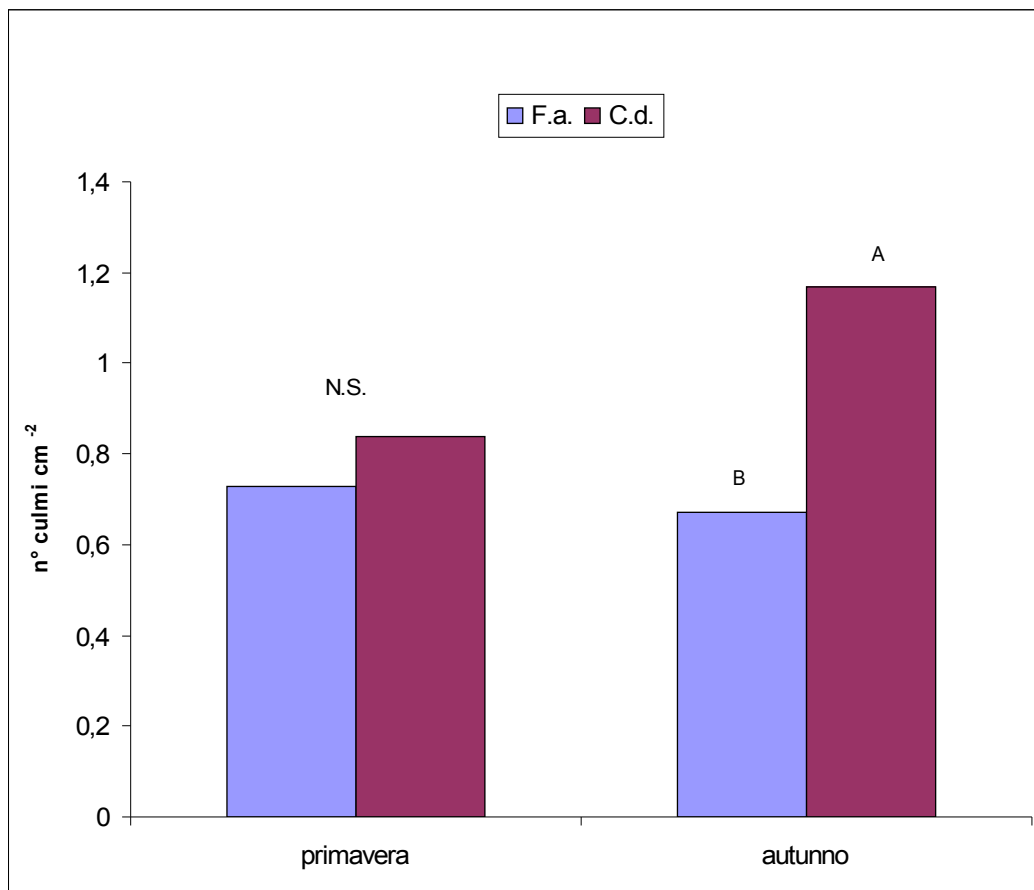
Si può notare, inoltre, che, passando per la stagione avversa e il carenamento idrico, il tappeto erboso di festuca non subisce gravi diradamenti. Questa specie, al contrario, sembra subire maggiori danni durante la stagione invernale. La densità del cotico erboso, infatti, diminuisce quasi del 30% passando dall'autunno 2006 alla primavera 2007. Questo suggerisce la necessità di effettuare eventuali trasemine primaverili dal terzo anno di vita del prato, qualora il diradamento dovesse compromettere la qualità tecnico-estetica del tappeto erboso.

La gramigna, viceversa, dimostra un costante aumento della densità delle subparcelle sia passando da un anno all'altro, sia affrontando la torrida estate 2007 in condizioni di

carencamento idrico. Il problema con questa specie, infatti, è stato quello di diserbare i margini delle subparcelle, per evitare che invadesse la metà destinata alla festuca.



**Figura 3.13** - Densità delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso, settembre 2006 (i valori contrassegnati da lettere maiuscole diverse, sono significativamente differenti per  $P \leq 0.01$ ).



**Figura 3.14** - Densità delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso, nel 2007 (i valori contrassegnati da lettere maiuscole diverse, sono significativamente differenti per  $P \leq 0.01$ ).

### 3.4 FELTRO

Di seguito vengono illustrati i risultati ottenuti nel 2007, poiché nei carotaggi effettuati nel 2006 non c'è stata evidenza di accumulo di materiale organico indecomposto. Il feltro, infatti, aumenta di spessore con il tempo e diventa un problema per i tappeti erbosi vecchi e mal gestiti.

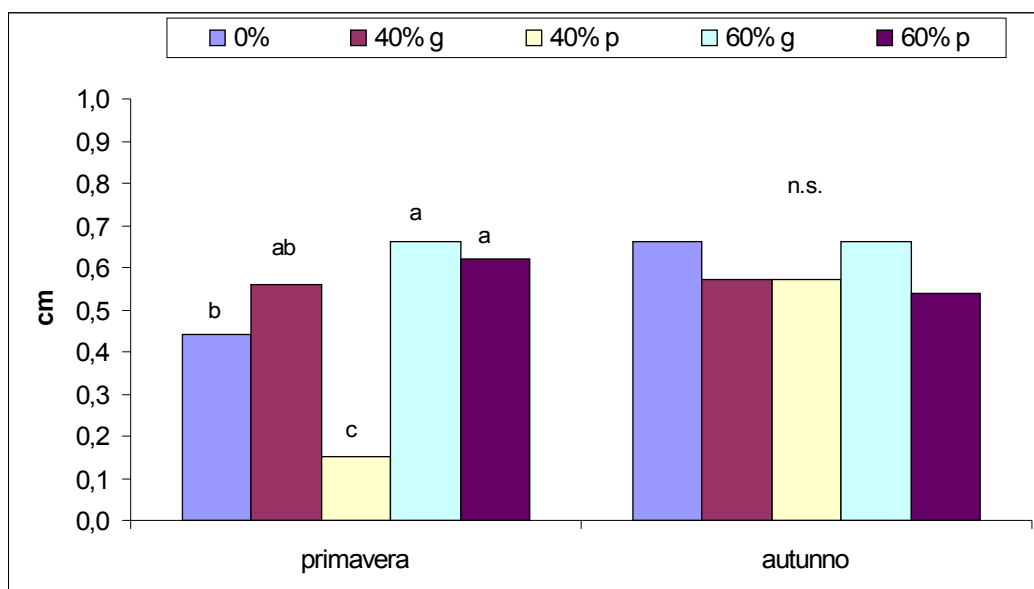
In un impianto nuovo, come quello della prova sperimentale, dove, per di più, l'erba tagliata viene asportata, difficilmente si riesce a rilevare un accumulo di materiale organico indecomposto alla base dei culmi prima del terzo anno.

