

# INDICE

1. INTRODUZIONE
  - 1.1 IL TAPPETO ERBOSO
    - 1.1.1 TIPOLOGIE DI TAPPETO ERBOSO
    - 1.1.2 FUNZIONI DEL TAPPETO ERBOSO
  - 1.3 LA QUALITÀ DEL TAPPETO ERBOSO
    - 1.3.1 LA QUALITÀ VISIVA
    - 1.3.2 LA QUALITÀ FUNZIONALE
  - 1.4 SPECIE DA TAPPETO ERBOSO
    - 1.4.1 CONFRONTO TRA MACROTERME E MICROTERME
    - 1.4.2 MORFOLOGIA DELLE MACROTERME
    - 1.4.3 RISERVE DI CARBOIDRATI NELLE MACROTERME
  - 1.5 SCOPO DELLA TESI
2. MATERIALI E METODI
  - 2.1 SCHEMA SPERIMENTALE
  - 2.2 CLIMA
  - 2.3 SPECIE E CULTIVAR UTILIZZATE
    - 2.3.1 *Cynodon dactylon*
    - 2.3.2 CULTIVAR DI *Cynodon dactylon*
  - 2.4 INTERVENTI PRELIMINARI
  - 2.5 GESTIONE DELLA PROVA
  - 2.6 PRIMA SPERIMENTAZIONE
    - 2.6.1 RACCOLTA E PULIZIA DI STOLONI
    - 2.6.2 MISURAZIONE MANUALE
    - 2.6.3 MISURAZIONE DIGITALE
    - 2.6.4 ANALISI CON WinRHIZO
  - 2.7 SECONDA SPERIMENTAZIONE
    - 2.7.1 PRELIEVO E PULIZIA DI STOLONI E RIZOMI
    - 2.7.2 MISURAZIONE MANUALE
    - 2.7.3 MISURAZIONE DIGITALE

- 2.7.4 PESATURA
- 2.7.5 LIOFILIZZAZIONE
- 2.7.6 DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI AMIDI
  - 2.7.6.1 PROCEDIMENTO
- 2.8 ANALISI STATISTICA
- 3. RISULTATI E DISCUSSIONI
  - 3.1 PRIMA SPERIMENTAZIONE
  - 3.2 SECONDA SPERIMENTAZIONE
    - 3.2.1 RIZOMI
      - 3.2.1.1 DIAMETRO WinRHIZO
      - 3.2.1.2 LUNGHEZZA WinRHIZO
      - 3.2.1.3 PESO
      - 3.2.1.4 AMIDO
    - 3.2.2 STOLONI
      - 3.2.2.1 DIAMETRO MISURATO
      - 3.2.2.2 DIAMETRO WinRHIZO
      - 3.2.2.3 LUNGHEZZA MISURATA
      - 3.2.2.4 LUNGHEZZA WinRHIZO
      - 3.2.2.5 PESO
      - 3.2.2.6 AMIDO
- 4. CONCLUSIONI

## BIBLIOGRAFIA

## Riassunto

Al fine di ridurre i costi gestione per la manutenzione dei tappeti erbosi nelle regioni a clima temperato, sarebbe opportuno ricorrere all'utilizzo delle specie macroterme come il *Cynodon dactylon*.

La sensibilità alle basse temperature e l'ingiallimento nei mesi invernali costituiscono sicuramente dei deterrenti nella scelta di queste specie, tuttavia con un'accurata scelta della cultivar ed una corretta gestione possono essere ridotti i tempi della dormienza aumentando così il periodo di fruibilità del tappeto erboso.

Il seguente lavoro è stato condotto allo scopo di valutare lo sviluppo di rizomi e stoloni sia in dimensione che in peso, oltre al contenuto in amido nel periodo di preparazione alla dormienza invernale.

Sono state utilizzate quattro cultivar di *Cynodon dactylon* ("La Paloma" e "Yukon", propagate per seme, "Tifway419" e "Patriot" propagate per via vegetativa).

Nei mesi di ottobre 2013 e marzo e luglio 2014 sono stati calcolati la lunghezza totale degli stoloni e dei rizomi di ogni cultivar per unità di superficie, il diametro medio degli stessi ed il peso secco.

Solo nel mese di ottobre 2013 è stato esaminato il contenuto di amido.

I parametri osservati, lunghezza e diametro misurati e da scanner degli stoloni, lunghezza e diametro da scanner dei rizomi e peso secco di rizomi e stoloni, hanno mostrato differenze significative a livello di cultivar, di stagione e dell'interazione di entrambe. Le cultivar propagate per via vegetativa hanno mostrato la miglior risposta in termini di sviluppo di organi di riserva; le stesse si sono dimostrate migliori negli stessi parametri anche nella stagione estiva. La lunghezza totale dei loro rizomi e stoloni calcolata per m<sup>2</sup> e il peso hanno sempre avuto valori maggiori delle cultivar seminate con differenze significative soprattutto nel periodo vegetativo (luglio 2014).

## Abstract

In order to reduce the management costs for maintaining turfgrass in temperate zones, it would be rather to use warm-season species such as *Bermudagrass*. Poor hardiness to low temperature and consequent winter dryness are negative aspects in the choice of this species, however choosing the appropriate cultivar and management, it is possible to reduce the timing of winter dormancy and so increase usability's period of the turfgrass.

The cultivar used for the test were four: "La Paloma", "Patriot", "Tifway419" and "Yukon".

In October 2013 and in March and July 2014 has been determined stolons' and rhizomes' total length for each cultivar, their average diameter and the dry weight.

Only in October 2013 has been analyzed the content of starch in rhizomes and stolons in order to value how they prepare themselves to the winter dormancy.

Stolons' length and diameter (both scanned and measured), rhizomes' scanned length and diameter and rhizomes' and stolons' dry weight, have shown significant differences between cultivar, season and the interaction of both. Vegetative cultivar have shown the best growth of rhizomes and stolons both in predormancy period and in summer. Their rhizomes and stolons total length (calculated for m<sup>2</sup>) and their dry weight have always been better than sown cultivar with significant differences above all in the vegetative period (July 2014).



## 1. INTRODUZIONE

La storia del prato nel giardino risale a tempi molto remoti: testimonianze dell'esistenza dei giardini sono contenute in testi risalenti all'epoca romana, dove era visto come prolungamento esterno della villa, qualcosa che, da fuori, rendesse idea del potere del *dominus*. A partire da tempi più recenti, l'approccio è ugualmente legato all'estetica, ma con l'ulteriore fine di soddisfare il piacere della vista: *“niente è considerato più piacevole agli occhi di un prato tenuto finemente rasato”* (Francis Bacon, 1625).

Il tappeto erboso rappresenta una complessa forma di interazione tra uomo e natura ed è un elemento strategico nel verde ornamentale: garantisce la qualità della vita dal punto di vista non solo ambientale, ma anche sociale ed economico, grazie alla creazione di paesaggi collettivi piacevoli, armonici; sono inoltre straordinari catalizzatori di risorse economiche ed imprenditoriali per il turismo, l'agricoltura e i servizi per i cittadini.

Dal semplice giardino domestico al parco pubblico, dalla zona industriale al villaggio turistico, il tappeto erboso trova applicazione in ambiti del paesaggio ad ogni scala, conferendo ad ognuno di essi un aspetto più o meno naturale.

Nel contesto attuale, dove i problemi di tipo ambientale, derivanti soprattutto dal riscaldamento globale, sono all'ordine del giorno, la necessità di elementi come gli inerbimenti si fa sentire a gran voce e la garanzia dei benefici che possono apportare è di massima importanza.

Lo sviluppo dei tappeti erbosi sta andando incontro a grande espansione negli ultimi anni, soprattutto nei paesi avanzati con reale disponibilità economica, sia in ambito pubblico, dove vengono applicati a svariate realtà (parchi, campi sportivi, piazze, monumenti), che in ambito privato, dove una delle ultime tendenze dei progettisti è la creazione dei cosiddetti *living walls* (Figura 1), le pareti verdi, indoor e outdoor.



Figura 1: Living wall indoor

## 1.1 IL TAPPETO ERBOSO

*"Il tappeto erboso è una copertura di vegetazione erbacea, comprendente anche lo strato più superficiale di suolo interessato dalle radici, che necessita di taglio basso e che è caratterizzata da ridotta crescita e uniformità di caratteristiche morfologiche" (Beard, 1991).*

Il tappeto erboso inoltre rappresenta una coltura agraria particolare in cui il prodotto non è ciò che si asporta, ma ciò che rimane in loco (Cereti, 2001).

Dalle sopracitate affermazioni si deduce come il tappeto erboso rappresenti una modalità di creare luoghi di interesse che perseguano un particolare scopo, sia esso funzionale od ornamentale. Ne deriva che lo studio e il lavoro da cui parte la creazione di tale coltura sono di grande dispendio energetico, in quanto il risultato finale deve essere quello desiderato o richiesto; in caso contrario si sconfinerebbe in una coltura di tipo diverso, molto più rustica ed estensiva, che è quella degli inerbimenti.

Il tappeto erboso rappresenta per molte realtà un aspetto di pregio, deve risultare perfetto alla vista, se ornamentale, o altamente funzionale, se sportivo. La pratica gestionale deve quindi enfatizzare le caratteristiche del tappeto erboso a seconda della loro finalità.

Ogni epoca storica ha visto il tappeto erboso rivestire ruoli diversi, e la gestione all'inizio affidata a mezzi rustici, è stata perfezionata sempre di più.

Le specie da sempre impiegate per i “prati” appartengono al genere delle *Graminacee*, o *Poacee*, la cui origine si fa risalire grazie a reperti fossili, a circa 45 milioni di anni fa. Esse, contestualmente all'evoluzione funzionale del tappeto erboso, hanno subito particolari adattamenti, fisiologici e morfologici: ad esempio il pascolamento del bestiame, tramite il calpestamento e la defogliazione, ha indotto una certa resistenza nelle *Graminacee* a sopportare tali stress, grazie alla diminuzione della lunghezza degli internodi, la presenza di meristemi basali e la possibilità di accrescersi con portamento prostrato, tramite stoloni e rizomi (Beard, 1973; Turgeon, 1980).

Tali adattamenti hanno permesso di utilizzare queste specie per la costituzione di tappeti erbosi.

I primi tappeti erbosi ornamentali veri e proprio si hanno in epoca rinascimentale, esclusivamente in ambiente aristocratico, con lo sviluppo del cosiddetto “giardino all'italiana”, promosso largamente dalla famiglia De Medici.



**Figura 2: Giardino di Boboli, Palazzo Pitti, Firenze**

Successivamente si diffuse nel resto d'Europa e principalmente in Francia, dove uno dei più grandi maestri paesaggisti della storia, André Le Notre, ne fece grande uso per la creazione dei parterre delle ville dei re; ne è uno dei più significativi esempi il parco della reggia di Versailles.

Se in questi primi due esempi il giardino era mantenuto con gestione ad alta intensità, e il rapporto tra uomo e natura era di tipo subordinato, lo sviluppo successivo, in Inghilterra, portò il tappeto erboso ad essere il protagonista di ampi paesaggi naturali dove rappresentò l'elemento di congiunzione massimo tra la natura e le persone; uno dei massimi esponenti della progettazione di questi giardini fu Kent.

Da opera d'arte da ammirare ad istituzione romantica di interazione tra uomo e natura il tappeto erboso è arrivato ai giorni nostri come un elemento strutturale che sopporta molteplici funzioni, tecnico-estetiche ed ambientali.

### **1.1.1 TIPOLOGIE DI TAPPETI ERBOSI**

I tappeti erbosi, nel lungo elenco di ambiti in cui possono essere applicati, assurgono principalmente a tre funzioni in base alla tipologia in cui vengono classificati.

I tipi vengono distinti in relazione all'uso che l'uomo fa di essi, oltre alle operazioni di gestione che vengono attuate.

Secondo una logica generale si possono comunque suddividere in:

1. Tappeto erboso ornamentale: (generalmente indicati col termine *fini*): rientrano in questa categoria varie realtà come parchi pubblici, giardini privati, zone turistiche o di contorno a monumenti. Sono di grande qualità estetica e svolgono la funzione di abbellire il sito in cui sono inseriti. La gestione è intensiva ed è prerogativa essenziale per raggiungere l'obiettivo richiesto dalla funzione. Sono generalmente soggette a scarso calpestamento e quindi poca usura.



**Figura 3: Giardino privato, New Mexico**

2.Tappeto erboso sportivo: sono le superfici erbose utilizzate nelle varie discipline sportive come calcio, football americano, golf, tennis, polo, hockey, equitazione; essi rappresentano il settore di impiego più specialistico e sono sottoposti ad una progettazione attenta ed ad intensa manutenzione. I tappeti erbosi ad uso sportivo devono avere particolari caratteristiche tecnico-funzionale, ma devono anche rispondere ad esigenze estetiche. Una delle prerogative irrinunciabili è la capacità di recupero da danni causati dall'intensa usura cui sono sottoposti (strappi, lacerazioni etc).



**Figura 4: Centre Court, Wimbledon**

3.Tappeto erboso ricreazionale: sono comunemente definiti come *rustici*, ossia di minor valore estetico, di norma più naturali e in grado di sostenere anche un

calpestamento più intenso. Richiamano più un'area naturale che un'area soggetta all'azione antropica rispetto ai tipi precedenti; di conseguenza la gestione richiesta è meno intensa, e comunque proporzionale al grado di utilizzo che se ne fa. Spesso essi si trovano nei parchi-gioco ed in aree interessate da attività socio-culturali come concerti.



**Figura 5: Parco San Giuliano, Mestre**

### **1.1.2 FUNZIONI DEL TAPPETO ERBOSO**

Da oltre un secolo, l'uomo utilizza il tappeto erboso per migliorare la qualità della sua vita: dal punto di vista ornamentale arricchisce l'ambiente sociale in cui si vive e rende gradevole l'osservazione del paesaggio, sia urbano che rurale; da un punto di vista tecnico può dare forti input in ambito medico per la stimolazione di emozioni in certi tipi di malati affetti da malattie psichiche: i giardini terapeutici sono in forte sviluppo; consente la pratica di alcuni sport. Dal lato ambientale può contribuire fortemente a contrastare il fenomeno del riscaldamento globale riducendo, a scala cittadina, l'effetto delle *heat island*.

Tra i benefici ambientali che il tappeto erboso può apportare, i quali sono, ad oggi, di massimo interesse, troviamo:

- **Fissazione del carbonio** atmosferico e **produzione di ossigeno** tramite la fotosintesi.
- Azione di **fitodepurazione** delle acque da parte delle radici durante



l'infiltrazione nel terreno nel percorso verso la falda.

- **Controllo climatico** e mitigazione della temperatura dell'area circostante; a testimonianza si veda come la temperatura dei luoghi urbani sia di norma superiore di 5-7 °C rispetto agli ambienti rurali.
- Funzione **tampone** per il particolato presente in atmosfera grazie all'intercettazione da parte della lamina fogliare.
- Funzione **antierosiva** grazie all'apparato radicale che, insieme a rizomi e stoloni, conserva il suolo e la sua struttura.
- **Riduzione** della soglia nociva del **rumore** e dell'**intensità luminosa** assorbendo la rifrazione di onde sonore e luminose.
- Ritorno di **sostanza organica** nel terreno, lasciando in loco i residui di taglio (grass-cycling).
- Barriera **antincendio**.
- **Riduzione della criminalità** in città: una ricerca condotta dalla Temple University di Philadelphia, utilizzando le immagini satellitari e i dati relativi alle attività delinquenti e socio-economici, ha dimostrato che dove ci sono più spazi verdi, i malviventi sono pochi. Nei quartieri green gli abitanti sarebbero infatti incoraggiati a interagire fra loro e a mantenere la zona in ottime condizioni, mantenendo alto il livello di attenzione e scoraggiando i criminali.

### 1.3 LA QUALITÀ DEL TAPPETO ERBOSO

Ogni tipologia di tappeto erboso persegue una funzione specifica e per questo deve possedere peculiari caratteristiche.

In generale i tappeti erbosi devono essere ben radicati nel terreno per poter garantire una copertura continua e resistere a calpestamento, stress ambientali, specie infestanti e malattie.

