



Consiglio di Quartiere 4
Assessorato all'Ambiente
Assessorato alla Partecipazione democratica
e ai rapporti con i Quartieri
In collaborazione con ARSIA

Acqua e paesaggi
*Cultura, gestione e tecniche
nell'uso di una risorsa*

Firenze, 29-30 Maggio 2008

Limonaia di Villa Strozzi

Via Pisana, 77

29 Maggio - Sessione pomeridiana

Acqua, tecnica e gestione

Strategie di risparmio idrico nella gestione dei tappeti erbosi

Marco Volterrani – DAGA – Università di Pisa

Le specie da tappeto erboso, come tutte le piante, necessitano di acqua per vivere e crescere. Il contenuto idrico delle graminacee da tappeto erboso è compreso tra il 75% e l'85% in peso. Una riduzione della percentuale di acqua di appena il 10% può essere letale per la maggior parte delle specie. Solo una parte molto ridotta dell'acqua assorbita dalle piante (circa l'1%) è utilizzata in processi fisiologici. La quasi totalità dell'acqua assorbita dagli apparati radicali viene traspirata passando per evaporazione dalla pianta all'atmosfera circostante.

La perdita di acqua riferibile a una copertura vegetale è in generale definita evapotraspirazione, considerando che il consumo globale di acqua è dovuto a una quota di acqua traspirata dalle piante e a una quota di acqua evaporata direttamente dal suolo. L'evapotraspirazione è generalmente espressa in mm per giorno e dipende dal tipo di suolo, dalla specie e dalla varietà della copertura vegetale presente, dal livello di manutenzione e dalle condizioni atmosferiche.

Nella tabella 1 vengono riportati i valori della evapotraspirazione misurati sulle principali specie da tappeto erboso.

Tabella 1 – Tassi di evapotraspirazione (ET) massimi delle principali specie da tappeto erboso allevate nelle rispettive regioni climatiche di adattamento e allevate con le ottimali tecniche di gestione (modificata da Beard, 1989)

| Ordine Relativo | Tasso di ET mm per giorno | Specie da tappeto erboso | |
|-----------------|---------------------------|--|---|
| | | Microterme | Macroterme |
| Molto basso | < 6 | | <i>Buchloe dactyloides</i> |
| Basso | 6 – 7 | | <i>Cynodon ibridi</i> <i>Eremochloa ophiuroides</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Zoysia</i> spp. |
| Medio | 7 – 8,5 | <i>Festuca longifolia</i> <i>Festuca rubra</i> subsp. <i>commutata</i> <i>Festuca rubra</i> | <i>Paspalum notatum</i> <i>Paspalum vaginatum</i> <i>Stenotaphrum secundatum</i> |
| Alto | 8,5 – 10 | <i>Lolium perenne</i> | <i>Axonopus</i> spp. <i>Pennisetum clandestinum</i> |

| | | | |
|------------|------|--|--|
| Molto alto | > 10 | <i>Festuca arundinacea</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Poa annua</i> <i>Poa pratensis</i> <i>Lolium multiflorum</i> | |
|------------|------|--|--|

Per comprendere i meccanismi fisiologici alla base dell'uso dell'acqua da parte delle piante può rivelarsi utile una rappresentazione schematica del sistema suolo-pianta-atmosfera. In questo sistema il suolo con il suo contenuto di umidità funge da serbatoio di stoccaggio dell'acqua, mentre la pianta costituisce un canale di passaggio dell'acqua dal suolo verso l'atmosfera. Il moto dell'acqua attraverso tale canale si innesca per il cosiddetto deficit di saturazione atmosferico. L'atmosfera esercita sulla pianta una richiesta di acqua e questo richiamo di umidità a carico dei tessuti verdi rappresenta la forza motrice del fenomeno della traspirazione.

La radiazione solare, l'umidità relativa, la temperatura e i moti convettivi dell'aria che circonda le foglie sono tutti fattori che incidono sulla quantità di acqua pompata dalla pianta verso l'atmosfera. Sotto una forte insolazione, con aria secca e calda e in presenza di vento si verificano le condizioni di più elevata richiesta idrica sull'apparato traspirante della pianta.