Nel rilievo primaverile è risultato significativo solo il trattamento principale, evidenziando un maggiore infeltrimento per le parcelle con il reintegro maggiore di ETM (Fig. 3.15).

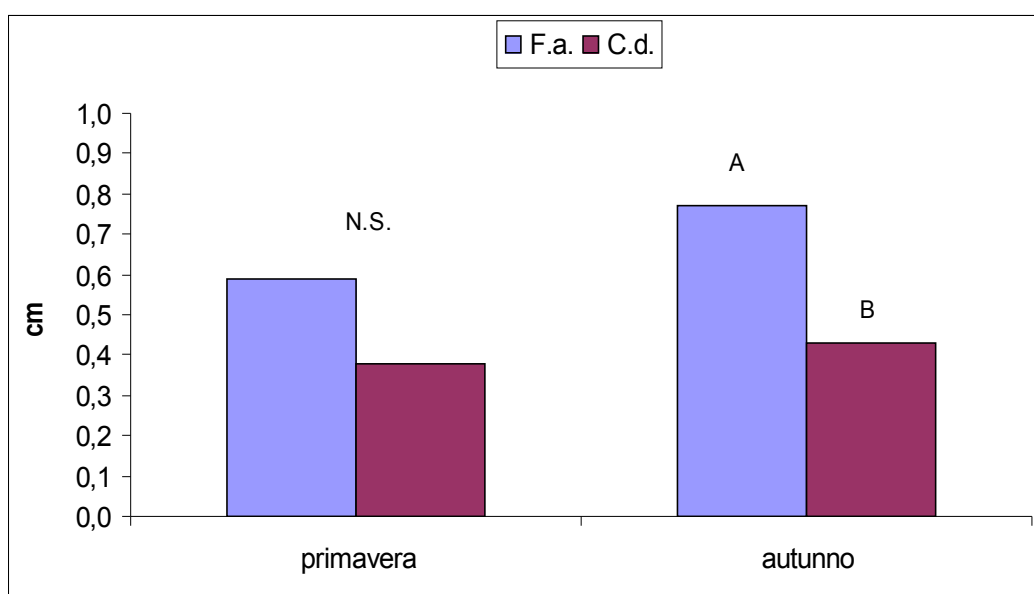
Probabilmente questo risultato è dovuto al maggior sviluppo vegetativo a cui queste tesi hanno dato origine nella stagione irrigua precedente, causando un ricambio vegetazionale più spinto e quindi un accumulo di steli e lamine fogliari morte alla base dei culmi.

Per quanto riguarda le specie, solo nel rilievo autunnale si è raggiunta la significatività statistica, con un maggiore spessore del feltro per la *F. arundinacea* rispetto al *C. dactylon* (Fig. 3.16). Questo risultato è interessante nella valutazione della varietà di gramigna in prova. Infatti, varietà già ampiamente diffuse sul nostro territorio hanno dimostrato, in uguali condizioni di gestione ed età del tappeto erboso, un accumulo di feltro esattamente doppio a quello da noi ottenuto (Nasseti, A.A. 2006-2007).

C'è da dire, comunque, che il grado di infeltrimento, per entrambe le specie, è abbondantemente al di sotto dello spessore ritenuto dannoso per il tappeto erboso (oltre 1 cm).



**Figura 3.15** - Spessore del feltro delle parcelle sottoposte a diversi livelli di reintegro dell'ETM, nel 2007 (i valori contrassegnati dalle stesse lettere non sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).



**Figura 3.16** - Spessore del feltro delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso, nel 2007 (i valori contrassegnati da lettere maiuscole diverse, sono significativamente differenti per  $P \leq 0.01$ ).

### 3.5 SVILUPPO VEGETATIVO

Per quanto riguarda questo dato, sono state analizzate le medie dell'accrescimento giornaliero (espresso in mm giorno<sup>-1</sup>) per i due trattamenti.

Il trattamento principale ha raggiunto la significatività statistica solo nella prima decade di agosto.

Lo sviluppo grafico (Fig. 3.17) mostra chiaramente un'intensificazione dello sviluppo vegetativo passando dal testimone in asciutto alle maggiori quote di restituzione dell'ETM e, dalle somministrazioni irrigue giornaliere a quelle periodiche. Comunque, all'interno di una stessa percentuale di reintegro, le irrigazioni giornaliere non danno vita ad accrescimenti significativamente differenti da quelle periodiche. Questa osservazione indica che le piante riescono a tollerare agevolmente un turno irriguo di tre-quattro giorni e che l'irrigazione periodica è da preferirsi, almeno nei periodi in cui lo stress idrico non è eccessivamente severo, perché aumenta le probabilità di sfruttamento delle precipitazioni meteoriche.