Nel caso particolare del tappeto erboso ornamentale, esso deve essere denso,

uniforme e con un colore apprezzabile. Per i tappeti erbosi sportivi invece caratteristiche apprezzate sono la giocabilità, la resistenza al logorio, la capacità di attutire gli impatti, il recupero da stress.

La qualità può essere valutata da un punto di vista visivo o funzionale.

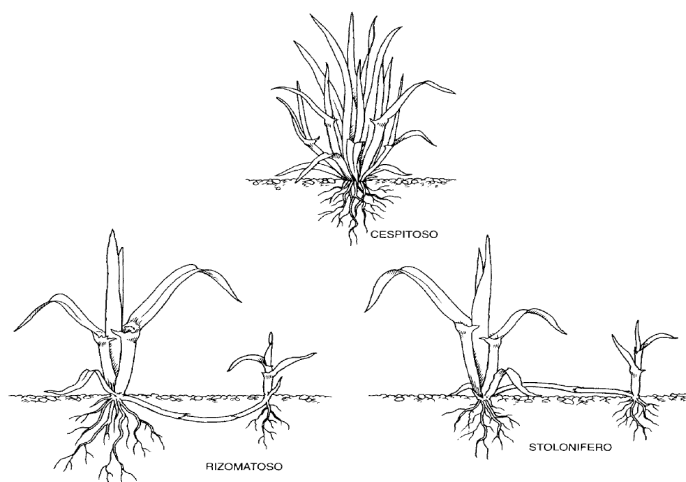
### 1.3.1 LA QUALITÀ VISIVA

La qualità visiva è determinata da alcuni fattori che vengono elencati in seguito:

- Densità: indica il numero di accestimenti per unità di superficie (in genere per  $\text{dm}^2$ ). È uno dei fattori fondamentali per la qualità di un tappeto erboso e dipende in larga misura dalla specie, dalle condizioni ambientali e dalle pratiche colturali. Determina in larga misura il grado di qualità del tappeto erboso. Può essere alta (con più di 200 accestimenti per  $\text{dm}^2$ ), media (con accestimenti tra i 100 e i 200 per  $\text{dm}^2$ ) o bassa (con meno di 200 accestimenti per  $\text{dm}^2$ ).
- Uniformità: indica il grado di omogeneità del cotico erboso. Ipoteticamente la miglior omogeneità si otterrebbe avendo tutti individui identici, cloni del medesimo individuo. Può essere ridotta da insetti, malerbe, decolorazioni e ogni evento di origine ambientale.
- Tessitura: indica la larghezza della lamina fogliare, più sottile è la lamina, più fine è la tessitura e più alto è il valore estetico del tappeto erboso. È dunque funzione della specie e della varietà. Si possono distinguere tappeti fini ad elevato valore estetico (in genere quelli ornamentali) e grossolani (più rustici come quelli ricreazionali). Può essere influenzata dalla frequenza di taglio, dall'altezza di taglio, dalla concimazione e da fattori ambientali.
- Colore: rappresenta la misura della luce riflessa dalle piante ed è oltretutto considerato un fondamentale indicatore del benessere del tappeto erboso. Il colore varia in base alla specie ma soprattutto all'interno della specie, tra le varietà.
- Habitus di crescita: indica il portamento della pianta e può essere di tipo



ortotropo (eretto), tipico di piante cespitose, o plagiotropo (strisciante), tipico di piante stolonifere e rizomatose. Dipende dalle caratteristiche morfogenetiche della specie, mostrando talora differenze anche all'interno della specie stessa. L'esecuzione del taglio sempre nella stessa direzione può influenzare negativamente il portamento causando la prostrazione delle piante nel senso del taglio (effetto *grain*).



**Figura 6: *Habitus* di crescita di specie da tappeto erboso**

- Levigatezza e linearità: si intendono riferite alla superficie di lamina fogliare esposta al taglio. Dipendono in maggior misura dall'affilatura degli apparati di taglio che possono eseguire una recisione pulita e lineare della lamina oppure, se mal affilati, alla sfrangiatura della stessa, esponendola a rischi, tra cui l'attacco da parte di patogeni. Un taglio non appropriato può anche provocare antiestetiche ondulazioni sulla superficie del cotico erboso.

### 1.3.2 LA QUALITÀ FUNZIONALE

I parametri tecnici di riferimento sono:

- Rigidità: indica la capacità delle lamine fogliare di resistere alla compressione. Più la vegetazione è coriacea più sopporta l'uso e

maggiormente è adatta all'impiego in ambito sportivo. Dipende dalla specie, dal contenuto idrico e dalla composizione chimica dei tessuti, da fattori ambientali e dalle dimensioni della pianta.

- Elasticità: è il grado in cui le foglie si ristabiliscono in posizione eretta dopo il calpestamento o il taglio. È influenzata dalla temperatura ambientale: in caso di freddo la pianta perde elasticità e la foglia può rompersi.
- Resilienza: capacità del tappeto erboso di riassorbire gli shock derivanti dall'attività sportiva che vi svolge sopra, senza alterare le sue caratteristiche; dipende in buona misura dal substrato in cui è inserito.
- Resistenza alla trazione: grado di resistenza a forze orientate orizzontalmente (scivolate). Fondamentale per la sicurezza e la stabilità degli atleti.
- Potenziale rigenerativo: è un valore implicito della specie e indica la capacità di ricolonizzare eventuali zone vuote grazie ad apparati come gli stoloni e i rizomi. La velocità di rigenerazione è il tempo che il tappeto erboso impiega per ricoprire i vuoti presenti. Dipende dalla velocità di crescita della specie. Specie con analogo potenziale rigenerativo possono presentare una diversa velocità di rigenerazione.
- Quantità di fitomassa residua dopo il taglio: materiale vegetativo che rimane sotto il livello del taglio ( $\text{g/m}^2$ ). Dipende dall'altezza di taglio, dalla specie e dalla gestione. Una quantità di fitomassa troppo elevata potrebbe causare problemi legati alla scarsa aerazione del tappeto erboso come un'umidità troppo elevata con conseguente creazione di un luogo idoneo alla formazione di patogeni fungini.
- Capacità di rimbalzo della palla: viene valutata l'altezza che raggiunge la palla dopo il contatto col cotico erboso.
- Capacità di rotolamento della palla: è collegata alla rigidità delle foglie e esprime la resistenza che esse oppongono al rotolamento della palla.

## 1.4 SPECIE DA TAPPETO ERBOSO

La scelta della vegetazione da utilizzare per costituire un tappeto erboso deve tenere conto di numerosi fattori.

Generalmente un specie da tappeto erboso dovrebbe essere resistente al taglio, di buona densità e uniformità, resistente al calpestamento e agli stress in generale e mantenere una colorazione verde per il maggior tempo possibile all'interno dell'anno.

Come abbiamo visto, queste caratteristiche sono quasi totalmente soddisfatte dalla famiglia delle *Graminacee* o *Poacee*.

Dal punto di vista della diffusione e dell'utilizzo per i tappeti erbosi, esse ricoprono il 99,9% delle specie utilizzate a questo scopo.

La famiglia delle *Graminacee* comprende circa 600 generi e 10000 specie.

Nell'interesse dei tappeti erbosi ricadono alcune di queste specie le quali vengono generalmente distinte in due grandi categorie: le macroterme e le microterme.

Le microterme appartengono alla sottofamiglia delle *Festucoideae* mentre le macroterme a quelle delle *Panicoideae* e *Eragrostideae*.

### 1.4.1 CONFRONTO TRA MACROTERME E MICROTERME

La suddivisione delle specie da tappeto erboso, in macroterme e microterme, avviene su base climatica, nello specifico in base al range di temperature in cui esse sono meglio adattate.

#### Microterme

Le specie microterme sono originarie del Nord Europa e dell'Asia e sono generalmente diffuse in zone di latitudine superiore ai 46° o, a basse latitudini, in zone montane dove il clima è più fresco; mostrano il miglior sviluppo vegetativo con temperature comprese tra i 16 e i 24 °C e sono dotate di una buona resistenza a temperature medie molto rigide, considerando in ogni caso che il livello di tolleranza varia da specie a specie e tra le cultivar.

Tutte le microterme vengono propagate per seme.

La tolleranza al caldo è generalmente scarsa ma, generi come *Festuca* e *Poa*, possono essere impiegati anche nelle zone di transizione, confinanti a sud con le regioni umide e a nord con quelle temperato-fredde, o addirittura nelle zone calde se poste in luoghi montani. Qualora la possibilità di irrigazione fosse alta, possono trovare impiego anche nelle zone semiaride, aride e siccitose. Un ulteriore loro impiego si ha nelle zone a clima temperato caldo dove vengono traseminate nella stagione invernale sopra alle macroterme per mantenere il colore verde anche negli inverni rigidi in cui le macroterme, entrando in dormienza, ingialliscono.

Nelle regioni di transizione come la fascia della Pianura Padana nel nord Italia, mostrano nell'arco dell'anno due periodi di crescita, uno in primavera e uno in autunno, mentre in estate, soffrendo il caldo, necessitano di numerosi e costosi interventi irrigui.

### Macroterme

Le macroterme, a differenza delle specie microterme, non hanno un centro di origine specifico ma sono originarie di varie zone: Africa, Sud America e Asia.

Le macroterme sono specie diffuse nei climi tropicali e sub-tropicali e mostrano il miglior sviluppo vegetativo con temperature superiori ai 27 °C.

Hanno scarsa tolleranza a regimi climatici principalmente freddi e possono essere portate a morte dalle gelate tardo primaverili. Le temperature invernali sono infatti il fattore che pregiudica la loro distribuzione (Hartley, 1950).

Con temperature medie prossime ai 10 °C entrano in riposo vegetativo bloccando la loro attività metabolica e, disseccando, ingialliscono.

Anche per questa categoria esistono numerose differenze tra le specie e le cultivar le quali mostrano livelli diversi di tolleranza al freddo: generi come *Cynodon* e *Zoysia*, che mostrano buona resistenza anche alle basse temperature, possono essere impiegate anche a più alte latitudini rispetto alle fasce tropicali, nelle zone temperato-fredde.

Le specie macroterme sono continuamente oggetto di ricerca in quanto rappresentano uno strumento efficace per l'installazione di un tappeto erboso

anche laddove solitamente vengo impiegate le microterme: la loro capacità di resistenza alla siccità, alle malattie, e in genere agli stress traumatici è superiore a quella delle microterme e il risparmio economico che se ne può trarre rappresenta un buon motivo per sfruttare il loro impiego.

A fronte del disseccamento invernale le macroterme costituiscono tappeti erbosi di qualità comparabile alle microterme con il vantaggio di una presenza di organi di riserva come stoloni e rizomi molto più alta che garantisce oltre alla suddetta resistenza agli stress, migliori capacità di recupero da traumi da gioco, un cotico erboso più compatto ed impenetrabile alle infestanti e, in linea generale, una superficie più adatta allo sfruttamento e all'usura.

Sono oltretutto più tolleranti ai tagli bassi e presentano radici più profonde.

La loro propagazione avviene preferibilmente per seme, in quanto è il metodo più economico, tuttavia esso non è sempre disponibile in quanto la maggior parte delle macroterme ne produce bassi quantitativi e di difficile germinabilità.

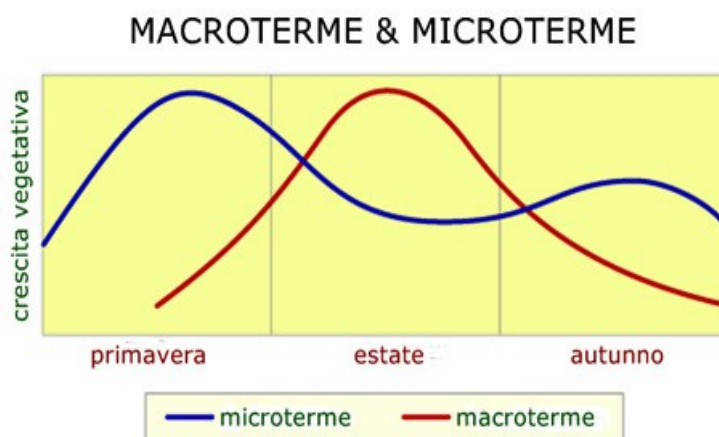
Mostrando però uno sviluppo vegetativo, tramite rizomi e stoloni, di gran lunga superiore a quello delle microterme, possono, a fronte di costi più alti, essere propagate tramite metodi alternativi (*sodding, plugging, sprigging*). Essi favoriscono un insediamento più veloce e un insediamento anticipato rispetto all'impianto per semina; inoltre aumentano la possibilità di coprire zone molto più vaste, grazie alla crescita orizzontale degli stoloni e la possibilità di impiegare anche particolari ibridi con specifiche qualità che tuttavia sono sterili e non producono seme ( da Progetto "SITEE"; Sviluppo di Sistemi Innovativi di propagazione vegetativa e di trapianto, per la diffusione di Tappeti Erbosi Ecosostenibili).

### Consociazioni

Consociare specie macroterme con specie microterme permette di sfruttare le caratteristiche di resistenza superiori delle prime ed il loro basso costo di gestione, mantenendo, grazie alle seconde, un grado di colorazione verde per l'intero arco dell'anno.

Tralasciando lo svantaggio legato all'aspetto estetico, per cui l'uniformità non è sempre garantita, una consociazione di questo tipo può portare numerosi

vantaggi: nel periodo estivo la specie macroterma è rigogliosa e consente al tappeto erboso di mantenere un buon grado di resistenza ad infestanti estive, usura e siccità; nel periodo invernale la specie macroterma fa sì che il tappeto erboso mantenga la colorazione verde. Tipico esempio di consociazione di questo tipo in Italia è *Cynodon dactylon* e *Poa pratensis*.



**Figura 7: andamento della crescita delle macroterme e delle microterme**

## 1.4.2 MORFOLOGIA DELLE MACROTERME

Le specie da tappeto erboso sono costituite da: foglie, fusto, radici e, in alcuni casi, fusti chiamati rizomi e stoloni.

L'infiorescenza non riveste un ruolo importante in quanto nella maggior parte delle specie il taglio basso non permette alla pianta di fiorire.

Le foglie. La foglia è costituita da lamina fogliare, guaina, collare, ligula ed auricole.

- La lamina presenta una venatura centrale, fasci di venature laterali e, tra questi, ulteriori piccole venature.
- La guaina costituisce un supporto tubulare per la protezione della foglia e del fusto soprattutto nelle loro fasi di crescita in cui sono particolarmente fragili.

- Il collare è la zona meristemica compresa tra la lamina fogliare e la guaina ed è costituito da cellule che consentono alla lamina di cambiare il suo orientamento in caso di necessità.
- Le auricole sono un'escrescenza del collare, possono o meno essere presenti e fungono da grondaia per l'acqua che scende dalla lamina in modo tale che essa non entri nella guaina sottostante.
- La ligula è un'eruzione della zona terminale della guaina, in corrispondenza del collare che guida l'acqua in arrivo dalla lamina verso le auricole.

Il fusto. Il *fusto* (o culmo) è l'organo che sorregge le foglie ed è costituito da nodi ed internodi. Gli internodi sono i segmenti di allungamento del fusto e sono generalmente cavi; i nodi costituiscono gli estremi di ogni internodo e sono pieni: in corrispondenza di essi infatti si intrecciano i vasi cribro-vascolari che costituiscono l'intero fusto. Questa conformazione alternata di nodi ed internodi conferisce al culmo struttura ideale per resistere, flettendosi, all'azione del vento.

Rizomi e stoloni. Rizomi e stoloni sono particolari tipi di fusto e costituiscono uno degli organi più importanti per le *Graminacee* da tappeto erboso.

Lo sviluppo delle plantule ed il loro accrescimento, si configura nel senso verticale con l'aumento di dimensioni del fusto ma anche, e soprattutto, nel senso orizzontale, con la crescita di rizomi e stoloni.

L'accrescimento verticale si ha soprattutto con la nascita intraguainale di un nuovo germoglio; in questo caso il cespo è molto richiuso. C'è, tuttavia, anche il caso dello sviluppo extraguainale in cui il giovane germoglio si accresce all'esterno perforando la guaina e dando origine ad un cespo più "sciolto" e prostrato.

Riguardo allo sviluppo extraguainale, va evidenziato inoltre, come in taluni casi sia possibile che dagli internodi dei getti di accostamento oltre la guaina si sviluppino dei prolungamenti detti appunto stoloni e rizomi e quindi piante rizomatose e stolonifere (Arber, 1934).