L'ingresso dell'acqua nella pianta avviene a livello dei peli radicali che colonizzano il terreno mentre il sistema vascolare garantisce il trasporto dell'acqua dagli apparati radicali ai fusti e alle foglie. La traspirazione avviene entro strutture della foglia, le camere sottostomatiche, deputate agli scambi gassosi con l'atmosfera ed è il passaggio dell'acqua dallo stato liquido, in cui si trova entro le cellule, allo stato di vapore. Il vapore acqueo a questo punto passa nell'atmosfera attraverso le aperture stomatiche delle lamine fogliari.

Per quanto l'acqua ceduta per traspirazione possa essere considerata una perdita dal punto di vista del bilancio idrico, da un punto di vista fisiologico il fenomeno attiva alcuni meccanismi indispensabili per i processi vitali della pianta quali la termoregolazione e l'assorbimento degli elementi nutritivi dal terreno. Ogni grammo di acqua traspirata sottrae infatti ai tessuti traspiranti 2,43 kJ e ciò svolge un ruolo fondamentale nel raffreddamento della pianta. A tale proposito è indicativo il fatto che un tappeto erboso in attiva crescita può far registrare in estate una temperatura superficiale anche di 20 °C inferiore rispetto ad un terreno nudo o a un tappeto erboso in dormienza.

Nell'area mediterranea, specialmente durante il periodo estivo, le precipitazioni o le riserve del suolo raramente forniscono una disponibilità di acqua sincronizzata con le necessità delle piante ed è frequente quindi che le dotazioni ambientali non siano sufficienti a garantire una elevata qualità dei tappeti erbosi.

La Crop Science Society of America definisce la siccità come "una condizione caratterizzata da precipitazioni più ridotte della norma accompagnate da una domanda evapotraspirativa dell'atmosfera superiore alla media e sufficientemente prolungata tanto da determinare danni alle piante e causare una riduzione delle riserve idriche del suolo."

Tale definizione identifica una condizione climatica detta anche siccità cronica per distinguerla da una siccità acuta, termine con il quale si fa più specifico riferimento a condizioni temporanee di breve durata che si verificano in particolari giornate estive nelle quali gli elevati picchi di traspirazione possono causare effetti di deficit idrico a carico di un tappeto erboso, anche con disponibilità non limitanti di acqua nel terreno. Più in generale, a causa di oscillazioni della quantità di acqua disponibile per le piante, anziché veri e propri danni a carico dei vegetali si possono osservare periodi di durata variabile in cui i tappeti erbosi manifestano in modo più o meno evidente i segni di quello che viene definito stress idrico. Tale condizione si verifica quando la quantità di acqua perduta dalla pianta per traspirazione supera quella assorbita dalle radici.

Il primo segno visibile di tale stress è l'appassimento conseguente alla perdita di turgore delle cellule. Le foglie si risolvono lentamente quando calpestate, il colore verde vira al grigio bluastrò, mentre le singole lamine tendono ad arrotolarsi o ripiegarsi. Quando lo stress idrico è moderato, un'abbondante irrigazione determina un rapido recupero delle condizioni di piena vegetazione del tappeto erboso. Se viceversa si raggiunge una forte disidratazione, l'avvizzimento può divenire permanente, con morte delle piante e mancato recupero del tappeto erboso.

In risposta a condizioni subottimali nelle risorse idriche ambientali, le piante attuano strategie fisiologiche che possono essere di:

- a) prevenzione nei confronti della siccità;
- b) tolleranza alla siccità;
- c) fuga.

L'adozione di una o più di tali strategie consente alle piante di raggiungere un certo grado di resistenza al fenomeno della siccità.