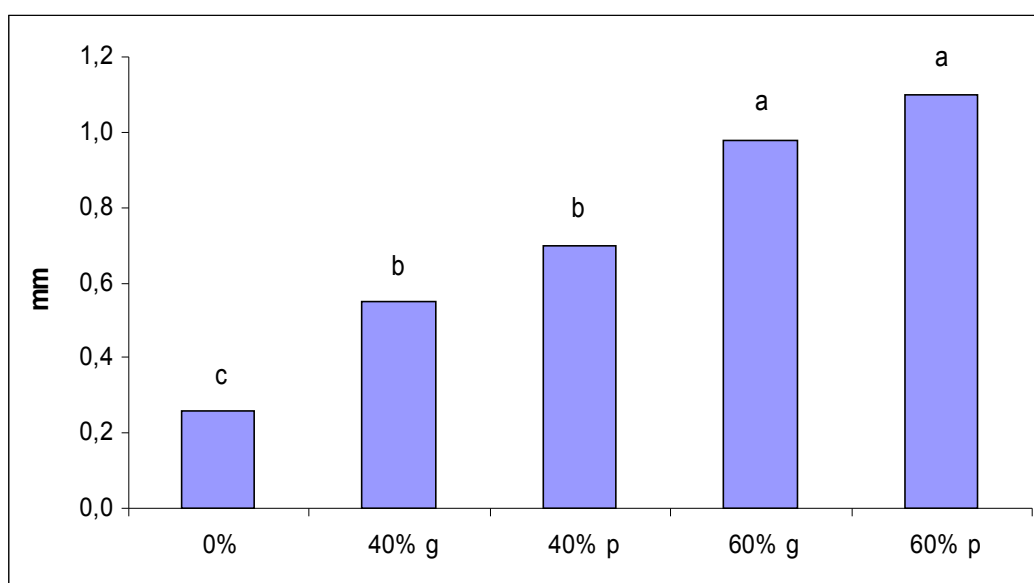
Le due specie si sono differenziate significativamente solo a partire dalla seconda metà del mese di agosto quando la gramigna si è accresciuta più velocemente rispetto alla festuca per circa un mese (Fig. 3.18).

Dopo la metà di settembre, viceversa, la specie microterma, grazie soprattutto alle più favorevoli condizioni climatiche, ha raggiunto una maggiore intensità giornaliera di crescita rispetto alla gramigna.

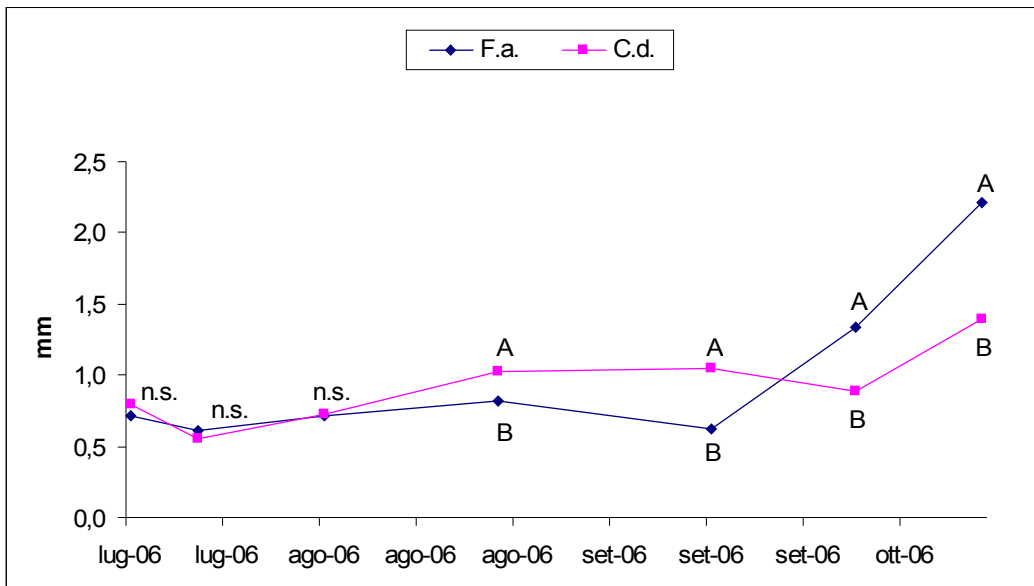
Nella prima decade di agosto è risultata significativa anche l'interazione tra i due trattamenti.

Per quanto riguarda la gramigna, il maggior sviluppo vegetativo si è ottenuto con il reintegro del 60% periodico dell'ETM, mentre la festuca si accresce più velocemente con la restituzione giornaliera sempre del 60% (Fig. 3.19).

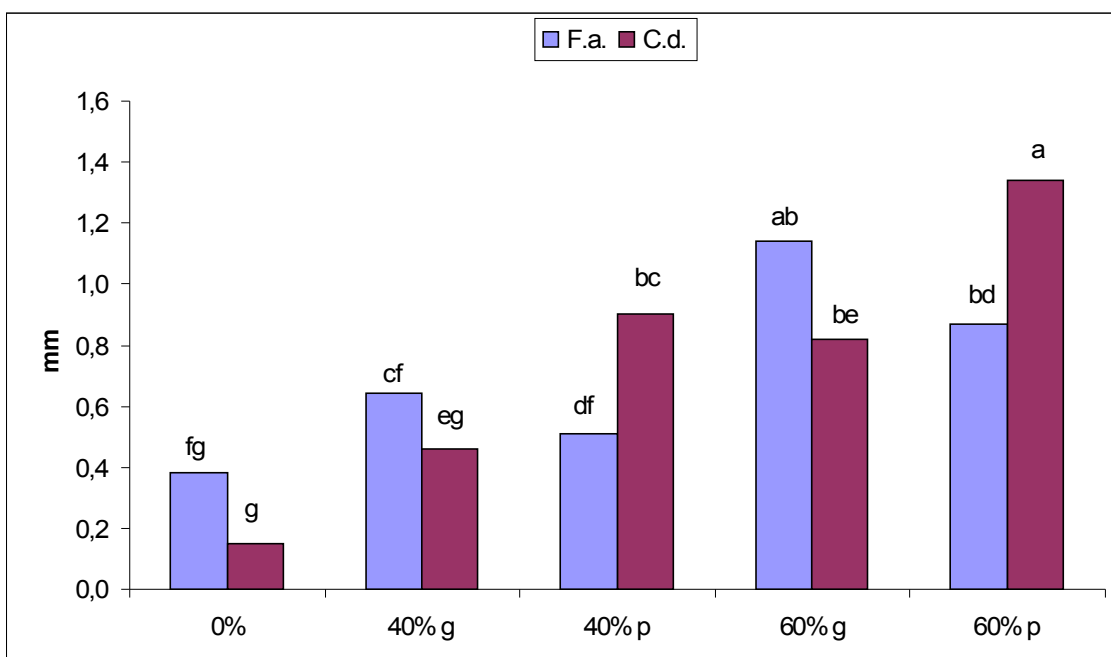
Questo dato completa le informazioni ottenute dall'analisi del trattamento principale, indicandoci le "preferenze" di ciascuna specie riguardo alla frequenza dell'irrigazione: le stesse considerazioni, infatti, si possono fare osservando gli istogrammi relativi al reintegro del 40% dell'ETM.