Lo *stolone* è un ramo laterale secondario con sviluppo orizzontale al di fuori del

terreno. In corrispondenza dei nodi può emettere radici avventizie o un altro stolone, ramificandosi a sua volta. Le sue funzioni sono quelle di riserva di amido e zuccheri e di propagazione vegetativa.

Il *rizoma* è sempre un ramo laterale secondario con sviluppo però nel terreno, di colore biancastro perché privo di clorofilla e provvisto di gemme in corrispondenza dei nodi da cui si dipartono radici e rami. Le funzioni sono analoghe a quella degli stoloni.

Sia rizomi che stoloni possono essere di tipo determinato o indeterminato. Con il primo termine si indica generalmente una crescita controllata: nel caso degli stoloni, nella parte terminale avrà origine una nuova pianta dal portamento cespitoso; nel caso dei rizomi indica le tre fasi di crescita: dapprima verso il basso entro il terreno, poi orizzontalmente e infine verso l'esterno dove il contatto con la luce ne bloccherà la crescita provocando anche in questo caso la nascita di una nuova pianta con portamento cespitoso. Generalmente stoloni e rizomi di questo tipo sono corti.

Stoloni e rizomi di tipo indeterminato invece sono generalmente lunghi e si accrescono in modo progressivo, continuando a ramificare in corrispondenza dei nodi, creando così fitte reti che colonizzano il terreno in maniera imprevedibile.

La crescita di rizomi e stoloni, sia per le specie macroterme che per le specie microterme, è favorita da un fotoperiodo lungo (Evans e Watkins, 1939; Youngner, 1961). Anche l'intensità della radiazione luminosa è un effetto determinante per la crescita di rizomi e stoloni: si è dimostrato la maggior crescita di stoloni e rizomi si abbia con un fotoperiodo oltre le 8 ore e con bassa intensità di luce (nel caso dello studio è stata utilizzata luce artificiale) (Youngner, 1961).

La temperatura costituisce un ulteriore fattore che stimola la crescita di questi organi a seconda della specie considerata (Troughton, 1957).

Il fattore ambientale invece che determina la fuoriuscita dal terreno dei rizomi non è chiarissimo anche se studi passati hanno dimostrato che la temperatura o ingenti apporti di azoto possono indurre questo processo. Altri studi sostengono



invece che l'emergenza dei rizoma sia provocata da corte e fredde giornate di pioggia.

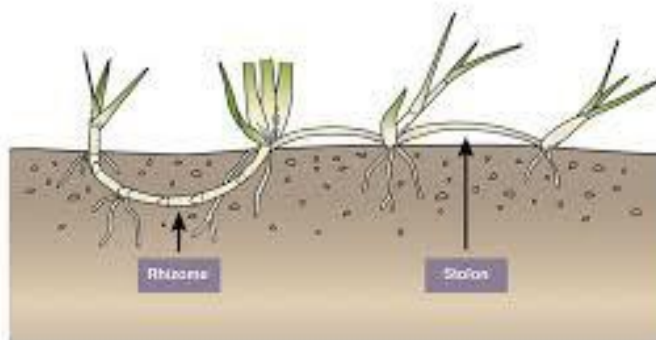


Figura 8: rappresentazione grafica di rizoma (sinistra) e stolone (destra)

Le radici. Le *radici* delle *Graminacee* sono di tipo *secondario*, cioè che si sviluppano dalla parte basale del culmo o in corrispondenza dei nodi di stoloni e rizomi, e assumono questa denominazione per la contrapposizione alla radici *primarie* che invece appartengono al seme e in fase di senescenza vengono eliminate; sono inoltre *fascicolate*, cioè hanno tutte la stessa efficienza ed importanza.

### 1.4.3 RISERVE DI CARBOIDRATI NELLE MACROTERME

I carboidrati che vengono accumulati negli organi permanenti della pianta in forma non strutturale e che sono disponibili per le varie attività metaboliche nei processi di assimilazione, sono definiti carboidrati di riserva. La loro accumulazione avviene quando vengono sintetizzati quantitativi di carboidrati in eccesso rispetto a quelli richiesti per la sopravvivenza della pianta.

I carboidrati di riserva utilizzabili sono costituiti da sostanze non strutturali.

Le principali sostanze sono zuccheri, fruttosano, amido e, raramente, emicellulosa. Cellulosa ed emicellulosa sono principalmente sostanze strutturali che tuttavia possono essere scomposte a sostanze più semplici per essere

utilizzate come riserva (Troughton, 1957).

I carboidrati immagazzinati dalle microterme sono fruttosio, saccarosio e zuccheri ridotti mentre le macroterme accumulano amido e saccarosio. Per quanto riguarda il seme di entrambe le categorie, l'amido è il principale carboidrato di riserva (Okajima e Smith, 1964).

Tutte queste sostanze sono accumulate in rizomi, stoloni e corone (parti basali degli steli fogliari). L'importanza relativa di ognuno di questi organi nel ruolo di riserva varia a seconda della specie.

Sostanze come glucosio, fruttosio e saccarosio costituiscono la maggior parte dei carboidrati solubili contenuti nelle radici e nelle foglie e l'ammontare di carboidrati di riserva accumulati in questi organi è trascurabile rispetto a quello di rizomi e stoloni. La presenza tuttavia di carboidrati solubili può fungere da meccanismo anticongelante e abbassare il punto crioscopico impedendo il congelamento delle cellule.

Le riserve di carboidrati hanno un ruolo importante nel fornire energia nei periodi vegetativi, dopo gli sfalci, per il recupero post-traumatico e per l'emissione di getti di accestimento. In quest'ultimo caso i carboidrati non hanno importanza nel variare il loro grado di sviluppo quanto piuttosto nell'anticiparne la nascita.

A seconda delle specie, dell'area geografica e degli organi di riserva le quantità stagionali di carboidrati stoccati variano molto, tuttavia si possono fare alcune generalizzazioni.

L'accumulazione di carboidrati di riserva è massima nei periodi di bassa crescita dei germogli e con alta intensità luminosa (Schmidt, 1965; Thompson, 1966).

Un'alta concentrazione si ha anche verso la fine dell'inverno quando la specie si prepara alla dormienza invernale.

Come detto, il consumo di carboidrati di riserva è solitamente correlato a periodi di attività in cui avviene l'emissione dei germogli. Così un range ottimale di temperature, il taglio basso, alti livelli di fertilizzazione azotata stimolano la crescita della pianta e quindi causano un crollo della quantità di carboidrati

immagazzinati (Adegbola, 1966).

Anche nel corso della giornata varia la quantità di sostanze accumulate ed in particolare i più alti livelli si riscontrano nelle ultime ore del fotoperiodo quotidiano.

Un quantitativo minimo di carboidrati di riserva è sempre necessario per la pianta in quanto funge da riserva immediatamente disponibile per la crescita ed il recupero da danni provocati da stress ambientali, malattie e attività umana.

Per ragioni intrinseche al tipo di gestione dedicato ai tappeti erbosi, il livello potenziale di carboidrati accumulati è sempre limitato.

Nelle microterme il massimo contenuto di sostanze di riserva si ha in autunno e diminuisce in inverno. Un breve periodo di accumulazione si può avere anche all'inizio della primavera, seguito da un rapido decremento. Durante l'estate le riserve rimangono basse.

Un andamento simile mostra anche *Cynodon dactylon*, macroterma (Weinmann e Reinhold). Come per le microterme la massima quantità di sostanza di riserva si ha in autunno con un lieve calo in inverno. In primavera si nota un piccolo ulteriore calo mentre nei successivi mesi estivi, si ha un forte incremento.

Per entrambe le specie alcuni studi hanno dimostrato una correlazione positiva tra l'incremento di carboidrati e la tolleranza al freddo.

## **1.5 SCOPO DELLA TESI**

All'interno della prova oggetto della tesi si è cercato di valutare quattro cultivar di *Cynodon dactylon*. Con il primo rilievo, effettuato nella stagione invernale, è stato analizzato il quantitativo di amido accumulato nei rizomi e negli stoloni.

Tale dato risulta molto importante nel valutare quale di esse affronti meglio la dormienza invernale, tuttavia non fornisce alcuna informazione sulla struttura dei relativi organi in cui queste sostanze sono immagazzinate.

La conoscenza delle dimensioni degli stoloni e dei rizomi è utile per capire come le diverse cultivar si sviluppino e quindi individuare quale di esse formi il tappeto erboso più fitto e con maggiori capacità di crescita orizzontale.

La valutazione delle dimensioni dei rizomi e degli stoloni in termini di diametro, lunghezza e massa, è stata quindi effettuata con lo scopo prevedere la struttura di ogni cultivar e in particolare la sua evoluzione nel tempo e la quantità di rizomi prodotti rispetto agli stoloni.

Per ottenere tali risultati sono state effettuate due sperimentazioni: la prima con lo scopo di verificare l'attendibilità della tecnologia WinRHIZO™, software di analisi (Arsenault et al, 1995, Regent Instrument, Canada), la seconda per analizzare lo sviluppo dimensionale degli stoloni e dei rizomi nelle varie stagioni.

## 2 MATERIALI E METODI

### 2.1 SCHEMA SPERIMENTALE

La prova è stata condotta presso l'Azienda Agraria Sperimentale "L. Toniolo" della facoltà di Agraria di Padova con sede a Legnaro (Latitudine 45°20'26"52 N, Longitudine 11°58'0"12 E).

Oggetto della prova sono state quattro varietà di *Cynodon dactylon* disposte secondo uno schema sperimentale a blocco randomizzato a tre ripetizioni, ovvero quattro tesi randomizzate in ognuno dei tre blocchi.

Le varietà impiegate per lo studio sono state:

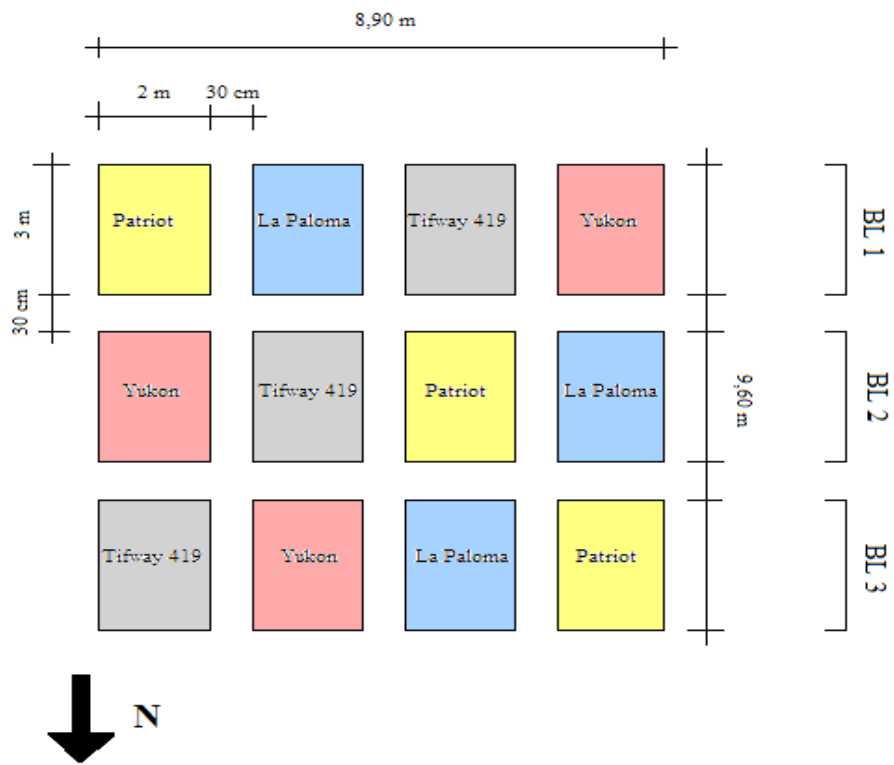
1. *Cynodon dactylon* "La Paloma"
2. *Cynodon dactylon* "Yukon"
3. *Cynodon dactylon* "Tifway 419"
4. *Cynodon dactylon* "Patriot"

Ogni parcella aveva le seguenti dimensioni: 3 m x 2 m.

Ogni parcella era separate da quella seguente da viali non inerbiti di 30 cm.

Le cultivar *Cynodon dactylon* Patriot e Tifway 419 sono state propagate per via vegetativa mentre *Cynodon dactylon* Yukon e La Paloma tramite seme.

Lo studio ha avuto luogo da luglio 2013 a luglio 2014.



**Figura 9: Mappa della prova parcellare**



Figura 10: prova parcellare delle quattro cultivar di *Cynodon dactylon* (Legnaro, PD)

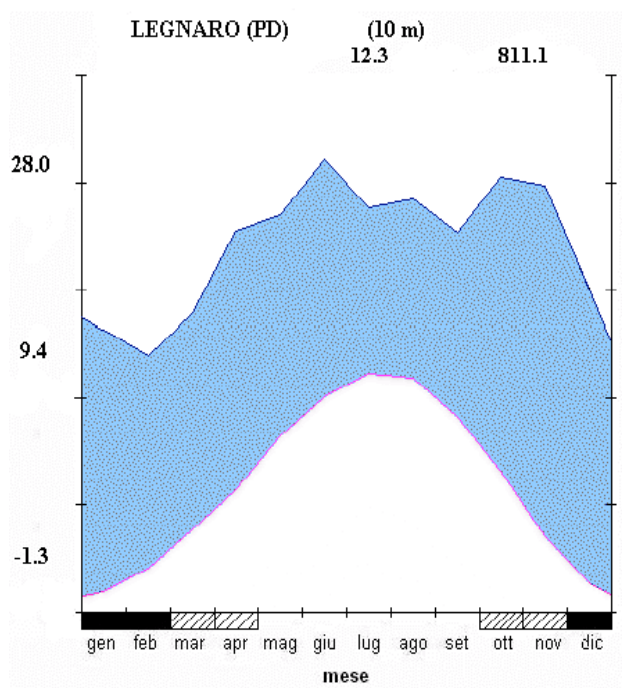
## 2.2 CLIMA

Il clima che interessa questa zona è di tipo sub-tropicale umido, caratterizzato da inverni miti, grazie alla vicinanza al mar Adriatico, ed estati piuttosto calde.

Nei mesi invernali si verificano frequenti nebbie dovute all'elevata umidità dell'aria e alla scarsa presenza di venti.

Il climodiagramma (Figura 15) rappresenta la media delle temperature e della piovosità nella località di Legnaro (10 m s.l.m).

La curva rossa rappresenta la temperatura media di ogni mese. I mesi di dicembre, gennaio e febbraio hanno temperatura media delle minime inferiore a 0 °C e sono quindi soggetti a: gelate; mentre a ottobre, novembre, marzo e aprile in almeno un giorno la temperatura minima è risultata inferiore a 0 °C, che indica possibilità di brinate.



**Figura 11: Climodiagramma di Legnaro**

La media delle minime giornaliere del mese più freddo è di  $-1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mentre la media minima assoluta è di  $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La temperatura media annua è di  $12,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La temperatura media delle massime del mese più caldo è di  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mentre la media massima assoluta è di  $32,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . L'escursione termica media giornaliera è di  $9,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Per quanto riguarda le precipitazioni queste non hanno una distribuzione costante durante la stagione, le minime si hanno nei mesi da dicembre a marzo, le massime a giugno e ottobre. La piovosità media cumulata annua è di  $811,1\text{ mm}$ .

## 2.3 SPECIE E CULTIVAR UTILIZZATE

### 2.3.1 *Cynodon Dactylon*



## Generalità

Le cultivar oggetto della prova appartengono al genere *Cynodon*.

I *Cynodon* sono tra le più importanti e diffuse specie macroterme. Sono conosciute in Italia con il nome di gramigne.

La maggior parte delle specie appartenenti al genere *Cynodon* sono originarie dell'Africa e, da quanto sono state scoperte e distribuite, sono diventate le più importanti specie delle zone temperato-umide, tropicali e subtropicali di tutto il mondo (Matheus, 1935).

Quattro sono le specie più importanti:

- *Cynodon dactylon*
- *Cynodon transvaalensis*
- *Cynodon x magennisii*
- *Cynodon inclompletus*

I tappeti erbosi di *Cynodon* sono di grande vigoria e velocità di propagazione e sono caratterizzati da un'alta densità di accestimenti.