Tabella 2 – Resistenza alla siccità relativa delle principali specie da tappeto erboso allevate nelle rispettive regioni climatiche di adattamento con le ottimali tecniche di gestione

| Ordine Relativo | Specie da tappeto erboso | |
|-----------------|----------------------------|--|
| | Microterme | Macroterme |
| Superiore | | <i>Cynodon dactylon</i> <i>Cynodon ibridi</i> |
| Eccellente | | <i>Buchloe dactyloides</i> <i>Paspalum vaginatum</i> <i>Zoysia</i> spp. <i>Paspalum notatum</i> |
| Buona | <i>Agropyrum cristatum</i> | <i>Stenotaphrum secundatum</i> <i>Eremochloa ophiuroides</i> <i>Axonopus</i> spp. |
| Media | <i>Festuca arundinacea</i> | |

| | | |
|--------------|--|--|
| Sufficiente | <i>Lolium perenne</i> <i>Poa pratensis</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Festuca longifolia</i> <i>Festuca rubra</i> subsp. <i>commutata</i> <i>Festuca rubra</i> | |
| Scarsa | <i>Agrostis tenuis</i> <i>Poa annua</i> | |
| Molto scarsa | <i>Poa trivialis</i> | |

a) Meccanismi di prevenzione. Attraverso le strategie di prevenzione le piante tendono a non modificare il loro bilancio idrico mediante la limitazione delle perdite di acqua o incrementando il suo assorbimento dal terreno.

Uno dei meccanismi con cui le piante ottengono la riduzione delle perdite di acqua per traspirazione si basa sull'aumento della resistenza stomatica e cuticolare. A livello di singola pianta, mediante la chiusura degli stomi (es. gramigna, *Paspalum*, *Zoysia*) e la formazione di strati cerosi (es. gramigna, *Buchloe*), i tessuti epidermici delle foglie riescono a ridurre il flusso di scambio gassoso con l'atmosfera. Una singolare strategia di riduzione degli scambi gassosi è messa in atto dalla *Poa pratensis* la quale, in condizioni di stress idrico, chiude i due lembi della lamina fogliare diminuendo la superficie esposta.

In generale, foglie corte e strette con scarsa velocità di accrescimento longitudinale riducono la superficie dalla quale può avvenire la traspirazione. La morfologia fogliare delle festuche fini, specialmente se comparata a quella di specie come *Festuca arundinacea* o *Stenotaphrum secundatum*, è un esempio della riduzione della superficie di scambio con l'atmosfera.

Anche il disseccamento parziale dell'apparato fogliare risulta una strategia di riduzione della perdita di acqua potendosi infatti considerare un caso particolare di temporanea riduzione dell'apparato fogliare. Sacrificando parte dei tessuti verdi la pianta rende il bilancio idrico meno critico a vantaggio di organi quali radici e corone che possono garantire la vitalità delle piante una volta che le disponibilità idriche siano ritornate normali.

Se quelle descritte sono caratteristiche vantaggiose per le singole piante, per un tappeto erboso, considerato nel suo insieme di comunità vegetale, possono risultare convenienti per il bilancio idrico peculiarità apparentemente opposte.

Ogni singola operazione di manutenzione contribuisce a determinare l'entità della biomassa verde e la densità di organi come foglie e fusti e pertanto, per quanto riguarda il tasso di evapotraspirazione di un tappeto erboso, questo viene fortemente influenzato da fattori che possono non dipendere interamente dalle caratteristiche intrinseche delle singole specie.

Un sistema adottato dalle piante per migliorare il bilancio idrico è poi quello di aumentare l'assunzione di acqua dalle radici. Ciò è ottenuto in generale sviluppando un apparato radicale profondo, ramificato e ricco di peli radicali.

Come riportato in tabella 3, le varie specie da tappeto erboso mostrano diverse abilità ad approfondire i loro apparati radicali nel periodo estivo.

Tabella 3 – Profondità di radicazione estiva relativa delle principali specie da tappeto erboso allevate nelle rispettive regioni climatiche di adattamento e con le ottimali tecniche di gestione

| Ordine Relativo | Specie da tappeto erboso | |
|-----------------|---|---|
| | Microterme | Macroterme |
| Superiore | | <i>Cynodon dactylon</i> |
| Eccellente | | <i>Stenotaphrum secundatum</i> <i>Paspalum vaginatum</i> |
| Buona | <i>Agropyrum cristatum</i> | <i>Paspalum notatum</i> <i>Zoysia spp.</i> |
| Media | <i>Festuca arundinacea</i> | <i>Buchloe dactyloides</i> <i>Eremochloa ophiuroides</i> |
| Sufficiente | <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Festuca longifolia</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Festuca rubra</i> subsp. <i>commutata</i> <i>Festuca rubra</i> | |
| Scarsa | <i>Poa pratensis</i> | |
| Molto scarsa | <i>Poa trivialis</i> <i>Poa annua</i> | |