**Figura 3.17** - Accrescimento giornaliero delle parcelle sottoposte a diversi livelli di reintegro dell'ETM, I decade di agosto 2006 (i valori contrassegnati dalle stesse lettere non sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).



**Figura 3.18** - Accrescimento giornaliero delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso, nel 2006 (i valori contrassegnati da lettere maiuscole diverse, sono significativamente differenti per  $P \leq 0.01$ ).



**Figura 3.19** – Accrescimento giornaliero delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso e sottoposte a diversi livelli di reintegro dell’ETM, I decade di agosto 2006 (i valori contrassegnati dalle stesse lettere non sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).

Anche nel 2007 sono state analizzate le medie dell'accrescimento giornaliero (espresso in mm giorno<sup>-1</sup>) per i due trattamenti.

Differentemente dal 2006, il trattamento principale ha sempre raggiunto la significatività statistica.

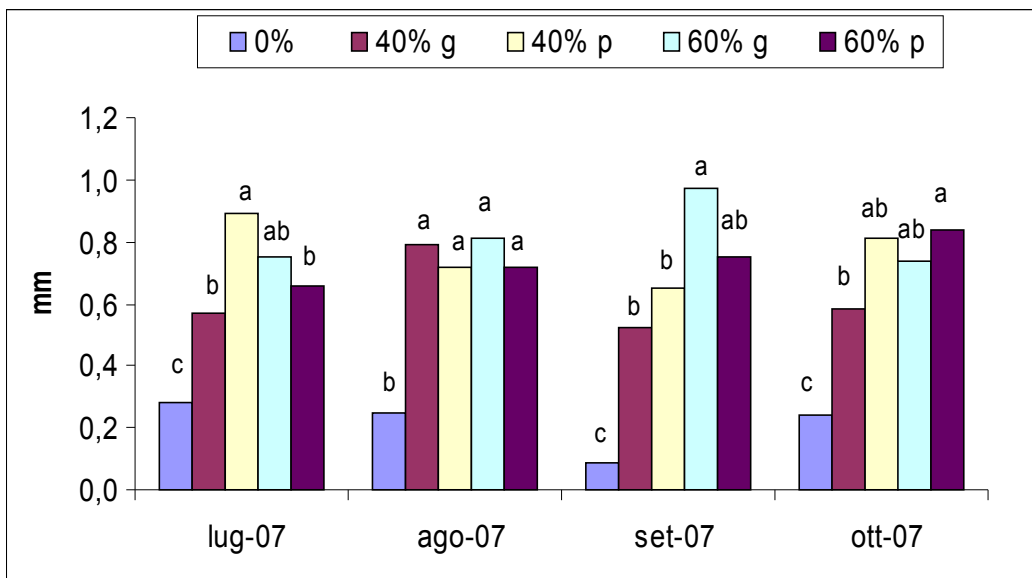
Lo sviluppo grafico (Fig. 3.20) mostra che, a parte il mese di luglio, ancora troppo vicino all'inizio dei trattamenti, non esiste una netta differenza tra irrigazione giornaliera e periodica, così come tra il 40% e il 60% di restituzione dell'ETM.

Solamente nella prima decade di settembre, quando lo stress da aridità è al suo culmine, l'irrigazione giornaliera con il 60% dell'ETM prevale nettamente sulle restituzioni minori.

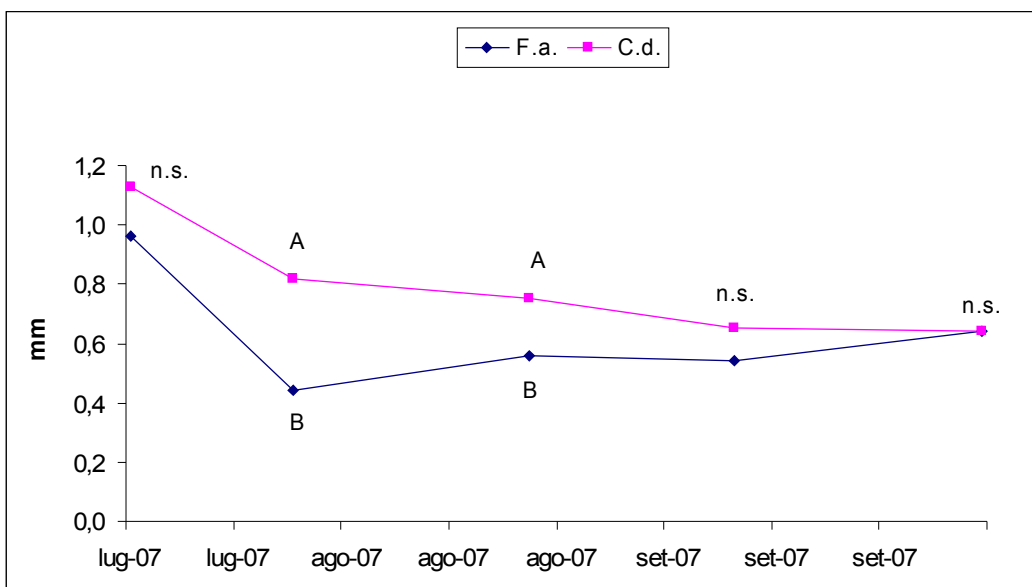
Nel mese di ottobre, grazie al mitigarsi delle condizioni climatiche, le irrigazioni periodiche danno origine ad accrescimenti giornalieri superiori a quelle giornaliere, anche se non in maniera statisticamente significativa.