La larghezza della lamina fogliare varia da tessitura media dei *Cynodon* comuni a tessitura molto fine dei *Cynodon* africani. Il colore può variare dal verde chiaro al verde scuro. Il portamento è prostrato grazie alla presenza di rizomi e stoloni che formano un cotico molto fisso.

L'apparato radicale è tendenzialmente profondo e la propagazione è principalmente di tipo vegetativo.

Possiede il più rapido tasso di crescita tra le macroterme oltre ad un insediamento molto veloce (Gary, 1967).

Ha grande capacità di recupero e resiste bene all'usura.

## Adattamento

Le capacità di adattamento le consentono di vivere bene nelle regioni temperato-umide così come nelle zone semi-aride; tollera bene il caldo e la siccità, meno il freddo (Burton, et al., 1954).

Dissecca ed ingiallisce durante l'inverno perchè entra in riposo vegetativo.

Vive bene in terreni ben drenati, fertili e di tessitura fine ma si adatta comunque

in quasi tutti i tipi di suolo.

Tollera pH da 5,5 a 7,5 e ha una buona resistenza alla salinità.

Non vegeta bene all'ombra.

### Uso

Se coltivata in zone climatiche adatte forma tappeti erbosi di alta qualità. Viene impiegata in giardini privati, parchi, monumenti, campi da golf (tee, rough e green), bordure stradali, piste di aviazione, campi di atletica etc.

L'utilizzo sportivo garantisce un'ottima tenuta del tappeto erboso grazie alla grande resistenza e alla velocità di recupero.

Nel caso di esigenze particolari di colore verde durante l'inverno vengono usualmente applicati dei coloranti o vengono effettuate delle trasemine di microterme.

Se non volontariamente coltivata costituisce una minacciosa infestante di altre specie.

### Propagazione

#### Semina

È l'unica specie appartenente al genere che può essere propagata per seme.

*Cynodon dactylon* è l'unica specie da tappeto erboso che possiede un seme geneticamente stabile. Tutti i suoi ibridi sono invece sterili e possono essere propagati solamente per via vegetativa, tramite stoloni, rizomi e *sodding*.

La semina prevede una distribuzione che varia dai 50 ai 100 kg/ha e il miglior periodo per effettuarla è la fine della primavera o inizio estate: il terreno deve avere infatti una temperatura di circa 15°C per consentire la germinazione. (Studi recenti hanno tuttavia dimostrato che è possibile seminare anche in dormienza ottenendo un insediamento precoce) .

Perché questa avvenga in modo più repentino si può associare alla semenza un certo quantitativo di pula. Viceversa se seminiamo durante le stagioni fredde possiamo evitare la pula per ritardare la germinazione fino all'arrivo di condizioni favorevoli.

La semina senza pula può essere associato alla distribuzione di *Lolium* che provvede ad una temporanea copertura del suolo dall'erosione durante

l'inverno, essendo una specie microterme a rapida germinazione.

### Stolonizzazione

La piantumazione del *Cynodon* tramite parti vegetative, come stoloni o materiale da propagazione, deve avvenire con materiale fresco avendo cura che non dissecchi ad opera di sole e vento. Devono anche essere protetti dal calore che può diventare eccessivo quando il materiale umido raccolto rimane imballato per molti giorni.

Il materiale di propagazione è costituito da radici e rizomi, sotterranei, e stoloni, superficiali

I primi sono prodotti dalla stracciatura delle zolle raccolte mentre gli stoloni sono generalmente raccolti con taglio verticale o con tagliaerba a frusta orizzontale impostato ad altezza di taglio molto bassa e prossima al terreno.

Il materiale vegetativo di origine sotterranea è tendenzialmente più tollerante agli stress ambientali in fase di piantumazione in quanto possiedono maggiori quantità di sostanze di riserva rispetto agli stoloni.

Il numero di plantule per unità di superficie dipende dalla necessità di impianto: più alta è la concentrazione più rapida sarà la copertura del suolo.

Sia radici e rizomi che stoloni vanno posti su un letto di semina ripulito e pressati con un rullo per farli aderire al suolo umido oppure ricoperti con terriccio o materiale pacciamante. Importante, per raggiungere un buon risultato, è mantenere la superficie umida per due o tre settimane dopo la piantumazione.

In caso di temperature inferiori ai 18°C non conviene iniziare il processo di stolonizzazione per evitare di ritardare lo sviluppo e protrarre il periodo critico di attecchimento a diverse settimane. Temperature del suolo ottimali per l'operazione si aggirano attorno ai 25°C.

Le concimazioni andrebbero associate alla preparazione del letto di semina in modo da essere incorporate al meglio. Apporti di azoto possono essere eseguiti direttamente sulla superficie prima della posa delle plantule o contestualmente ad essa e devono essere ripetuti ogni tre settimane fino a che non sia raggiunta una copertura soddisfacente del suolo.

Il primo taglio deve essere effettuato ad un distanza temporale tale da promuovere e non compromettere lo sviluppo del *Cynodon*, così facendo si favorisce anche il potere della specie di contrastare le infestanti.

Nel caso in cui le infestanti siano di difficile contenimento, possono essere applicati erbicidi selettivi 3 settimane dopo la stolonizzazione. L'utilizzo di diserbanti in preemergenza è sconsigliato per le prima fasi di crescita della *Cynodon*.

Le infestanti saranno comunque contrastate dalle stesse piante di *Cynodon*, una volta raggiunta la copertura integrale.

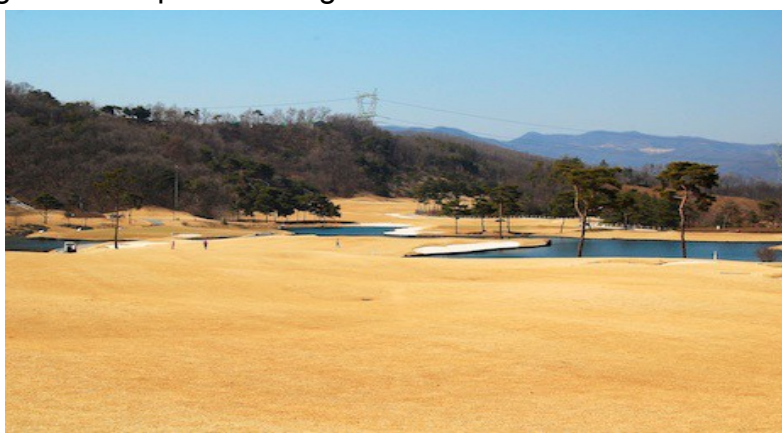


Figura 12: *Cynodon dactylon* in dormienza

### 2.3.2 CULTIVAR DI *Cynodon dactylon*

*Cultivar*, termine derivato dall'unione delle parole inglesi *cultivated* e *variety*, indica, secondo il sistema di classificazione, le differenti varietà artificiali ottenute da una pianta coltivata.

L'ufficializzazione del termine è avvenuta durante il XIII Congresso di Orticoltura svoltosi a Londra nel 1952, e viene utilizzato per distinguere le cultivar dalle varietà invece ottenuta da piante allo stato spontaneo.

#### La Paloma

*La Paloma (SRX 9500) Turftype Seeded bermudagrass*, si adatta bene in ogni zona del mondo e costituisce un'ottima scelta per qualsiasi tappeto erboso, dai tees dei campi da golf, oltre che i rough e i farway.

È contraddistinta da alta qualità, colore verde scuro, tessitura densa e fine; è stata rilasciata da Dr. Leah Brilman, ricercatore presso il “Seed Research” dell'Oregon.

Con una gestione appropriata forma tappeti erbosi simili ad altre varietà di *Cynodon dactylon*, come “Yukon” e “Tifway 419”.

Il germoplasma, raccolto dal Dr. Brilman e il Dr. Jack Murray da tappeti erbosi situati nel Maryland. Fu analizzato per anni nel Maryland, in Florida e in Oregon per le sue caratteristiche di qualità conferita al tappeto erboso, il rendimento in sementi e la tolleranza al freddo. I semenzali prodotti dalle piante madri furono esaminati e le piante con le migliori qualità vennero incrociate in questa nuova varietà, disponibile dal 2003 e studiata già in Australia, Italia, Carolina del Nord, California e Arizona.

**Caratteristiche.** Mostra buona fertilità riproduttiva e ottimo rendimenti in sementi. Caratterizzata da altezza contenuta, stoloni di discreta lunghezza, rapida emergenza e veloce insediamento. I lunghi stoloni hanno corti internodi e ciò conferisce al tappeto erboso un'elevata densità.

#### Yukon

Questa varietà è stata distribuita dall’“Oklaoma State University Turfgrass Research Team” in associazione con la USGA.

È stata prodotta tramite incroci di cinque piante madri che vennero selezionate nel 1990 sulla base di uno studio relativo alla qualità del tappeto erboso ed alla resistenza al freddo delle piante.

**Caratteristiche.** Ha internodi molto corti, densità elevata e tessitura molto fine. Il colore è verde scuro e molto uniforme.

#### Tifway 419

Questa cultivar è un ibrido di *Cynodon* di ultima generazione. È una delle più recenti varietà ibride di *Cynodon dactylon* riproducibili con stoloni e, ad oggi, la più diffusa al mondo nelle aree a clima tropicale e subtropicale e nelle zone di

transizione. Per la sua grande resistenza al calpestio costituisce un'eccellente scelta per aree verdi sottoposte ad intenso utilizzo oltre che per campi sportivi (calcio, baseball, polo, golf).

**Caratteristiche.** La tessitura è fine e il tappeto erboso risultante, denso e compatto. Mantiene più a lungo di altre varietà il colore verde nelle settimane precedenti l'inverno. È in grado di recuperare velocemente in caso di usura nei tappeti erbosi sportivi.

#### Patriot

Sviluppata dall'“Oklaoma State University Bermudagrass Breeding and Development Team”, è stata dichiarata una delle migliori varietà di *Cynodon* per i climi di transizione, insieme a Tifway 419 e poche altre. È eccellente in ogni tipo di superficie e forma tappeti erbosi altamente performanti.

**Caratteristiche.** Crescita estremamente vigorosa, tollera il logorio, il green-up avviene solitamente anticipando le altre cultivar ad inizio primavera, tollera il freddo. La tessitura è medio-fine e forma tappeti erbosi densi, altamente performanti e resistenti.

## **2.4 INTERVENTI PRELIMINARI**

Prima della semina è stato apportato un concime composto 8-24-24 di N, P e K nelle quantità rispettivamente di 50, 150 e 150 kg/ha. L'elevato contenuto fosfo-potassico ed il rapporto tra i macroelementi 1:3:3, è spiegato dal fatto che l'azoto, quando non è ancora presente una copertura vegetativa è molto liscivabile e quindi andrebbe facilmente disperso al primo evento di precipitazione.

Sia la semina che il trapianto sono stati effettuati il giorno 4 giugno 2013.

La dose di semina è stata di 10 g/m<sup>2</sup> mentre il trapianto ha previsto una distanza di 20 cm tra una pianta e la successiva. Terminato l'impianto, le parcelle seminate sono state coperte con del tessuto non tessuto per proteggere il seme e favorire la germinazione. L'emergenza è avvenuta tra l'11 e 12 giugno.

Una volta iniziata l'emergenza sono state effettuate irrigazioni giornaliere per circa 18 giorni.



**Figura 13: impianto delle parcelle con copertura con tessuto non tessuto delle cultivar seminate**

## **2.5 GESTIONE DELLA PROVA**

La gestione della prova non ha previsto particolari operazioni, fatta eccezione per il taglio, che è stato eseguito settimanalmente durante la stagione vegetativa 2013-2014 ad un'altezza di 3,5 cm.

La macchina utilizzata per il taglio è del tipo a lame orizzontali, che opera il taglio per impatto della lama sulla foglia. L'inizio e la fine dei tagli sono stati decisi in funzione della crescita verticale della vegetazione, che è stata monitorata settimanalmente in prossimità della ripresa vegetativa e dell'entrata in dormienza.

Durante la stagione di crescita i viali sono stati tenuti privi di vegetazione con opportuni diserbanti, allo scopo di contenere lo sviluppo orizzontale delle piante in prova. Non appena si osservavano sconfinamenti eccessivi delle piante in parcella si procedeva quindi alla distribuzione, nella parte non inerbita, di *glyphosate* alla dose consigliata per il *Cynodon dactylon*.



## **2.6 PRIMA SPERIMENTAZIONE**

La prova ha previsto due sperimentazioni.

La prima sperimentazione è stata effettuata per testare l'utilizzo della tecnologia Winrhizo nella misurazione della lunghezza e del diametro di stoloni e rizomi.

Le misurazioni sono state eseguite sia in modo manuale che utilizzando il sistema digitale; i risultati sono stati poi confrontati in modo da valutare l'attendibilità delle misurazioni digitali rispetto alle misure effettuate con calibro e righello.

La tecnologia WinRHIZO utilizzata nelle sperimentazioni è stata in realtà progettata per la misurazione delle radici; per la prima volta, grazie a questo lavoro, è stata applicata a rizomi e stoloni. Non avendo bibliografia e studi precedenti a disposizione per attuare un confronto sull'affidabilità del metodo utilizzato, si è ritenuto necessario effettuare la prima sperimentazione per verificare con che precisione venissero misurati i rizomi e gli stoloni confrontando la misurazione effettuata dal software con quella effettuata manualmente. Con la seconda sperimentazione, sulla base dei risultati dell'utilizzo di WinRHIZO, il metodo è stato applicato allo studio dello sviluppo degli organi nel lungo periodo.

La misurazione, nel lungo periodo, durante le stagioni successive ha consentito di determinare l'evoluzione dimensionale di rizomi e stoloni e di osservare quindi la capacità di crescita di ogni cultivar.

### WinRHIZO

È un software in grado di eseguire analisi su immagini ottenute da uno scanner (nel nostro caso uno scanner Epson) appositamente progettato per la misura di radici.

Per effettuare la scansione viene utilizzata una vaschetta trasparente posta sullo schermo dello scanner dove vengono posti gli stoloni e i rizomi in piccolo

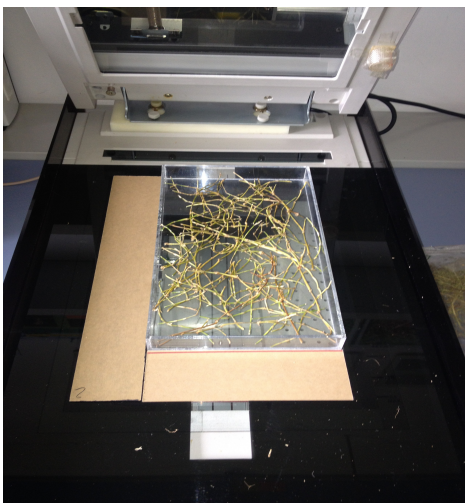
numero: risulta di fondamentale importanza procedere con piccoli campioni per ogni scansione per evitare sovrapposizioni e soprattutto per fare in modo che gli oggetti scannerizzati giacciono sul piano dello schermo e non risultino sollevati. Tale accortezza permette di evitare errori nella lettura delle immagini da parte del software, legati a deformazioni che, comportano un'errata misurazione.

Il processo prevede tre fasi:

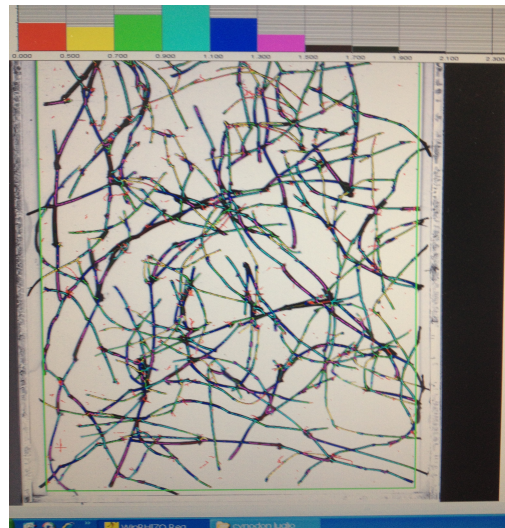
1. l'inserimento dei campioni nello scanner (è la fase più delicata)
2. la scansione, da cui si ricava una immagine
3. l'analisi della immagine da parte del software il quale, in base alle classi diametriche preimpostate, rileva la lunghezza totale dei rizomi per ogni classe. Oltre a questi dati ne vengono forniti anche altri come il volume e le sezione i quali in questo lavoro non sono stati considerati. Ogni dato viene inviato ad un file di estensione “.txt” che viene poi riportato in un foglio di calcolo Excel per l'analisi.