Caratteristiche come la plasticità dell'apparato radicale, intesa come la capacità delle radici di svilupparsi prontamente in parti del volume di suolo esplorato dove la dotazioni di acqua sono momentaneamente migliori, possono inoltre rivelarsi strategie efficaci di prevenzione degli effetti della siccità.

b) Meccanismi di tolleranza (*tolerance*). Con questo termine si intendono tutte quelle risposte fisiologiche che la pianta mette in atto per sopportare o limitare i danni che possono essere causati da un bilancio idrico negativo dei suoi tessuti. Sono di questo tipo gli aggiustamenti osmotici che consentono alle cellule di rimanere vitali aumentando il contenuto di sali o soluti che impediscono la perdita di acqua verso l'esterno. Anche la capacità di formare organi come stoloni o rizomi è considerata una forma di tolleranza della siccità. L'abbassamento del tenore idrico è infatti sopportato

da tali organi che possono mostrare una prolungata vitalità grazie all'entrata in dormienza.

c) Tra le strategie di resistenza alla siccità messe in atto dalle piante rientra anche quella della fuga. Con questo termine si considerano tutti quei sistemi che consentono a una data specie di chiudere un ciclo vegetativo producendo seme che sopravvive in assenza di acqua ed è in grado di generare nuove plantule in tempi successivi quando la disponibilità idrica non costituisca un fattore limitante.

Nonostante le piante possano mettere in atto diversi sistemi di sopravvivenza e loro combinazioni, in situazioni di protratta carenza idrica l'interruzione della fotosintesi, e quindi della crescita, porta alla riduzione della emissione di nuovi germogli, stoloni e rizomi con la tendenza al diradamento del tappeto erboso e allo scadimento generale della qualità.

L'allevamento dei tappeti erbosi in ambienti siccitosi dipende pertanto da adeguati apporti irrigui. Stante la scarsità della risorsa idrica tali apporti devono essere contenuti o quantomeno razionalizzati. In questa ottica un possibile approccio è quello di suddividere i tappeti erbosi in due categorie sulla base delle necessità funzionali ed estetiche:

a) nei tappeti erbosi funzionali può essere tollerato un moderato scadimento qualitativo e un rallentamento della crescita. In questi casi apporti irrigui subottimali, di soccorso possono consentire sostanziali riduzioni dell'impiego di acqua;

b) nei tappeti erbosi sportivi o ornamentali di pregio per i quali sono richiesti un ottimo aspetto estetico e una costante attività vegetativa, la disponibilità idrica dovrebbe poter essere mantenuta a livelli non limitanti.

L'ottenimento di tale obiettivo a fronte di disponibilità idriche limitata è possibile solo attraverso la valorizzazione delle potenzialità fisiologiche delle singole specie. Le strategie antropiche di gestione del tappeto erboso dovranno pertanto tenere in considerazione i vari meccanismi di resistenza alla siccità mettendo le piante nelle condizioni di incrementare il loro assorbimento di acqua o di ridurre le perdite.

Nel caso ad esempio della scelta della specie, la sola valutazione dei consumi idrici delle diverse piante non indica le specie adatte a tollerare condizioni di stress idrico. Il caso di *Festuca arundinacea* è emblematico. Questa specie infatti, a fronte di un tasso di evapotraspirazione molto elevato, possiede una resistenza alla siccità tra le più elevate fra le specie microterme grazie capacità del suo apparato radicale di approfondirsi notevolmente nel profilo del terreno. Tale capacità può essere valorizzata mediante una gestione del tappeto erboso che preveda irrigazioni profonde e altezze di taglio non troppo ridotte.

Sotto questo aspetto anche differenze varietali possono avere una importanza significativa. Ad esempio nel caso della *Zoysia japonica* 'Meyer' la profondità degli apparati radicali risulta sensibilmente inferiore a quella di altre varietà della stessa specie.