Le due specie si sono differenziate significativamente nei rilievi compiuti nella terza decade di luglio e nella seconda decade di agosto, quando la gramigna si è accresciuta più velocemente rispetto alla festuca per circa un mese (Fig. 3.21).

La specie macroterma, comunque, a partire dall'inizio delle osservazioni, ha sempre avuto uno sviluppo vegetativo giornaliero maggiore della specie microterma. Dopo la metà di settembre, viceversa, la specie microterma, grazie soprattutto alle più favorevoli condizioni climatiche, ha subito un sensibile aumento dell'intensità di accrescimento fino a raggiungere, nella prima decade di ottobre, lo stesso ritmo di sviluppo vegetativo della gramigna.



**Figura 3.20** - Accrescimento giornaliero delle parcelle sottoposte a diversi livelli di reintegro dell'ETM, nel 2007 (i valori contrassegnati dalle stesse lettere non sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).



**Figura 3.21** - Accrescimento giornaliero delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso, nel 2007 (i valori contrassegnati da lettere maiuscole diverse, sono significativamente differenti per  $P \leq 0.01$ ).

### 3.6 SVILUPPO RADICALE

Nel terzo anno di studio si è voluto misurare l'approfondimento radicale delle due specie da tappeto erboso, per verificare la relazione esistente tra lo sviluppo dell'apparato ipogeo e le tesi in prova.

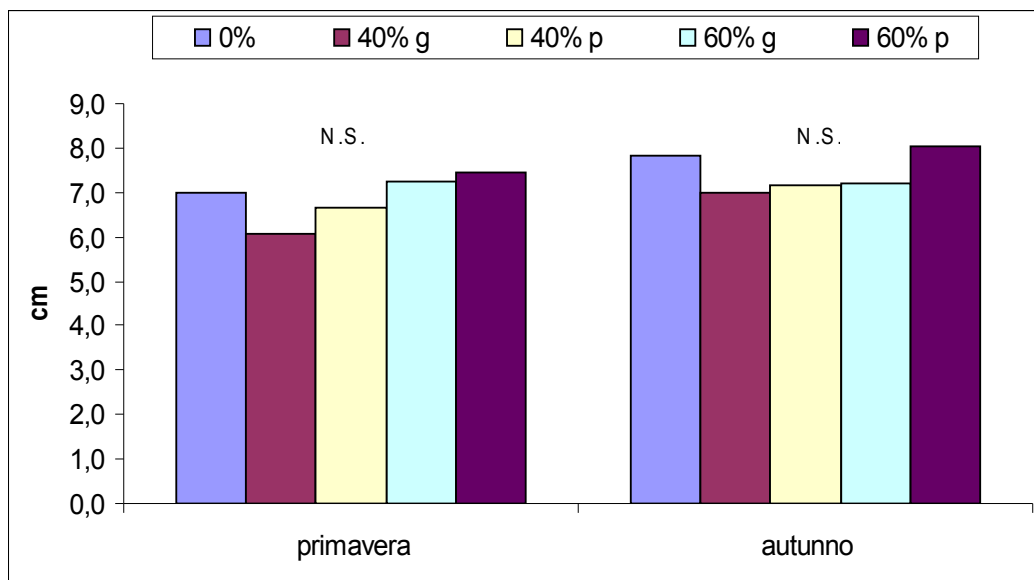
I rilievi sono stati compiuti in primavera e in autunno, ovvero prima e dopo il differenziamento dei trattamenti irrigui.

Si è misurata la lunghezza delle radici da due carote prese a caso all'interno di ogni semi-parcella e sono state analizzate le medie di queste misurazioni.

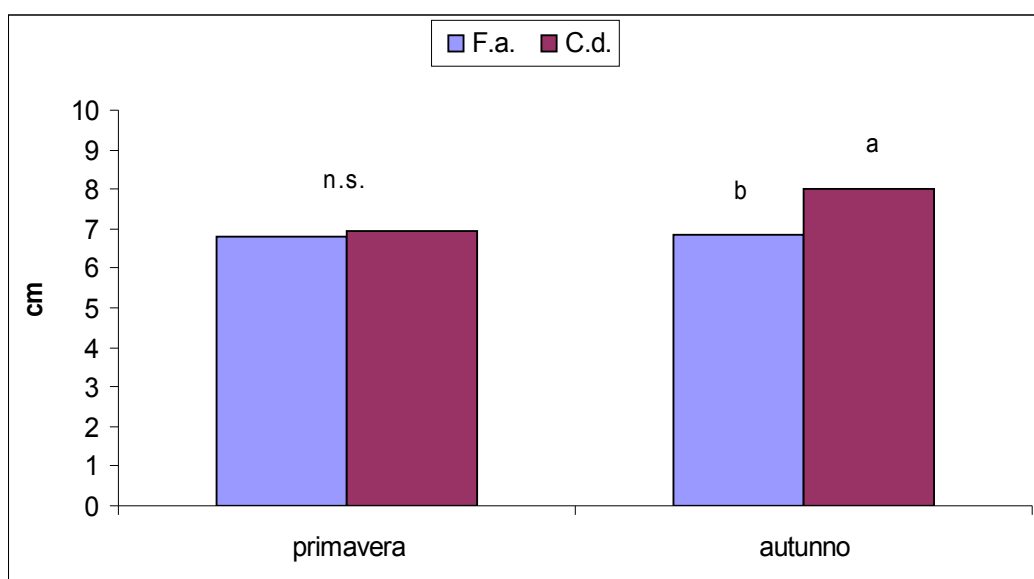
Dalla figura 3.22 possiamo notare come, in autunno, dopo il periodo di stress idrico, tutti i trattamenti principali (ad eccezione del 60% giornaliero) hanno subito un approfondimento dell'apparato radicale, anche se il test F non è risultato significativo.