I risultati ottenuti con questo metodo risultano inevitabilmente scostati da quelli ricavati con la misurazione manuale dei campioni poiché le medie delle dimensioni dei diametri rilevate dallo scanner risultano leggermente sovrastimate per la presenza dei nodi in stoloni e rizomi.

La misurazione manuale prevede di misurare la lunghezza degli internodi con un righelli mentre il loro diametro tramite il calibro: questo lavoro consente di ottenere valori reali non alterati dalla presenza dei nodi (che hanno diametro maggiore degli internodi).



**Figura 14: scanner con stoloni posizionati per la scansione**



**Figura 15: esempio di scansione**

### **2.6.1 RACCOLTA E PULIZIA DI STOLONI**

Sette stoloni per ogni cultivar sono stati raccolti e successivamente puliti dalle radici e dalle foglie cercando di eliminare tutto il materiale secco presente ai nodi. Lo stesso è stato fatto per 7 stoloni di gramigna selvatica, per un totale di 35 stoloni.

La pulizia è un lavoro che richiede molta cura ed attenzione e tuttavia non permette di eliminare il 100% del materiale che non concerne con stoloni e rizomi.

### **2.6.2 MISURAZIONE MANUALE**

Una volta effettuata la pulizia degli stoloni si è proceduto alla misurazione tramite calibro del diametro di ogni internodo; è stato poi calcolato il diametro medio per ogni cultivar. Col righello è stata misurata inoltre la lunghezza totale di ogni stolone.

### **2.6.3 MISURAZIONE DIGITALE**

Con scanner Epson è stata effettuata una scansione per ogni stolone e l'immagine è stata analizzata con il software WinRHIZO per la determinazione di diametro medio e lunghezza totale.

Durante l'analisi si sono riscontrati due problemi nella lettura dell'immagine:

1. la pulizia manuale degli stoloni non permette di togliere completamente tutti i residui, soprattutto dai nodi; il programma rileva anche queste imperfezioni e le usa nel calcolo dei parametri. Per evitare di inserire nella misurazione anche tali imperfezioni si sono tolti dall'analisi tutti gli elementi aventi diametri inferiori a 0,5 mm.
2. Nel calcolo del diametro medio il programma considera non solo gli internodi (come avviene invece nella misurazione manuale) ma anche i nodi. Essendo questi di diametro maggiore rispetto agli internodi, ne risulta una sovrastima del diametro rispetto alla misurazione manuale.

## **2.7 SECONDA SPERIMENTAZIONE**

La seconda sperimentazione è stata effettuata per valutare lo sviluppo nel lungo periodo degli stoloni e dei rizomi delle cultivar.

I risultati ottenuti saranno indipendenti dalla prima sperimentazione che tuttavia è stata necessaria per verificare l'attendibilità del metodo digitale che sarebbe stato successivamente utilizzato per le analisi della seconda sperimentazione.

### **2.7.1 PRELIEVO E PULIZIA DEGLI STOLONI E DEI RIZOMI**

#### Prelievo

Il primo passo del processo di analisi degli organi di riserva è costituito dal loro prelievo. Esso avviene asportando un zolla di terreno per ogni parcella. Il campione viene raccolto posizionando un tutore di metallo, quadrato, con dimensioni di 20 cm di lato che delinea il contorno da seguire con la vanga per il taglio della zolla. Il campione estratto viene tagliato con un coltello in senso verticale per prelevare solamente il materiale utile e non l'eccesso di suolo; da protocollo il campione viene tagliato a 15 cm. Il buco lasciato viene riempito con della terra per consentire la ricolonizzazione della superficie da parte di rizomi e

stoloni.

Ad ogni stagione è opportuno prelevare la zolla da un punto diverso rispetto al prelievo precedente.

Una volta prelevato, il campione viene posto in un sacchetto di nylon e conservato in frigorifero, per un tempo limitato, fino alla sua pulizia (tempo utile per preparare il tavolo di lavoro): deve essere quindi pulito nel minor tempo possibile ed essere posto in congelatore a -18 gradi, per bloccare la degradazione degli zuccheri.

Il prelievo dei campioni è stato effettuato in tre date: ad ottobre, prima dell'entrata in dormienza invernale, in marzo prima dell'emergenza e in luglio, periodo di massimo rigoglio vegetativo.



**Figura 16: Tutore metallico per delineare il perimetro del prelievo**



**Figura 17: Estrazione della zolla**



**Figura 18: Eliminazione del terreno in eccesso**

## Pulizia

Il lavaggio della zolla avviene utilizzando una rete a maglia fitta come fosse un colino, questo permette di eliminare tutto il substrato mantenendo solamente la parte vegetale della pianta. Si procede quindi con l'eliminazione di tutti i culmi con le foglie, le foglie nate ai nodi degli stoloni, le radici, tutto il secco e le parti necrotiche.

Il rimanente, stoloni e rizomi puliti, costituiscono il materiale su cui verranno effettuate le analisi di laboratorio.

Ogni volta che viene completata la pulizia di un campione, esso viene posto in un sacchetto di nylon avendo cura di separare gli stoloni dai rizomi, mantenuto quindi in congelatore.

La pulizia deve avvenire nel minor tempo possibile in modo da poter valutare ogni tesi nelle medesime condizioni.

Vengono utilizzate forbici dalla punta molto sottile in modo da poter entrare al meglio anche nelle congiunzioni ascellari e lampade munite di lente per la pulizia delle parti più piccole.

Il lavoro richiede grande pazienza e concentrazione per poter essere eseguito nel modo migliore, per questo motivo nei periodi di raccolta e pulizia viene istituito un team apposito per eseguire l'operazione.

Il trasporto dalla sede di analisi al laboratorio avviene repentinamente collocando le tesi in un frigorifero mobile e poi immediatamente riposti nel congelatore della sede di analisi.



**Figura 19: Lavaggio della zolla dalla terra**



**Figura 20: Tavolo di lavoro; sulla destra campione, lavato, da pulire**





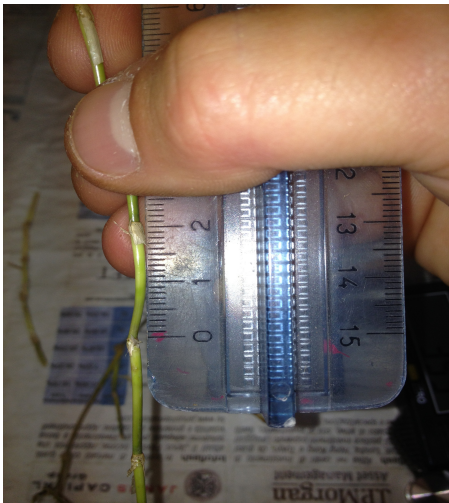
**Figura 21: Stolone prima di essere pulito**



**Figura 22: Stolone pulito**

## 2.7.2 MISURAZIONE MANUALE

La misurazione si effettua al termine della pulizia di ogni campione, tramite calibro e righello. Con il calibro viene misurato il diametro nel punto centrale di dieci internodi rappresentativi mentre con il righello si misura la lunghezza degli stessi internodi.



**Figura 23: Misurazione della lunghezza di un internodo con righello**



**Figura 24: Misurazione del diametro di uno stolone con calibro**

### 2.7.3 MISURAZIONE DIGITALE

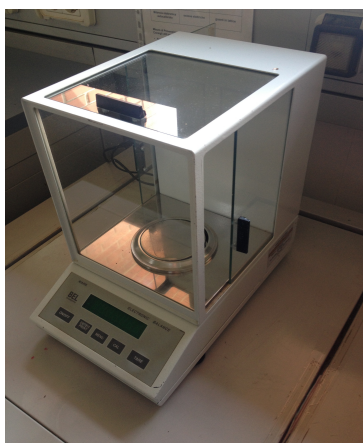
Il secondo metodo di misurazione è stato effettuato tramite scansione e analisi con tecnologia WinRHIZO. Sono stati misurati diametro medio e lunghezza totale.

### 2.7.4 PESATURA

In questa sperimentazione è stato misurato anche il peso di rizomi e stoloni. Vengono pesati gli stoloni e i rizomi prima e dopo la liofilizzazione.

La pesata degli organi freschi deve avvenire estraendo dal congelatore un campione per volta e impiegando il minor tempo possibile per evitarne lo scongelamento.

Gli strumenti utilizzati per le operazioni di pesatura sono delle bilance analitiche con tarature di precisione diverse: per gli stoloni si è resa sufficiente una bilancia con precisione al centesimo di grammo mentre per i rizomi, è stato necessario utilizzare una bilancia con precisione al millesimo in quanto spesso il loro peso non viene percepito da una bilancia di minore precisione.



**Figura 25: bilancia utilizzata per pesare i rizomi**



**Figura 26: bilancia utilizzata per pesare gli stoloni**



## 2.7.5 LIOFILIZZAZIONE

L'operazione di liofilizzazione consente di eliminare tutta l'acqua contenuta nei campioni in modo da ottenerne il peso secco e rapportarlo poi col peso fresco. All'interno della macchina i campioni vengono portati ad una temperatura di circa -70 gradi e poi posti in condizione di vuoto. Questo processo rende possibile la sublimazione dell'acqua e quindi il disseccamento degli organi vegetativi senza compromettere il contenuto in amido, cosa che avverrebbe se seccassimo rizomi e stoloni tramite una fonte di calore.

Il processo di liofilizzazione dura circa 24 ore trascorse le quali i campioni vengono estratti, pesati e riposti negli appositi sacchetti.

## 2.7.6 DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI AMIDO

Per i campioni raccolti in ottobre si è analizzato anche il contenuto di amido, in questo periodo infatti le specie macroterme accumulano la massima quantità di carboidrati di riserva per affrontare la dormienza invernale.

Per poter effettuare le analisi in laboratorio chimico, ogni campione è stato macinato con un setaccio a maglia da 0,5 mm.



Figura 27: Mulino con setaccio a maglia da 0,5 mm

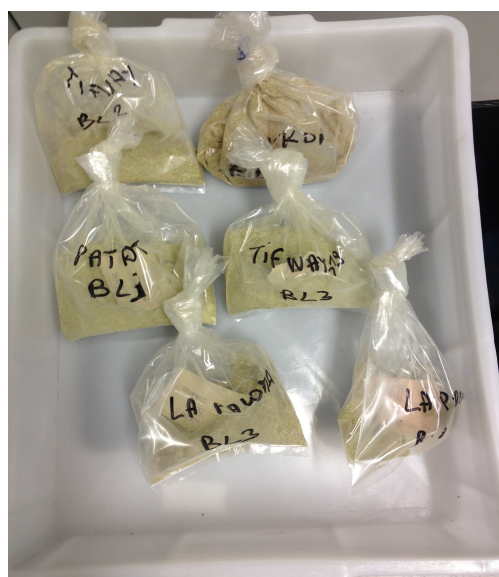


Figura 28: Alcuni campioni macinati

### 2.7.6.1 PROCEDIMENTO

Vengono pesati 100 mg di campione e riposti in una provetta da 10 cc.

Successivamente si aggiungono 3,9 ml di *buffer* acetato 0,1 M, pH 4.2 e 100 $\mu$ l di  $\alpha$ -amilasi, si chiude il preparato e lo si mette in bagno con acqua alla temperatura di 80 °C per 15 minuti.

Trascorso questo tempo, si porta la soluzione a temperatura ambiente e si aggiunge 1 ml di Amyloglucosidase (5 g/l; SIGMA A-7255). I campioni vengono poi riposti in incubazione a 40 °C per 24 ore; durante le prime due ore le provette vengono mescolate ripetutamente; questa operazione va ripetuta durante l'ultima ora d'incubazione.

Dopo 24 ore i campioni vengono portati a volume (10 ml), centrifugati a 3500 giri al minuto per 10 minuti e il surnatante viene poi filtrato con filtro monouso da 0.45 $\mu$ m; il filtrato viene successivamente utilizzato per lettura in HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

(*Glucose calibration standard* per HPLC: 1-3-5 g/l)

Il rifrattometro determina il contenuto di amido come glucosio totale risultante dai processi idrolitici dell'amido. Il contenuto iniziale di glucosio del campione dev'essere misurato e utilizzato come parametro di riferimento ("bianco") (McCleary *et al.*; AOAC 1997).

## 2.8 ANALISI STATISTICA

Nella prima sperimentazione, i parametri rilevati sono stati correlati in modo da valutare la tendenza del parametro misurato manualmente a variare in funzione di quello misurato con metodo digitale. Per valutare la bontà della predizione delle correlazioni è stato inoltre calcolato per ognuna di esse il coefficiente di determinazione ( $R^2$ ).

Tutti i parametri relativi alle dimensioni di stoloni e rizomi (lunghezze e diametri misurati manualmente e con sistema digitale), raccolti nella seconda

sperimentazione sono stati sottoposti all'analisi della varianza.

Secondo lo schema sperimentale utilizzato e vista la raccolta ripetuta nel tempo dei campioni sulle stesse cultivar, si è eseguita una analisi della varianza a misure ripetute testando l'effetto di cultivar, tempo (stagione) e la loro interazione su tutti i parametri.

Soltanto per il diametro dei rizomi calcolato con tecnologia WinRHIZO, non è stato possibile valutare l'effetto "stagione": l'unica raccolta in cui in tutte le parcelle erano presenti rizomi è infatti la terza (luglio 2014). Non avendo ripetizioni sufficienti durante le altre raccolte, l'analisi è stata fatta per la sola stagione estiva confrontando l'effetto cultivar.

Nei casi in cui l'analisi abbia evidenziato differenze significative, la differenza tra le medie è stata testata attraverso il calcolo dell'errore standard.

Nel capitolo seguente saranno riportati, illustrati e commentati, i risultati relativi a tale analisi.

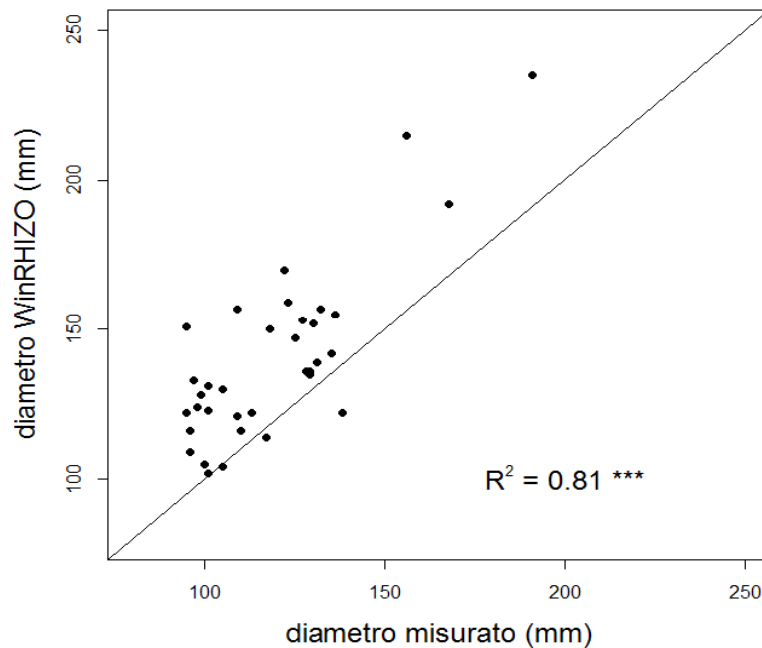
## **3 RISULTATI**

### **3.1 PRIMA SPERIMENTAZIONE**

I risultati ottenuti attraverso la prima sperimentazione hanno consentito di valutare se un'analisi digitale con tecnologia WinRHIZO fosse un valido metodo alternativo alla misurazione manuale di lunghezze e diametri di stoloni e rizomi.