Specie da tappeto erboso e loro strategie di utilizzo dell'acqua



Marco Volterrani



www.turfgrassociety.eu



www.agr.unipi.it/certes/

Composizione della pianta

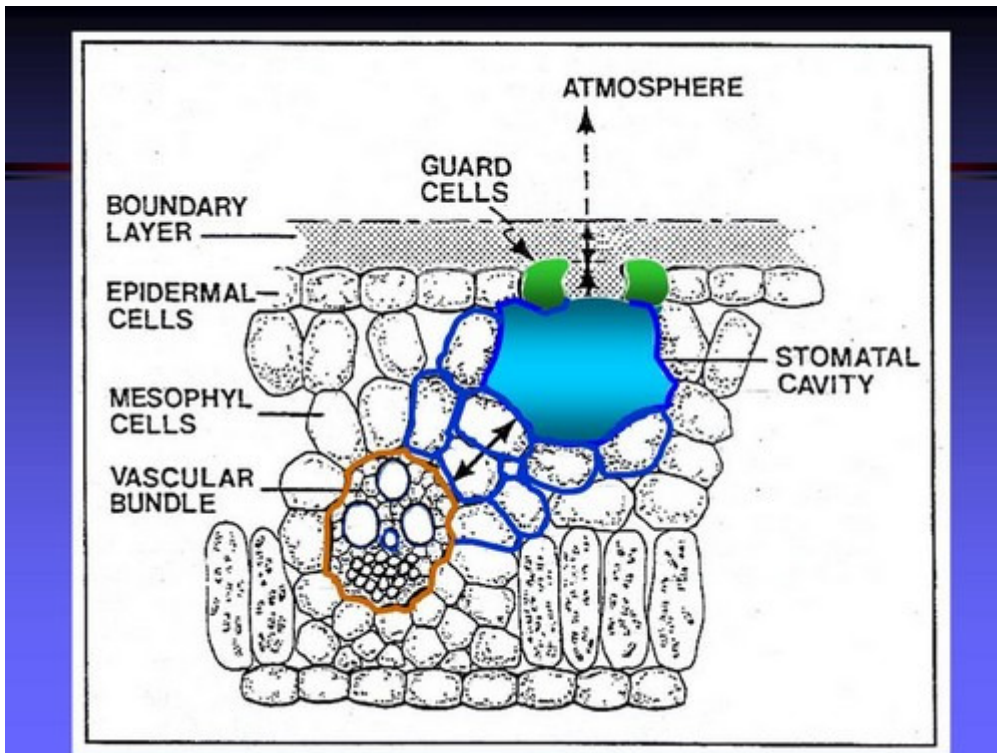
- ~ 20% Materia Secca
- ~ 80% Acqua
- Una riduzione del 10% = può causare la morte

Evapotraspirazione del TE

- Traspirazione (pianta)
 - Evaporazione (suolo)
-
- In un Tappeto Erboso denso la componente evaporazione è molto ridotta

Traspirazione

- Evaporazione della pellicola d'acqua che lambisce le cellule che si affacciano sulla camera sottostomatica
- Passaggio di stato dell'acqua
liquido → vapore
- Raffreddamento della pianta
- 2.43 kcal g⁻¹ (a 20°C)



Stima della Evapotraspirazione



- Evaporimetro Classe A
- Evaporazione da Evaporimetro x **Kc**

Calcolo della Evapotraspirazione (ET)

- **Kc** = coefficiente colturale
 - Kc **Microterme** : ~ **0.80**
 - Kc **Macroterme**: ~ **0.70**
- Es.
 - perdite acqua evaporimetro (giorno) = **6.0 mm**
 - Kc gramigna = **0.70**
 - Esigenze giornaliere del TE di gramigna = **4.2 mm** (teorico)
- Disponibilità di acqua non limitanti