L'indicazione che ci dà questa osservazione è in linea con quanto si trova in letteratura (Huang, 2004), ma probabilmente un effetto più netto del carenamento idrico sull'approfondimento radicale richiede diversi anni di trattamenti.

Per quanto riguarda le specie, invece, la significatività si è raggiunta proprio nel rilievo autunnale, in cui la gramigna ha dimostrato una più alta capacità di risposta allo stress idrico, approfondendo maggiormente il proprio apparato radicale rispetto alla festuca che non ha subito praticamente variazioni dalla misurazione primaverile (Fig. 3.23).



**Figura 3.22** - Approfondimento radicale delle parcelle sottoposte a diversi livelli di reintegro dell'ETM, nel 2007.



**Figura 3.23** - Approfondimento radicale delle subparcelle coltivate con due diverse specie da tappeto erboso, nel 2007 (i valori contrassegnati da lettere diverse, sono significativamente differenti per  $P \leq 0.05$ ).

#### 4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dai dati raccolti in questi due anni di sperimentazione possiamo trarre le seguenti conclusioni.

Per quanto riguarda l'irrigazione, possiamo affermare che la periodicità della restituzione dell'ETM dà sempre buoni risultati, soprattutto per il livello maggiore di reintegro, per tutti i caratteri rilevati.

Solo nei periodi in cui lo stress idrico è stato particolarmente severo l'irrigazione giornaliera ha dato una risposta estetica migliore, ma non significativamente differente da quella bi-settimanale.

Questo dato è stato confermato nell'estate 2007, quando non si è riscontrata significatività statistica, anche confrontando percentuali diverse di reintegro, eccezion fatta per il testimone in asciutto. Tale risultato è in accordo con quanto ottenuto da Richie *et al.* (2002) in California e da Cereti *et al.* (2004) nel litorale laziale.

Dal confronto dei risultati ottenuti nei due anni, la migliore soluzione sembra essere quella di irrigare il tappeto erboso periodicamente cumulando il 60% dell'ETM, poiché il livello minore di reintegro non riesce sempre a dare punteggi sufficienti di aspetto estetico. Questo risultato completa le nostre conoscenze sul comportamento tecnico-estetico dei tappeti erbosi di festuca e di gramigna in risposta al carenamento idrico. Per quanto riguarda la specie microterma, infatti, si era già riscontrato che le caratteristiche qualitative restano buone fino ad una restituzione giornaliera del 50% dell'ETM (Spagnoli, A.A. 2001-2002); mentre la gramigna aveva già dimostrato una buona risposta tecnico-estetica con la restituzione giornaliera del 66% dell'ETM (Cereti *et al.*, 2004).

Ora possiamo vantaggiosamente introdurre la periodicità dell'irrigazione con un livello di reintegro che è pari alla metà delle due tesi già sperimentate.

La restituzione del 40% dell'ETM, comunque, può essere proficuamente impiegata non appena le condizioni climatiche diventano meno severe.

C'è da evidenziare, comunque, che i risultati da noi ottenuti sono raggiungibili solo se il terreno presenta una buona capacità di ritenzione idrica.

Su *F. arundinacea*, infatti, in prove svolte su terreni sabbiosi, con una restituzione periodica dell'80% dell'evapotraspirazione, non si sono raggiunti livelli sufficienti di aspetto estetico durante il periodo estivo (Marchione, 2004<sup>b</sup>).

Preferendo l'irrigazione periodica con il 60% dell'ETM, inoltre, aumentano le probabilità di sfruttare eventuali piogge utili estive e si riesce a conservare un notevole quantitativo di risorsa idrica disponibile per altri scopi (Tab. 4.3), senza rinunciare ad una sufficiente risposta estetica del tappeto erboso.

Osservando i risultati ottenuti dall'interazione dei due trattamenti possiamo affermare che, per quanto riguarda l'aspetto estetico globale, entrambe le specie ottengono i punteggi migliori con la restituzione periodica rispetto agli stessi reintegri somministrati giornalmente. La gramigna dimostra, inoltre, un ottimo recupero di aspetto estetico delle parcelle in asciutto, non appena riesce ad usufruire anche di una modesta quantità di acqua piovana.

Questa stessa osservazione può essere fatta per il colore della festuca.

Questa specie, infatti, appena si mitigano le condizioni climatiche, riesce a raggiungere una tonalità di verde molto scura, partendo da punteggi del tutto insufficienti.

Tale capacità potrebbe essere sfruttata *ad hoc* per manifestazioni all'aperto in cui si cerca una particolare intensità del colore verde. Si otterrebbe, infatti, questo effetto, tenendo il tappeto erboso in condizioni di stress idrico controllato fino ad un mese prima dell'evento, per poi irrigarlo normalmente nelle settimane precedenti la manifestazione.

Infine, dal punto di vista dell'accrescimento vegetativo durante il periodo estivo, la gramigna (pianta C4), preferendo le irrigazioni periodiche, conferma la sua migliore strategia di sopravvivenza al periodo sfavorevole del clima mediterraneo, rispetto alla festuca (pianta C3).

Per questo stesso motivo, la gramigna dà una risposta estetica migliore della festuca nei periodi eccezionalmente caldi e aridi. Questo risultato è in accordo con tutte le ricerche di altri autori che hanno investigato il comportamento di *C. dactylon* in ambiente mediterraneo (Volterrani *et al.*, 1997; Marchione, 2004<sup>a</sup>).