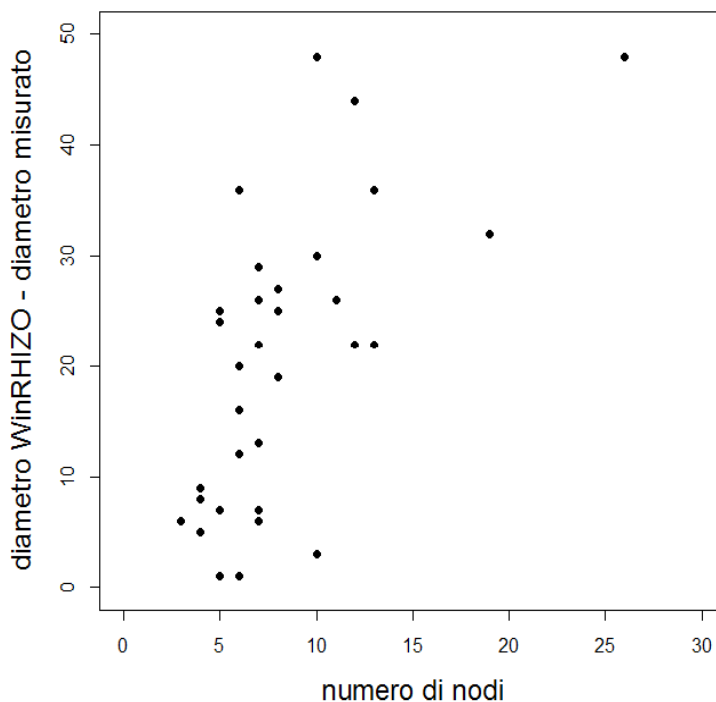
#### Diametro

I valori dei diametri misurati con lo scanner sono significativamente correlati ai diametri misurati manualmente ( $P < 0.001$ ) e questo dimostra l'attendibilità delle misure eseguite con metodo digitale (Figura 29).



**Figura 29: correlazione tra i valori misurati manualmente e i valori da scanner**

Tuttavia dal grafico si può osservare che il software sovrastima la misura del diametro, questo probabilmente a causa della presenza dei nodi tipici degli stoloni. Al fine di verificare se fossero proprio i nodi a causare una sovrastima



**Figura 30: correlazione tra il numero di nodi e la differenza tra i diametri misurati manualmente e quelli misurati con WinRHIZO**

del diametro medio, è stata analizzata la correlazione tra il numero di nodi e la differenza tra i diametri misurati manualmente e quelli misurati con WinRHIZO (Figura 30).

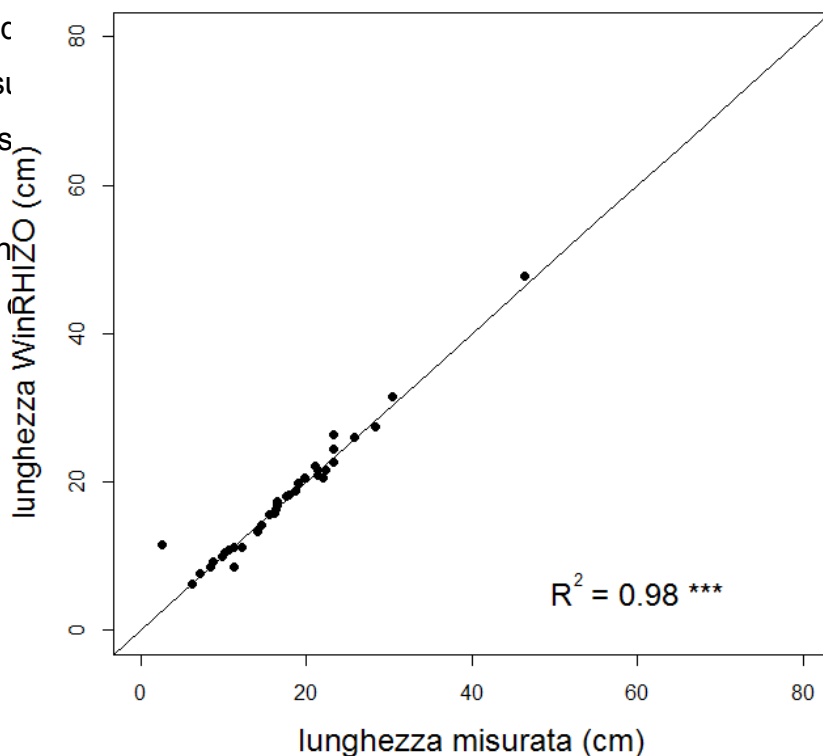
La correlazione è risultata altamente significativa ( $P < 0.001$ ) ed  $R^2$  pari a 0,53. Riteniamo quindi che il metodo digitale per la misurazione dei diametri non possa essere direttamente confrontato con i diametri misurati manualmente se il confronto non avviene tra campioni che prendano in esame lo stesso numero di internodi. Generalmente il metodo manuale viene applicato selezionando sul campione un numero di internodi rappresentativi, limitato rispetto al totale degli internodi presenti nel campione; quindi il confronto tra il metodo manuale e quello digitale per la misura del diametro risulta impreciso.

Si ritiene che le due metodologie siano in questo caso espressione di due diverse osservazioni sul campione: indicativa della struttura del campione nel caso della misurazione manuale, più approfondita nella definizione della morfologia del campione nel caso del metodo digitale.

### Lunghezza

Anche la correlazione tra i valori di lunghezza misurati manualmente e quelli misurati con software WinRHIZO è risultata altamente significativa.

Si può concludere che il metodo digitale dà risultati molto simili a quelli ottenuti con il metodo manuale. Questo è dimostrato dai dati di questo campione, dove la correlazione tra i valori di lunghezza misurati manualmente e quelli misurati con software WinRHIZO è risultata altamente significativa.



**Figura 31: correlazione tra i valori di lunghezza misurati manualmente e quelli misurati con software WinRHIZO**

### 3.2 SECONDA SPERIMENTAZIONE

L'effetto dell'interazione cultivar x stagione è risultato significativo per lunghezza dei rizomi misurata con WinRHIZO, peso dei rizomi, diametro e lunghezza degli stoloni misurati con WinRHIZO, e peso degli stoloni. Sia il diametro che la lunghezza degli stoloni misurati manualmente non hanno mostrato di essere influenzati dall'interazione cultivar x stagione; entrambi mostrano differenze per le cultivar, mentre il diametro anche per la stagione.

L'effetto cultivar, infine, mostra un effetto positivo sul diametro dei rizomi misurato con WinRHIZO.

**Tabella 1: Risultati dell' analisi della varianza relativi al diametro ed alla lunghezza dei rizomi rilevati attraverso il software WinRHIZO, diametro e lunghezza degli stoloni da scanner e da misurazione manuale ed al peso secco di rizomi e stoloni di quattro cultivar di *Cynodon dactylon* in tre epoche diverse di prelievo.**

	RIZOMI			STOLONI				
Effetto	Diametro	Lunghezza	Peso	Diametro	Diametro	Lunghezza	Lunghezza	Peso

	WinRHIZO	WinRHIZO		misurato	WinRHIZO	misurata	WinRHIZO	
<b>Cv</b>	*	**	*	**	ns	**	***	***
<b>Stagione</b>	-	***	***	**	ns	ns	**	***
<b>Cv x Stagione</b>	-	***	***	ns	*	ns	*	**

\*, significativo  $0,01 \leq P \leq 0,05$ .

\*\*, mediamente significativo  $0,001 \leq P \leq 0,01$ .

\*\*\*, altamente significativo  $P \leq 0,001$ .

ns, non significativo al livello di probabilità 0,05.

### 3.2.1 RIZOMI

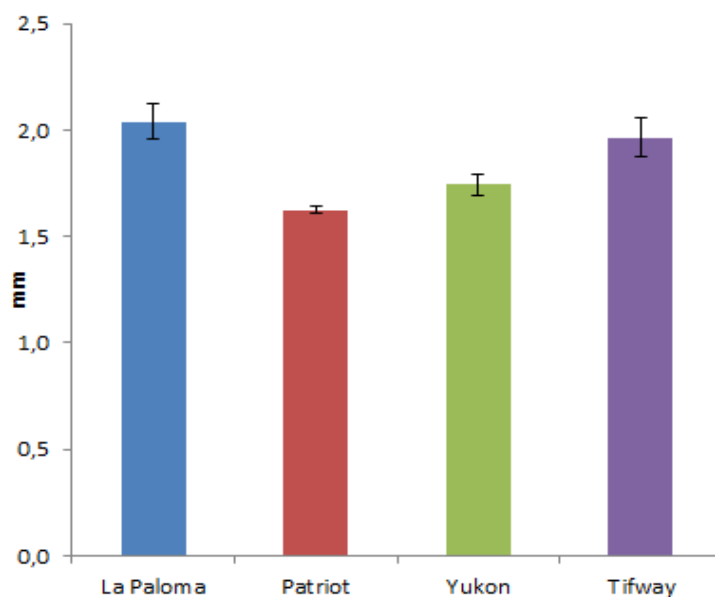
#### 3.2.1.1 DIAMETRO WinRHIZO

I rizomi delle cultivar a confronto hanno mostrato dimensioni diverse del diametro nella terza raccolta (luglio 2014).

Si può notare come le cultivar “La Paloma” e “Tifway 419” mostrino i diametri maggiori con valori medi rispettivamente di 2,03 mm e 1,96 mm. “Yukon” mostra un diametro medio significativamente più basso, pari a 1,74 mm, seguita da patriot con un diametro medio di 1,62 mm.

Non è stato possibile osservare valori di diametri nelle raccolte precedenti in quanto alcuni campioni non presentavano rizomi: questo può essere dovuto al fatto che le cultivar non hanno avuto abbastanza tempo dalla data di impianto all’inizio della dormienza invernale (raccolta di ottobre), per sviluppare rizomi. Di conseguenza, anche nella raccolta di marzo tali organi non sono stati trovati.





**Figura 32: Diametro dei rizomi nelle quattro cultivar di *Cynodon dactylon*, nella stagione estiva (prelievo di luglio 2014). I dati rappresentano i valori medi del diametro dei rizomi per ogni cultivar con i rispettivi errori standard.**

### 3.2.1.2 LUNGHEZZA WinRHIZO

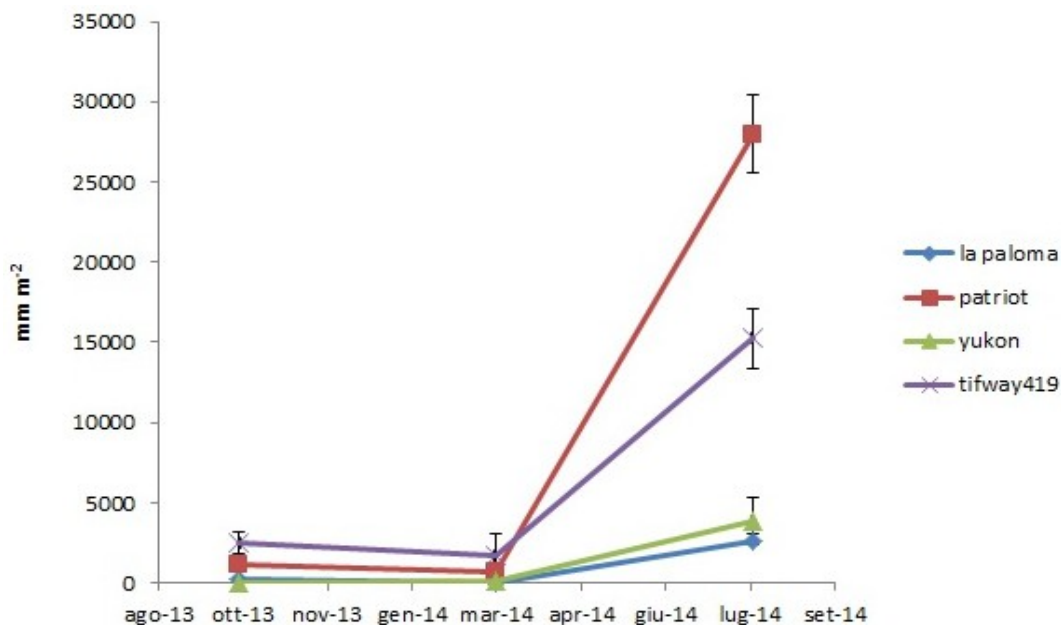
L'interazione tra cultivar e stagione ha avuto un effetto molto significativo sulla lunghezza dei rizomi misurata con WinRHIZO.

I rizomi delle cultivar a confronto hanno mostrato una diversa crescita in lunghezza in relazione alla stagione. La Figura 33 mostra come le cultivar propagate per via vegetativa (“Patriot” e “Tifway 419”) abbiano sviluppato rizomi per una lunghezza totale maggiore rispetto alle cultivar seminate (“La Paloma” e “Yukon”). Oltretutto, sebbene la differenza non sia molto evidente, “Patriot” e “Tifway 419” hanno sviluppato rizomi (seppur in maniera ridotta) già a partire dalla stagione di ottobre, cosa che non è avvenuta per le cultivar seminate.

Per nessuna della cultivar la lunghezza dei rizomi ad ottobre supera i 5000 mm, rimane pressoché inalterata in marzo, mentre si differenziano molto in luglio: “La Paloma” e “Yukon” non mostrano differenze significative tra di loro, ma presentano valori maggiori rispetto ad ottobre e marzo (“La Paloma” raggiunge

i 2570 mm m<sup>-2</sup> mentre “Yukon” 3847 mm m<sup>-2</sup>).

I valori maggiori osservati a marzo appartengono alle cultivar propagate per via vegetativa: “Tifway 419” con 15230 mm m<sup>-2</sup> e “Patriot” 27983 mm m<sup>-2</sup>.



**Figura 33: Lunghezza dei rizomi nelle quattro cultivar di *Cynodon dactylon*, nella tre stagioni di prelievo (ottobre 2013, marzo e luglio 2014). I dati mostrano i valori medi della lunghezza dei rizomi e i rispettivi errori standard.**

La presenza di rizomi ad ottobre nelle parcelle propagate per via vegetativa suggerisce un effetto positivo dell'utilizzo di tale metodo di impianto in tappeti erbosi dove sia previsto un elevato calpestamento anche nel periodo invernale. Questo infatti, causa un degrado degli organi di riserva (soprattutto stoloni) quindi la presenza di rizomi già dal primo anno aumenta la capacità di mantenere sostanze di riserva utili per il rinverdimento primaverile delle macroterme.

La ben nota capacità delle macroterme di immagazzinare il maggior quantitativo di sostanze di riserva prima della dormienza invernale è poco visibile in questa sperimentazione in quanto durante il primo anno (dall'impianto, a ottobre 2013) non sono state prodotte grandi quantità di rizomi.

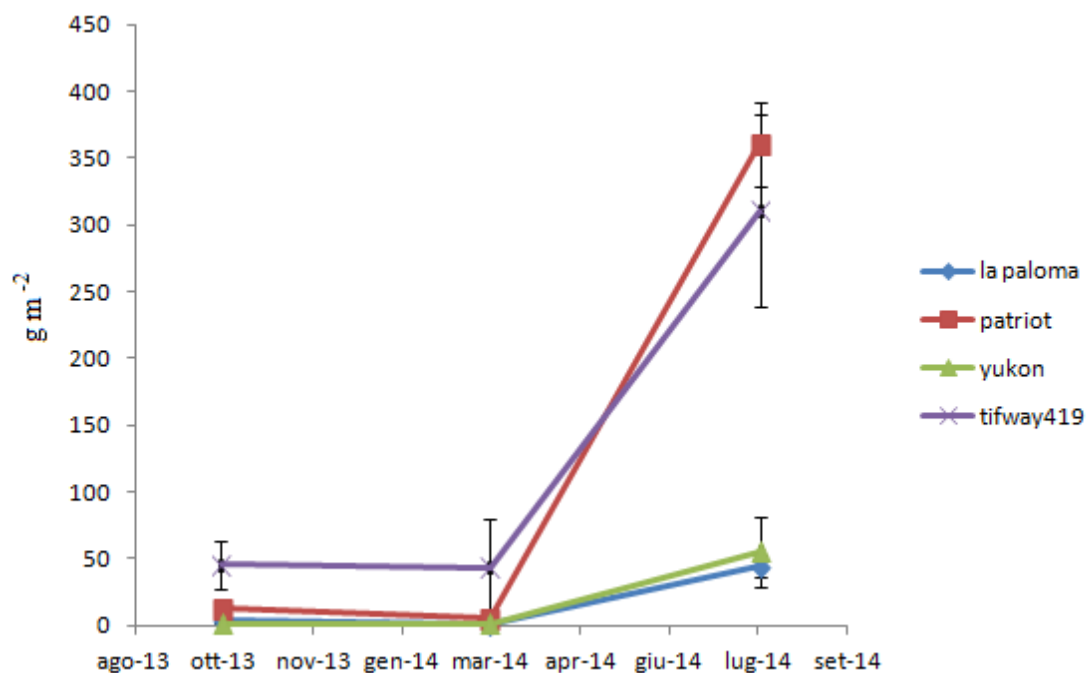
Anche il maggior sviluppo estivo di “Patriot” e “Yukon” suggerisce una scelta varietale mirata verso queste cultivar per avere un tappeto erboso di maggiore resistenza anche in caso di stress ambientali.