ET giornaliera (Beard, 1989)

| | mm g ⁻¹ | Microterme | Macroterme |
|-------------|--------------------|--|--|
| Molto basso | < 6 | | <i>Buchloe dactyloides</i> |
| Basso | 6 - 7 | | ▶ <i>Cynodon ibridi</i> <i>Eremochloa ophiuroides</i> ▶ <i>Cynodon dactylon</i> <i>Zoysia spp</i> |
| Medio | 7 - 8.5 | <i>Festuca longifolia</i> <i>Festuca rubra</i> <i>subsp. commutata</i> <i>Festuca rubra</i> | <i>Paspalum notatum</i> <i>Paspalum vaginatum</i> <i>Stenotaphrum secundatum</i> |
| Alto | 8.5 - 10 | ▶ <i>Lolium perenne</i> | <i>Axonopus spp</i> <i>Pennisetum clandestinum</i> |
| Molto alto | > 10 | ▶ <i>Festuca arundinacea</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Poa annua</i> ▶ <i>Poa pratensis</i> <i>Lolium multiflorum</i> | |

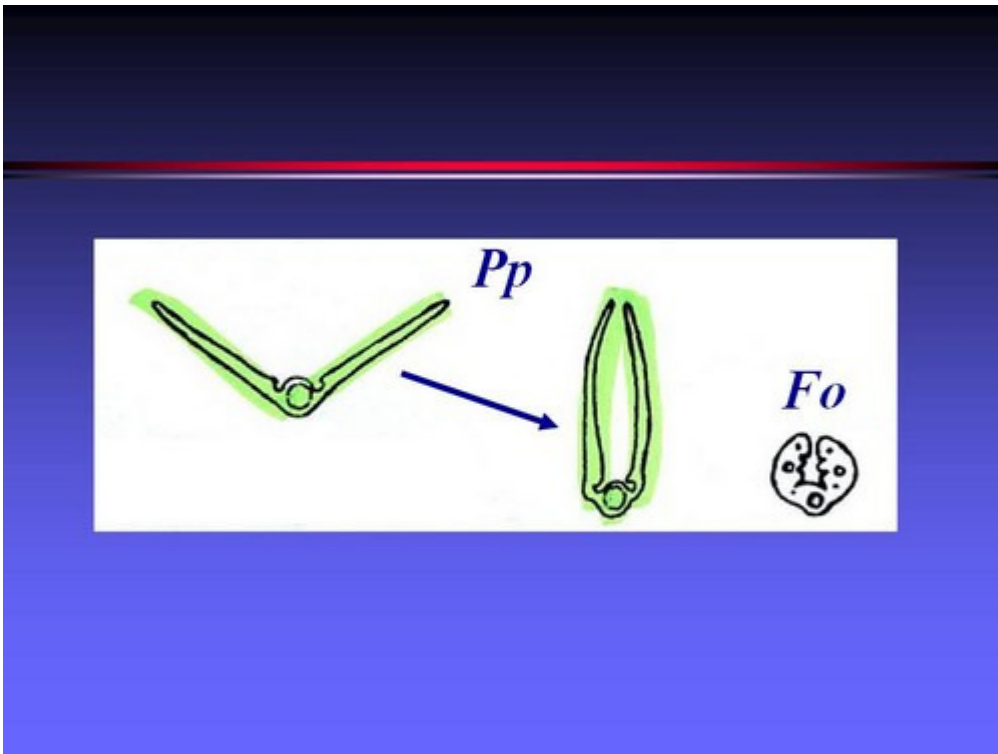
Area Mediterranea



in estate la disponibilità di acqua è raramente "sincronizzata" con le esigenze del Tappeto erboso

Sintomi di stress idrico

- chiusura degli stomi
- perdita di turgore cellulare
- appassimento
- arrotolamento delle lamine
- viraggio del colore
- il Tappeto Erboso si scalda





Sintomi di stress idrico *cronico*

- Riduzione crescita dei germogli, stoloni, rizomi
- Foglie meno sviluppate, disseccamento apicale della lamina (riduzione superficie traspirante)
- Ingiallimento
- Perdita di densità



Stress idrico: effetto sulle radici

- Un modesto stress idrico
 - limita la crescita dei germogli
 - stimola la crescita degli apparati radicali (profondità, estensione, > peli radicali) !!!