La specie microterma, comunque, evidenzia una rapida capacità di recupero quando le condizioni ambientali garantiscono approvvigionamenti idrici naturali anche sporadici.

Nonostante ciò queste due specie, soprattutto la gramigna, vengono ancora poco utilizzate per la costituzione di tappeti erbosi domestici nel nostro Paese.

E' necessario diffondere le conoscenze che legano una specie erbacea al proprio ambiente, per evitare che si continuino ad impiantare tappeti erbosi non sostenibili dal punto di vista economico, ambientale e sociale.

Se si considera una restituzione del 60 % dell'ETM per tutta la stagione irrigua dei tappeti erbosi e volendo calcolare il risparmio effettivo di risorsa idrica che si riesce ad ottenere con questo livello, possiamo trarre i seguenti risultati:

- Nel 2006 si sono potuti risparmiare circa 65 mm d'acqua, ovvero 65 l m<sup>-2</sup> di tappeto erboso (Tab. 4.1);
- Nel 2007 si sono potuti risparmiare circa 132 mm d'acqua, ovvero 132 l m<sup>-2</sup> di tappeto erboso (Tab. 4.2);
- Facendo una media dei risparmi idrici ottenibili negli ultimi sette anni (periodo in cui si è fatto più pressante il "problema acqua"), si è constatato che

possono essere salvaguardati, nel nostro clima, circa 120 mm d'acqua ogni anno, ovvero  $120 \text{ l m}^{-2} \text{ anno}^{-1}$  (Tab. 4.3).

**Tab. 4.1** – Risparmio idrico ottenuto nella stagione irrigua del 2006

<b>TOT (I dec. di giugno - I dec. di ottobre)</b>	
ETM (mm)	462,40
Pioggia (mm)	300,40
deficit idrico (mm)	162,00
restituzione 60% (mm)	97,20
risparmio idrico (mm)	<b>64,80</b>

**Tab. 4.2** – Risparmio idrico ottenuto nella stagione irrigua del 2007

<b>TOT (I dec. di giugno - I dec. di ottobre)</b>	
ETM (mm)	460,20
Pioggia (mm)	129,00
deficit idrico (mm)	331,20
restituzione 60% (mm)	198,72
risparmio idrico (mm)	<b>132,48</b>

**Tab. 4.3** – Risparmio idrico medio nella stagione irrigua 2001 - 2007

<b>(I dec. di giugno - I dec. di ottobre)</b>	
ETM (mm)	516,19
Pioggia (mm)	218,27
deficit idrico (mm)	297,92
restituzione 60% (mm)	178,75
risparmio idrico (mm)	<b>119,17</b>

Considerando un giardino medio, che abbia 250 m<sup>2</sup> di superficie a tappeto erboso, i dati riportati nelle tabelle precedenti ci fanno stimare un risparmio della risorsa idrica pari rispettivamente a: 16 m<sup>3</sup> (nel 2006), 33 m<sup>3</sup> (nel 2007) e 30 m<sup>3</sup> (come media dei sette anni).

In Italia, il consumo medio giornaliero di acqua è di circa 268 l per persona (Benedini, 2007) (dai 106 l di Ascoli Piceno ai 360 l di Milano) e solo una quantità minima di questa viene utilizzata a scopi alimentari (dai 2 ai 5 l).

Di conseguenza, la risorsa idrica risparmiata nell'irrigazione del giardino, calcolata come media degli ultimi sette anni, può essere utilizzata a scopi domestici da ogni persona per circa 112 giorni, cioè per quasi l'intera durata della stagione irrigua dei tappeti erbosi.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON W.P., 1999. *Perennial weeds: characteristics and identification of selected herbaceous species*. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 228 pp.
- BEARD J.B., 1969. *Turfgrass shade adaptations*. Proceedings of the 1<sup>th</sup> International Turfgrass Research Conference, 273-281.
- BELESKY D.P., PERRY H.D., WINDHAM W.R., 1991. *Productivity and quality of bermudagrass in a cool temperate environment*. Agronomy Journal 83(5): 810-813.
- BENEDINI M., 2007. *Fabbisogno nazionale di acqua per usi potabili, industriali e agricoli*. La crisi dei sistemi idrici: approvvigionamento agro-industriale e civile (Riassunti), pag. 6. Giornata mondiale dell'acqua: 22 marzo 2007, Accademia Nazionale dei Lincei – Roma.
- BROSNAN J.T. and DEPUTY J., 2008. *Bermudagrass*. Turfgrass Management, Jan., 1-6.
- BROWN P. W., MANCINO C. F., YOUNG M. H., THOMPSON T. L., WIERENGA P. J., KOPEC D. M., 2001. *Penman Monteith Crop Coefficients for Use with Desert Turf Systems*. Crop Science 41, 1197-1206.
- CERETI C.F., 1993. *Il sistema colturale «tappeto erboso»*. Annali dell'Accademia di Agricoltura di Torino, 135, 39-52.
- CERETI C.F., 2002. *Tappeti erbosi e inerbimenti*. In *Coltivazioni erbacee – Foraggiere e tappeti erbosi*. Pàtron Editore. Pag. 354.
- CERETI C.F., ROSSINI F., NASSETTI F., 2004. *Water supply reduction on warm season grasses in mediterranean environment*. Proceedings of the First

International Conference on Turfgrass Management and Science for Sports Fields, 153-158.