### 3.2.1.3 PESO

Per quanto riguarda il peso secco dei rizomi ha avuto un effetto molto significativo l'interazione tra la cultivar e la stagione.

Poiché la lunghezza dei rizomi è strettamente collegata alla quantità in peso di rizomi prodotti, i risultati riportati in Figura 34 rispecchiano quanto riportato in Figura 33. Allo stesso modo, si nota che le cultivar propagate per via vegetativa presentano una maggiore quantità in peso di rizomi sia nella stagione estiva, dove la differenza è significativa, che nel periodo di predormienza (ottobre 2013): l'ipotesi di optare per la propagazione vegetativa e la scelta varietale mirata a "Patriot" e "Tifway 419" risulta quindi essere la migliore per quanto riguarda la quantità di questi organi di riserva nel periodo invernale ed estivo.

In generale i valori di peso sono compresi tra 0 e 45,5 g/m<sup>2</sup> nel mese di ottobre ("Yukon" 0,83, "La Paloma" 3,16, "Tifway 419" 45,33 e "Patriot" 12,25 g/m<sup>2</sup>) e non risultano essere statisticamente diversi a seconda della cultivar. Lo stesso accade nel campionamento di marzo. Differenze maggiori si osservano invece nel mese di luglio 2014 in cui si nota che le cultivar propagate per via vegetativa hanno più rizomi rispetto alle altre. Contrariamente a quanto osservato per la lunghezza dei rizomi, che dava differenze significative anche tra "Tifway 419" e "Patriot", per il peso dei rizomi non sono state riscontrate differenze significative tra queste due cultivar. Troviamo in questo periodo valori di 44 e 55 g/m<sup>2</sup> per "La Paloma" e "Yukon" mentre più alti per "Tifway 419" e "Patriot" rispettivamente con 311 e 361 g/m<sup>2</sup>.

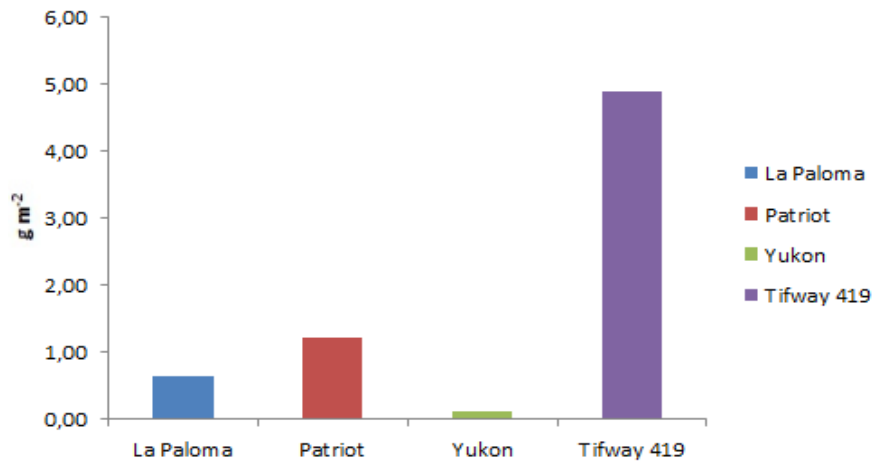


**Figura 34: Peso secco dei rizomi nelle quattro cultivar di *Cynodon dactylon*, nelle tre stagioni di prelievo (ottobre 2013, marzo e luglio 2014). I dati mostrano i valori medi del peso secco dei rizomi e i rispettivi errori standard.**

### 3.2.1.4 AMIDO

I valori in peso di amido nella sostanza secca dei rizomi liofilizzati, misurato per la raccolta di ottobre 2013 sono riportati in Figura 35. La cultivar “Tifway 419” mostra il contenuto maggiore di amidi (4,89 g m<sup>2</sup>). Le altre cultivar hanno valori inferiori: “Patriot” 1,21, “La Paloma” 0,64, “Yukon” 0,11 g m<sup>2</sup>.

Il basso contenuto di amido in tre delle cultivar è legato al fatto che la produzione di rizomi tende ad essere posticipata alla seconda stagione vegetativa.



**Figura 35: Contenuto di amido nelle quattro cultivar di *Cynodon dactylon* nel mese di ottobre 2013. I dati mostrano il contenuto di amido nel peso secco dei rizomi.**

## 3.2.2 STOLONI

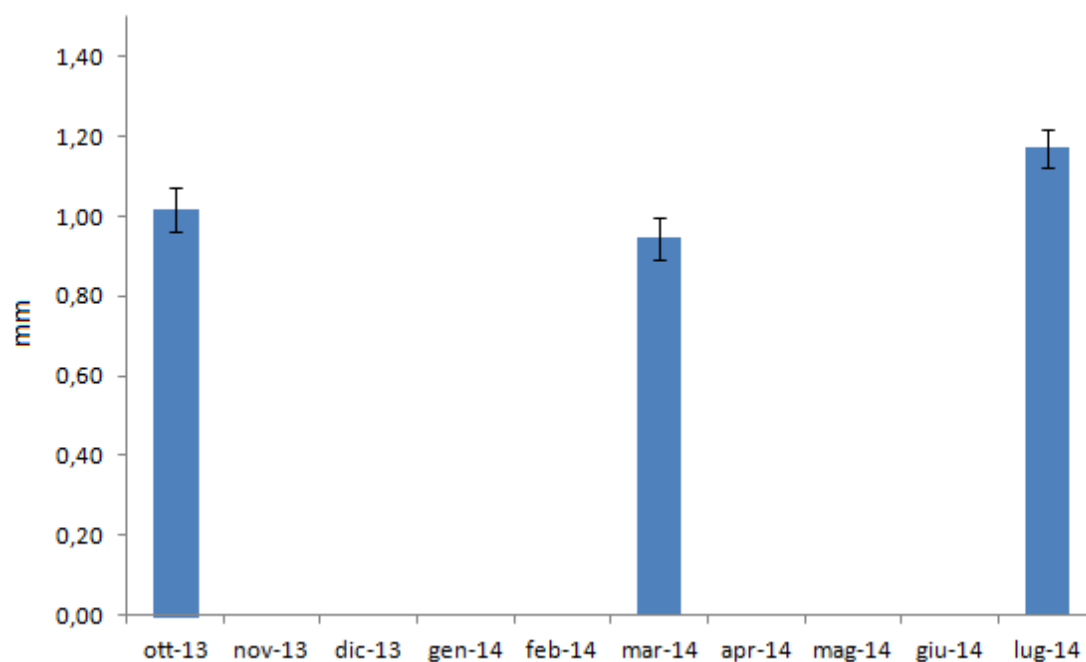
### 3.2.2.1 DIAMETRO MISURATO

Per questo parametro è stato osservato un effetto significativo sia della stagione che della cultivar, ma non dell'interazione dei due fattori.

#### Effetto stagione

Il valore medio stagionale tra tutte le cultivar dimostra che questa macroterma accumula il maggior quantitativo di sostanze di riserva prima della dormienza invernale e nel periodo estivo.

Osserviamo un valore medio di 1,01 mm ad ottobre, di 0,94 mm a marzo che aumenta a luglio raggiungendo 1,17 mm.



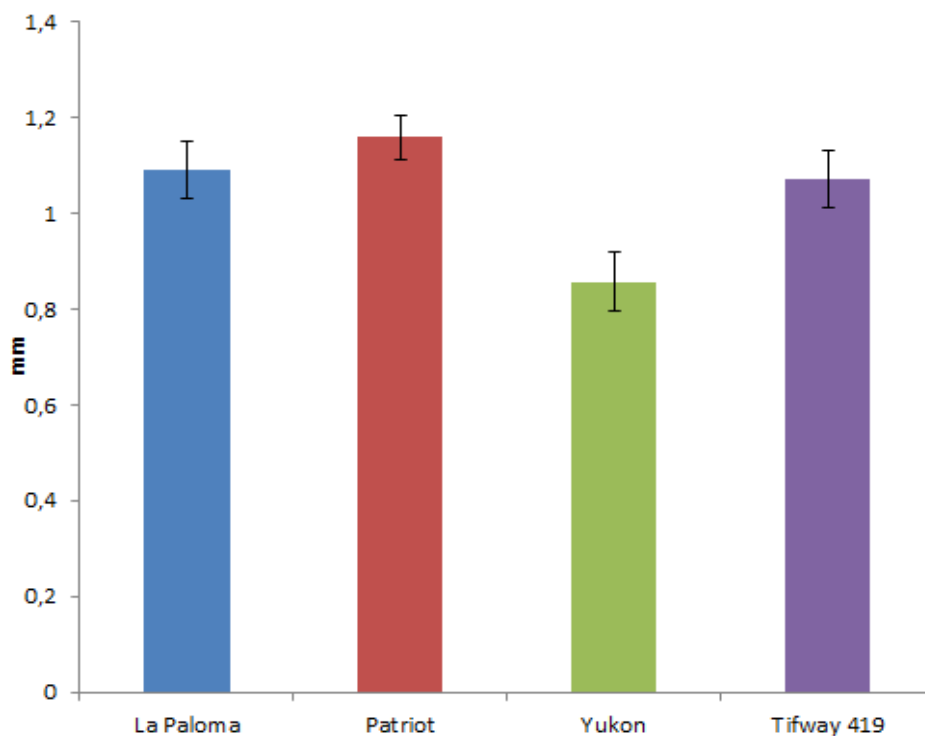
**Figura 36: Diametro medio di tutte le cultivar per ogni periodo di raccolta. I dati mostrano il diametro medio e il rispettivo errore standard.**

### Effetto cultivar

Il diametro degli stoloni nell'intero periodo della sperimentazione mostra valori compresi tra 0,8 e 1,2 mm.

Ad eccezione di "Yukon" con un diametro medio di 0,85 mm non vi sono differenze significative tra le altre cultivar: "Tifway 419" mostra un diametro medio di 1,07 mm, "Patriot" di 1,15 mm mentre "La Paloma" di 1,09 mm.

Visti i risultati sembra che il diametro degli stoloni misurato con metodo manuale non sia un parametro in grado di descrivere la morfologia delle singole cultivar come possono esserlo invece la lunghezza totale ed il peso.



**Figura 37: Diametro medio di ogni cultivar nell'intero periodo di osservazione. I dati mostrano il diametro medio e il rispettivo errore standard.**

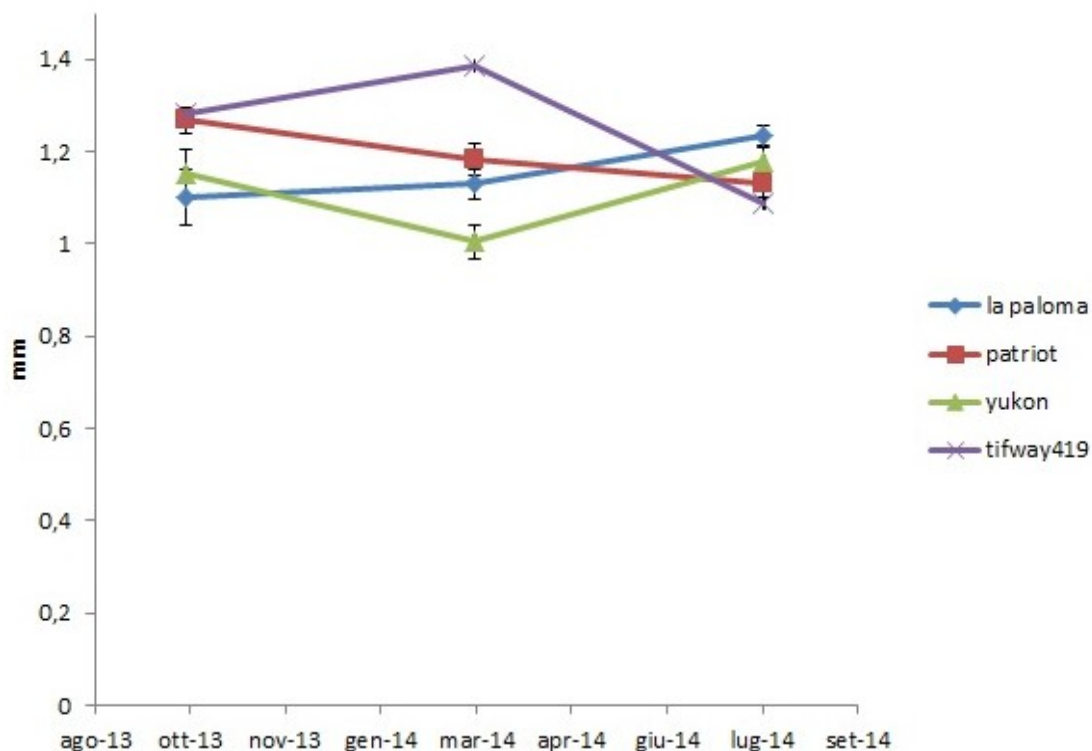
### 3.2.2.2 DIAMETRO WinRHIZO

Contrariamente a quanto osservato per il diametro misurato manualmente, il diametro degli stoloni misurato con tecnologia WinRHIZO è significativamente influenzato dall'interazione tra cultivar e stagione. In particolare "Tifway 419" mostra, a marzo, una crescita statisticamente significativa maggiore rispetto alle altre cultivar.

Risulta interessante notare, osservando la Figura 38, come il valore medio per ogni cultivar, rilevato con metodo digitale, non si discosti molto dai valori medi delle cultivar misurati manualmente (1,15 mm per "La Paloma", 1,19 mm per "Patriot", 1,11 mm per "Yukon" e 1,25 mm per "Tifway 419").

Vale la pena riportare i valori medi delle singole cultivar per sottolineare che

effettivamente, come dimostrato dalla prima sperimentazione, WinRHIZO tende a sovrastimare i valori a causa della presenza dei nodi e che “Yukon” in entrambi i casi mostra il valore minore.



**Figura 38: Diametro degli stoloni misurati con software WinRHIZO, delle quattro cultivar nei tre periodi di raccolta.**

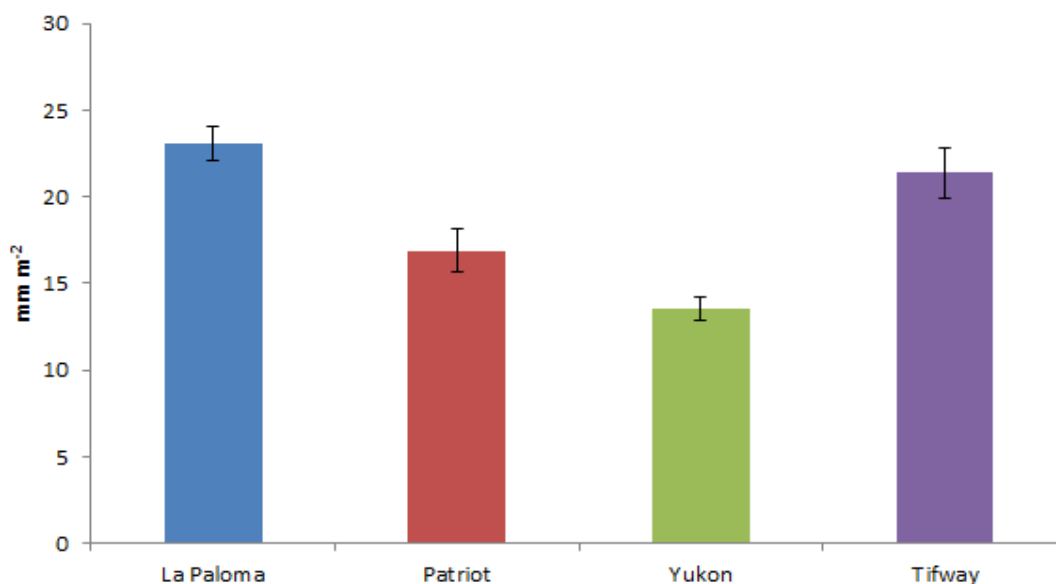
### 3.2.2.3 LUNGHEZZA MISURATA

Soltanto l'effetto cultivar si è mostrato significativo sulla lunghezza degli internodi degli stoloni. La stagione non ne ha quindi influenzato la lunghezza.