Stress idrico: effetto sulle radici

- Stress idrico =
- formazione di acido abscissico nelle radici =
- traslocazione nelle foglie e rallentamento della crescita = !
- maggiore traslocazione di carboidrati nelle radici = maggiore crescita radicale

Resistenza alla siccità

| | Microterme | Macroterme |
|--------------|--|--|
| Superiore | | ▶ <i>Cynodon dactylon</i> <i>Cynodon ibridi</i> |
| Eccellente | | <i>Buchloe dactyloides</i> <i>Paspalum vaginatum</i> <i>Zoysia spp.</i> <i>Paspalum notatum</i> |
| Buona | | <i>Stenotaphrum secundatum</i> <i>Eremochloa ophiuroides</i> <i>Axonopus spp.</i> |
| Media | ▶ <i>Festuca arundinacea</i> | |
| Sufficiente | <i>Lolium perenne</i> <i>Poa pratensis</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Festuca longifolia</i> <i>Festuca rubra</i> <i>subsp. commutata</i> <i>Festuca rubra</i> | |
| Scarsa | <i>Agrostis tenuis</i> <i>Poa annua</i> | |
| Molto scarsa | <i>Poa trivialis</i> | |

Strategie di resistenza alla siccità

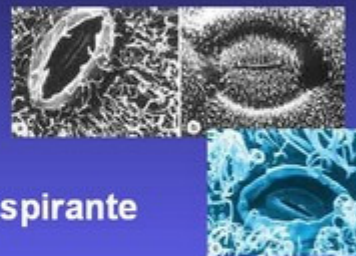
1. **Prevenzione stress**: la pianta evita la disidratazione
2. **Tolleranza stress**: la pianta tollera la disidratazione
3. **Fuga**: la pianta chiude il proprio ciclo biologico prima della siccità (produce semi e muore)

1. Prevenzione Stress

- La pianta mantiene un bilancio idrico positivo

a) Riduce le perdite d'acqua

- Chiusura stomi
- Formazione di cere
- Riduzione della superficie traspirante



b) Incrementa l'assorbimento di acqua

- Maggiore sviluppo e profondità radicale
- > produzione di peli radicali

Es. *Festuca arundinacea*



Profondità di radicazione "potenziale"

| | <i>Microterme</i> | <i>Macroterme</i> |
|---------------------------------|--|--|
| Superiore Eccellente | | <i>Cynodon dactylon</i> <i>Stenotaphrum secundatum</i> <i>Paspalum vaginatum</i> |
| Buona | | <i>Paspalum notatum</i> <i>Zoysia spp.</i> |
| Media | <i>Festuca arundinacea</i> | <i>Buchloe dactyloides</i> <i>Eremochloa ophiuroides</i> |
| Sufficiente | <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Festuca longifolia</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Festuca rubra</i> <i>subsp. commutata</i> <i>Festuca rubra</i> | |
| Scarsa | <i>Poa pratensis</i> | |
| Molto scarsa | <i>Poa trivialis</i> <i>Poa annua</i> | |

2. Tolleranza Stress

- La pianta tollera la riduzione del contenuto idrico
 - Riduzione delle dimensioni cellulari
 - Aggiustamenti osmotici
 - Sviluppo di organi dormienti (stoloni-rizomi)
 - Es. *Cynodon spp.*

3. Fuga

- La pianta passa alla fase riproduttiva, produce il seme e poi muore
Es. *Poa annua* var. *annua*
- Microterme annuali (*Lolium multiflorum*, grano, altri cereali)

Efficiente uso dell'acqua

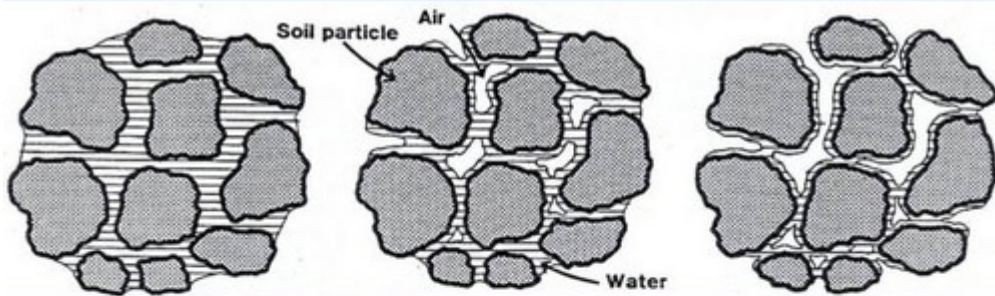
Materiale Vegetale

Gestione

Suolo

Pianta-suolo

- Il suolo è il contenitore da cui la pianta si approvvigiona di acqua
- La profondità delle radici determinano l'altezza del contenitore