- ELMORE C.L., CUDNEY D.W., 1998. *Bermudagrass. The University of California, Statewide Integrated Pest Management Project, UC Pest Management Guidelines*. Website:  
<http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/PESTNOTES/pn7453.html>.
- GIARDINI L., 1992. *Agronomia generale – ambientale e aziendale*. Patron Editore. Pag. 33.
- GULLINO M.L., MOCIONI M., ZANIN G., ALMA A., 2000. *La difesa dei tappeti erbosi*. Edizioni Bayer. Distribuito da Edizioni Agricole. Pagg. 11-22.
- HALVORSON W.L. and GUERTIN P., 2003. *Cynodon dactylon (L.) Pers.* USGS Weeds in the West project: Status of Introduced Plants in Southern Arizona Parks. U.S. Geological Survey National Park Service, 8 pp.
- HANSEN A.A., 1924. *Eradication of Bermudagrass*. United States Department of Agriculture. Farmer's Bulletin 945. United States Government Printing Office. 10 pp.
- HOLM L.G., PLUNKNETT D.L., PANCHO J.V., HERBERGER J.P., 1991. *The world's worst weeds: distribution and biology*. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida. 609 pp.
- HUANG B., 2004. *Recent advances in drought and heat stress physiology of turfgrass – a review*. Acta Hort. (ISHS) 661: 185-192.
- HUBBARD C.E., 1968. *Grasses*. Penguin Books. Ltd. Harmondsworth, England, p. 135, 137, 143, 149.
- HULL R.J., 1990. *The psychological value of turf and ornamental plants*. Agronomy Abstracts, 175.

- KUMAR A. and ABROL I.P., 1982. *Relative tolerance of grasses to sodic soils*. Indian Farming 32: 41-43.
- LAWN INSTITUTE, 2008. *How Turfgrass Affects the Environment*. <http://www.thelawninstitute.org/environment/?c=184513>.
- MADISON J.H., 1981. *Lawns and Turfgrasses*. In «Growth, Development, and Utilization of Cultivated Plants» (Ed.: Hartmann H.T., Flocker W.J. and Kofranek A.M.), Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., USA.
- MARCHIONE V., 2004<sup>a</sup>. *Evaluation of growth rate and aesthetic parameters of several bermudagrass cultivars in Southern Italy*. Acta Hort. (ISHS) 661, 399-401.
- MARCHIONE V., 2004<sup>b</sup>. *Influence of two irrigation regimes on the growth rate and aesthetic parameters of different tall fescue and perennial ryegrass cultivars in Southern Italy*. Acta Hort. (ISHS) 661, 145-152.
- NASSETTI F., A.A. 2006-2007. *Studio dell'aumento della sostenibilità nella gestione del tappeto erboso*. Tesi di dottorato in Ortoflorofrutticoltura – XIX ciclo. Università degli Studi della Tuscia: pag. 109.
- NEWMAN D., 1992. *Element Stewardship Abstract for Cynodon dactylon – Bermuda Grass*. The Nature Conservancy. 1815 North Lynn St., Arlington, Virginia.  
  
Website: <http://tncweeds.ucdavis.edu/esadocs/documnts/cynodac.html>
- OTT P.M., 1983. *Biology and ecology of Cynodon dactylon (L.) Pers.* In: FAO Plant Production and Protection Paper, 74. 1986. Ecology and control of perennial weeds in Latin America. Papers presented at the Panel of Experts on Ecology and Control of Perennial Weeds held in Santiago, Chile, Nov. 28-Dec. 2, 1983. 339 pp.

- PANELLA A., CROCE P., DE LUCA A., FALCINELLI M., MODESTINI F.S., VERONESI F., 2000. *Tappeti erbosi*. Calderini Edagricole.
- PIGNATTI S., 1982. *Flora d'Italia*. Edagricole, Bologna. Vol. 3: 603.
- RICHIE W. E., GREEN R. L., KLEIN G. J., HARTIN J. S., 2002. *Tall Fescue Performance Influenced by Irrigation Scheduling, Cultivar, and Mowing Height*. Crop Science 42, 2011-2017.
- ROBERTS E.C., 1990. *The significance of turf benefits*. An overview. Agronomy Abstracts, 174.
- ROBINSON W.D., 2005. *Traffic tolerance and recovery of bermudagrass*. Thesis Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, 2 pp.
- ROSSINI F., NASSETTI F., RUGGERI R., 2007. *Resistenza al calpestamento di 110 varietà da tappeto erboso*. Italus Hortus 14 (5): 69.
- SEMINARA G., 2007. *Risorse idriche del pianeta: riflessioni sul presente e uno sguardo al futuro*. La crisi dei sistemi idrici: approvvigionamento agro-industriale e civile (Riassunti), 1-5. Giornata mondiale dell'acqua: 22 marzo 2007, Accademia Nazionale dei Lincei – Roma.
- SHEARMAN R.C. e BEARD J.B., 1975. *Turfgrass wear tolerance mechanisms*. Agron. J. 67: 208-211.
- SPAGNOLI C., A.A. 2001-2002. *Effetto "mulching" e carenamento idrico di Festuca arundinacea*. Tesi di laurea in Scienze e Tecnologie Agrarie. Università degli Studi della Tuscia: 79-80.
- SPEDDING C.R.W., 1979. *An Introduction to Agricultural Systems*. Applied Science Publisher, London.

- TOMASONI C. e BORRELLI L., 2001. *Prove di confronto varietale di specie adottate in tappeti erbosi*. L'informatore agrario, 38, 47-52.
- TRACANZAN G., 2004. *Le festuche arundinacee americane da tappeto erboso*. Lineaverde, 8, 8-12.
- USHER G., 1974. *A dictionary of plants used by man*. Constable and Company, Ltd., 10 Orange St., London WC2H 7EG. 619 pp.
- VIGGIANI P., ANGELINI R., 2002. *Erbe spontanee e infestanti: tecniche di riconoscimento - graminacee*. Bayer, distribuito da: Ed agricole, Bologna. Pag. 252.
- VOLTERRANI M., GROSSI N., PARDINI G., MIELE S., GAETANI M. e MAGNI S., 1997. *Warm season turfgrass adaptation in Italy*. Int. Turfgrass Soc. Res. J., 8, 1344-1354.