I dati mostrano come “La Paloma” e “Tifway 419” presentino gli internodi di lunghezza maggiore: l'elevata lunghezza degli internodi può, ma non necessariamente, essere sinonimo di minor densità del tappeto e quindi minor



capacità di recupero da traumi per le cultivar con questa caratteristica. Può quindi, da questo punto di vista essere preferibile impiegare cultivar come “Patriot” o “Yukon” laddove si prevede un forte calpestamento del tappeto erboso come grande logorio e possibilità di strappi.



**Figura 39: Lunghezza misurata degli internodi degli stoloni delle quattro cultivar. I dati mostrano il valore medio di ogni cultivar per l'intero periodo di osservazione.**

#### **3.2.2.4 LUNGHEZZA WinRHIZO**

Per questo parametro è risultata significativa l'interazione tra cultivar e stagione. La lunghezza totale degli stoloni delle cultivar propagate per via vegetativa presenta valori più alti per tutto il periodo di osservazione. Anche per questo parametro le cultivar propagate per via vegetativa mostrano un aumento significativo in estate (luglio 2014), cosa che invece non accade per le cultivar seminate.

Il calo nel mese di marzo osservato soprattutto per “Tifway 419”, come si nota in

Figura 40, può essere dovuto ad un processo di necrosi della parte apicale degli stoloni avvenuta durante l'inverno.

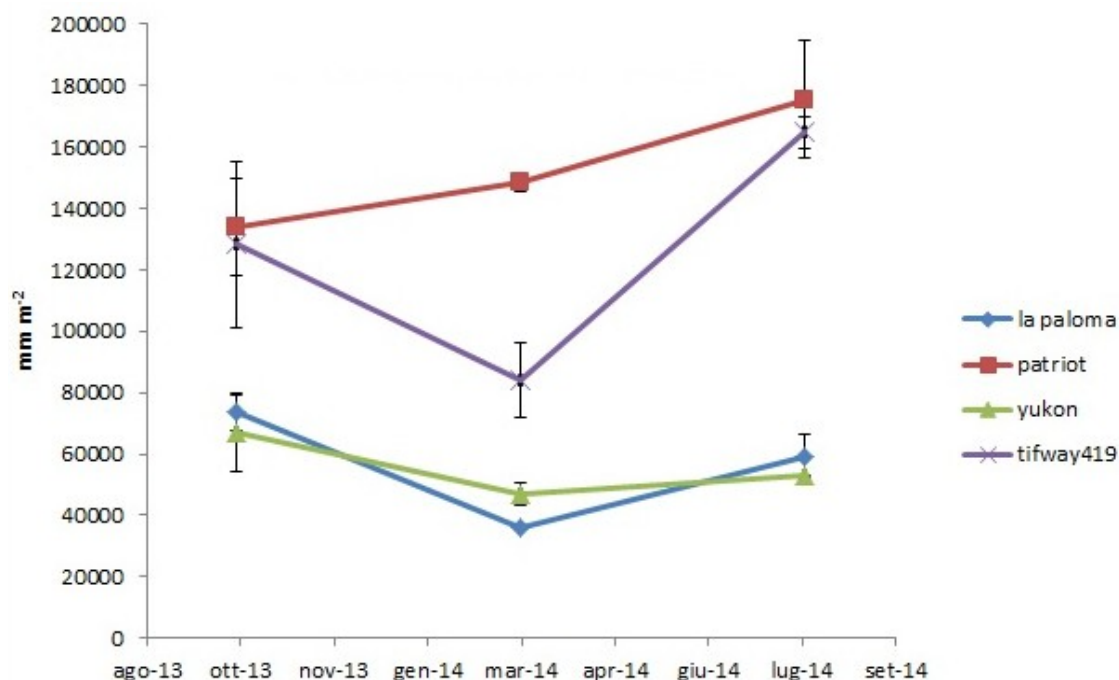


Figura 40: Lunghezza degli stoloni delle quattro cultivar ottenuta tramite misura con software WinRHIZO nei diversi periodi di raccolta.

### 3.2.2.5 PESO

Come osservato per i rizomi, un maggior peso degli stoloni delle cultivar “Patriot” e “Tifway 419”, denotano una maggiore predisposizione a produrre organi di riserva. Il fatto che ad ottobre 2013 siano già presenti più stoloni nelle cultivar propagate per via vegetativa rispetto alle seminate indica una migliore risposta dovuta a questo tipo di insediamento; inoltre i valori di luglio 2014 indicano una maggiore predisposizione di “Patriot” e “Tifway 419” a produrre stoloni.

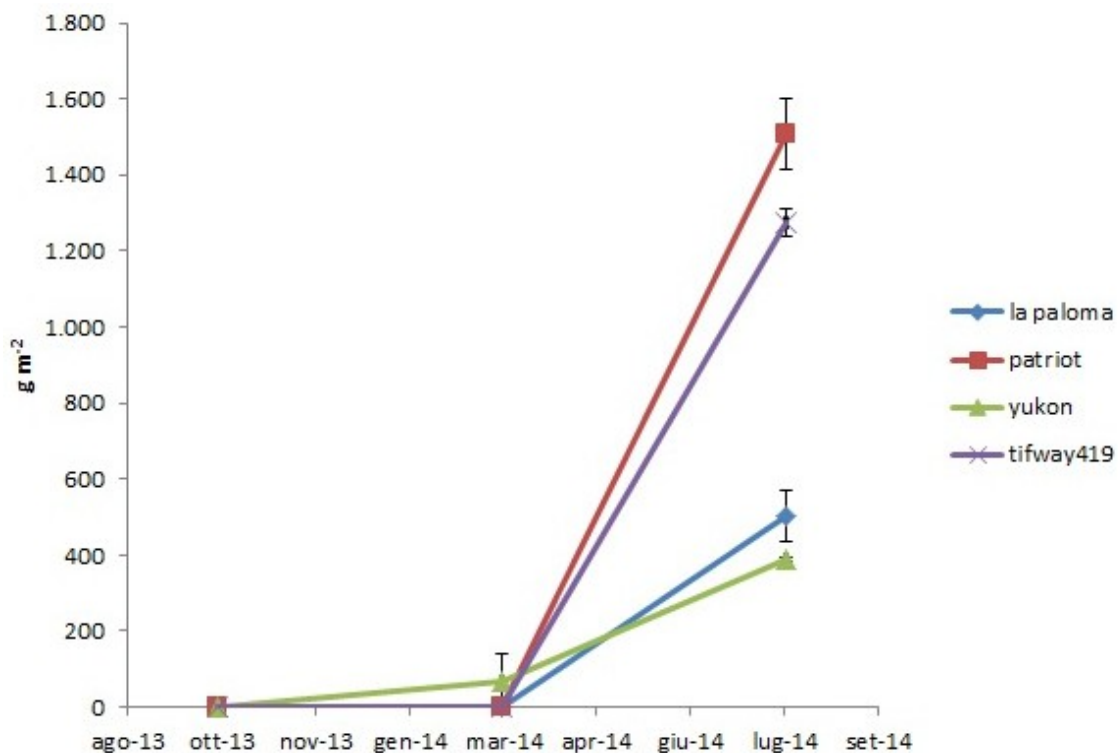
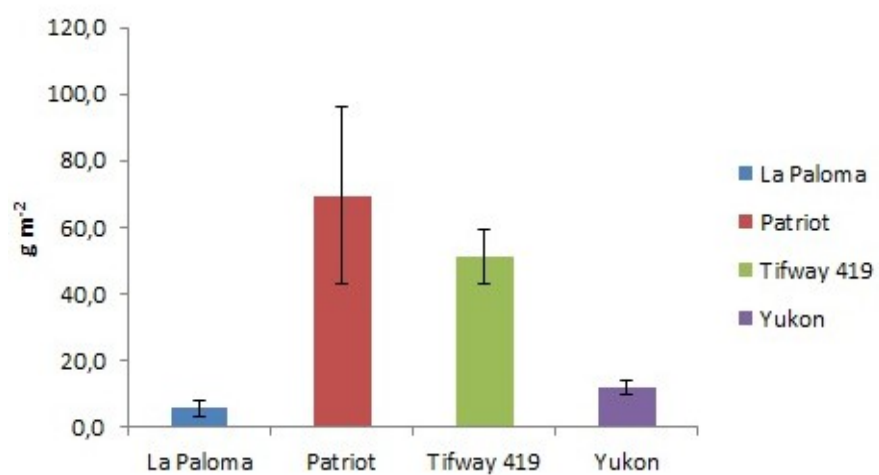


Figura 41: Peso secco degli stoloni nelle varie cultivar a seconda della stagione.

### 3.2.2.6 AMIDO

I valori riportati in Figura 42 mostrano un contenuto in peso di amido sulla sostanza secca maggiore per cultivar propagate per via vegetativa. I valori osservati sono: per “Patriot” 69,5, per “Tifway 419” 51,2, per “La Paloma” 5,63 e per “Yukon” 11,9 g m<sup>2</sup>.

Il risultato può rispecchiare la maggior tendenza delle cultivar propagate per via vegetativa a produrre organi di riserva nel breve periodo.



**Figura 42: Contenuto di amido nelle quattro cultivar di *Cynodon dactylon* nel mese di ottobre 2013. I dati mostrano il contenuto di amido nel peso secco degli stoloni.**

## 4 CONCLUSIONI

Nell'ambito della prima sperimentazione è stato possibile dimostrare come, con l'ausilio dello scanner per l'acquisizione di immagini e della tecnologia WinRHIZO, si possano ottenere valori relativi alle dimensioni dei rizomi e degli stoloni. È risultato che, nonostante il metodo commetta degli errori dovuti per lo più ad imprecisioni in fase di pulizia del materiale vegetativo, in linea generale esso confermi i valori ottenuti tramite la misurazione manuale effettuata con calibro e righello. Nell'eseguire le misurazioni con questo metodo è bene che l'operatore presti attenzione alla pulizia che deve essere quanto più rigorosa, o determini arbitrariamente delle classi diametriche da eliminare dall'analisi prodotta dal software. In questo modo, viene evitato il conteggio di residui secchi rimasti ai nodi di stoloni e rizomi che alterano i valori reali, causando una sovrastima nella lunghezza e una sottostima nel diametro medio.

D'altra parte la presenza dei nodi di stoloni e rizomi, che causano invece una sovrastima del diametro medio, non è altrettanto facilmente risolvibile. È bene quindi tenere in considerazione questo fattori al momento di osservazione dei dati.

Si può affermare comunque che il metodo può costituire una valida alternativa alla misurazione manuale oltre a fornire informazioni aggiuntive per quanto riguarda la lunghezza complessiva di stoloni e rizomi. È necessario ad ogni modo effettuarle sempre entrambe per avere un termine di paragone co altri studi.

Nell'ambito della seconda sperimentazione in cui è stato analizzato lo sviluppo di rizomi e stoloni di quattro cultivar di *Cynodon dactylon* nel lungo periodo, è emerso che la lunghezza totale di stoloni e rizomi ed il loro peso sono parametri rilevanti per la descrizione strutturale delle cultivar di *Cynodon dactylon*. Sono inoltre importanti nello studio dell'evoluzione degli organi di riserva nel tempo.

Si è notato come dal periodo di impianto alla dormienza invernale del primo

anno nessuna cultivar è riuscita a sviluppare un numero elevato di rizomi, ad eccezione delle cultivar propagate per via vegetativa. Tutte hanno invece sviluppato stoloni, seppur in modo diverso.

Al lato pratico si è notata una migliore risposta in termini di maggiore e più precoce produzione di rizomi e stoloni nelle cultivar insediate per via vegetativa, “Patriot” e “Tifway 419”; esse hanno infatti mostrato la presenza di un maggior quantitativo di organi di riserva soprattutto a luglio 2014 in periodo di massimo rigoglio vegetativo.

Il fatto di utilizzare questo tipo di tecnica per l’insediamento del tappeto erboso è da un lato più dispendiosa economicamente, dall’altro garantisce una più pronta copertura e un tappeto erboso più resistente (sia nel periodo invernale che in quello estivo). La resistenza di un tappeto erboso garantisce il recupero da eventuali stress ambientali in inverno e in estate e la possibilità di avere una migliore ripresa vegetativa in primavera.

Gli elevati costi iniziali vengono quindi ammortizzati nel tempo con una minor spesa di gestione per il mantenimento del tappeto erboso.

## BIBLIOGRAFIA

Adegbola A.A. E McKell C.M., 1966. *Effect of the nitrogen fertilization on the carbohydrate content of coastal bermudagrass*. 58: 60-64

Arber A., 1934. *The Gramineae*. Univ. Press, Cambridge

Beard J.B., Green R.L., 1994. *The Role of Turfgrasses in Environmental Protection and Their Benefits to Humans*. Journal of Environmental Quality, vol. 23, n. 3.

Beard J.B., 1973. *Turfgrass: Science and Culture*. 1: 46; 4: 132-142

Clinton Stier J e Gardner D.S. *Turfgrass Management and Physiology*.  
28: 460-461

Clinton Stier J. e Fei Shui-zhang. *Turfgrass Management and Physiology*.  
29: 476-477

Croce P. *Tecniche di propagazione vegetative delle macroterme*. Golf Environment Organisation, Edimburgo

Emmons R.D. *Turfgrass Science And Management*. 3: 29-45; 4: 62-63; 9: 150-152 e 163-168

Evans M.W., Watkins J.M., 1939. *The growth of Kentucky bluegrass and Canada bluegrass in late spring and in autumn as affected by length of d*

ay. J. Amer. Soc. Agron. 31: 764-774

Fisher, J.E., 1965. *The growth of rhizomes in Kentucky Bluegrass. Greenhouses-Garden-Grass.* 5(3), 1-7; 5(4), 1-6.

Gary J.E., 1967. *The vegetative establishment of four major turfgrasses and the response of stolonized "Meyer" zoysiagrass to mowing height, nitrogen fertilization, and light intensity.* M.S. Thesis. Mississippi State University, pp. 1-50

Gilles Clément, 2012. *Breve storia del giardino*

Lewton-Bain, L., 1901-5. *On the anatomy of the leaves of British grasses.* *Trans. Linn. Soc. London* 2 ser. Botan. 6, 315-361

Lorenzini G., Volterrani M., 2007. *Tappeti erbosi, aspetti tecnici, ambientali e paesaggistici*

Metcalf, C.R., 1960. *Anatomy of Monocotyledonae I. Gramineae.* Clarendon Press, Oxford

Okajima, Hideo, Smith Dale, 1964. *Available carbohydrate fractions in the stem bases and seed of timothy, smooth bromegrass, and several other northern.* *Crop Sci.* 4: 317-320.

Schmidt R.E., 1965. *Some physiological responses of two grasses as influenced by temperature, light and nitrogen fertilization.* pp. 1-116

Thompson W.R. e Ward C.Y., 1966. *Effects of the potassium nutrition and clipping heights on total available carbohydrates in Tifgreen bermudagrass.* *Agronomy Abstract* p. 37



- Troughton A., 1957. *The underground organs of herbage grasses*. Commonwealth Bur. Of Pastures and Field Crops, Harley Berkshire, England. Bull. 44
- Turgeon A.J. 1980. *Turfgrass Management*. 2: 36-38, 80-82
- Volterrani M., Magni S., 2006. *Le tecniche di insediamento dei tappeti erbosi*. *Phytomagazine*, 15: 51-58
- Weinmann H., Reinold L., 1946. *Reserve carbohydrates in South African grasses*. *J. So. Afr. Bot* 12: 57-73.
- Youngner V.B., 1961. *Growth and flowering of Zoysia species in response to temperature, photoperiods and light intensities*. *Crop. Sci.* 1: 91-93
- Arsenault R.C., Pouleur S., Messieur C. and Guay R., 1995. *WinRHIZO™, a root- measuring system with unique overlap correction method*. *HortScience* 30:906