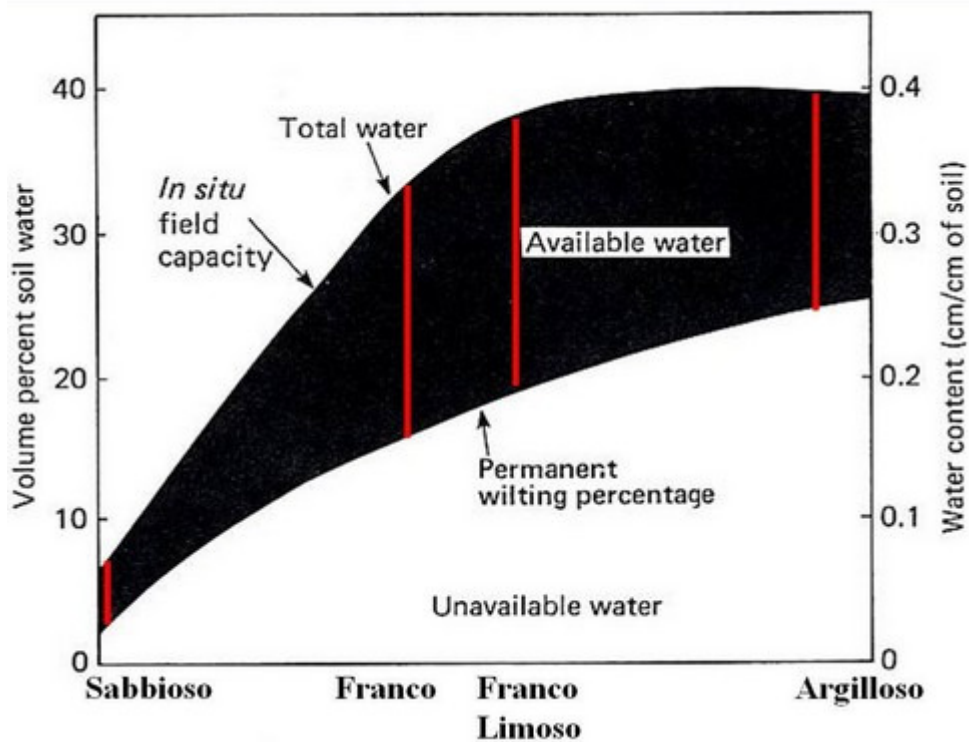


Saturazione

**Capacità
di Campo**

**Punto
Appassimento**

Acqua disponibile ($AD = CC - PA$)



La capacità di ritenzione idrica dipende molto dalla tessitura del suolo

| TESSITURA | mm di H ₂ O disponibile per 10 cm di suolo |
|-----------------|---|
| Sabbiosa | 3 |
| Franco-Sabbiosa | 8 |
| Franca | 15 |
| Franco-Limoso | 20 |
| Argillosa | 16 |

Irrigazione efficiente

Irrigazioni:

- **profonde**
 - **infrequenti**
 - **alla comparsa dei sintomi di stress idrico**
 - avvizzimento
 - colore
 - Impronte (piede, ruote)
 - aree spia
- Quasi sempre si irriga prima che sia necessario

Esempio di calcolo

- Acqua disponibile (AD) = 9 mm/10 cm di suolo
- Profondità radici = 40 cm
- Perdite evaporimetro = 5.0 mm/giorno
- Specie: Festuca arundinacea
- Turno? Volume?

- AD in 40 cm di suolo (9 x 4) = 36 mm
- Consumo giornaliero microterma (5.0 x 0.8) = 4.0 mm
- Turno (36 / 4.0) = 9.0 giorni
- Volume = 36 litri m²

Importanza delle pratiche colturali

- Favorire l'infiltrazione dell'acqua e l'approfondimento dell'apparato radicale
 - sfeltrimenti
 - carotature
 - concimazioni equilibrate
 - Volumi e frequenze irrigue
 - Altezza di taglio

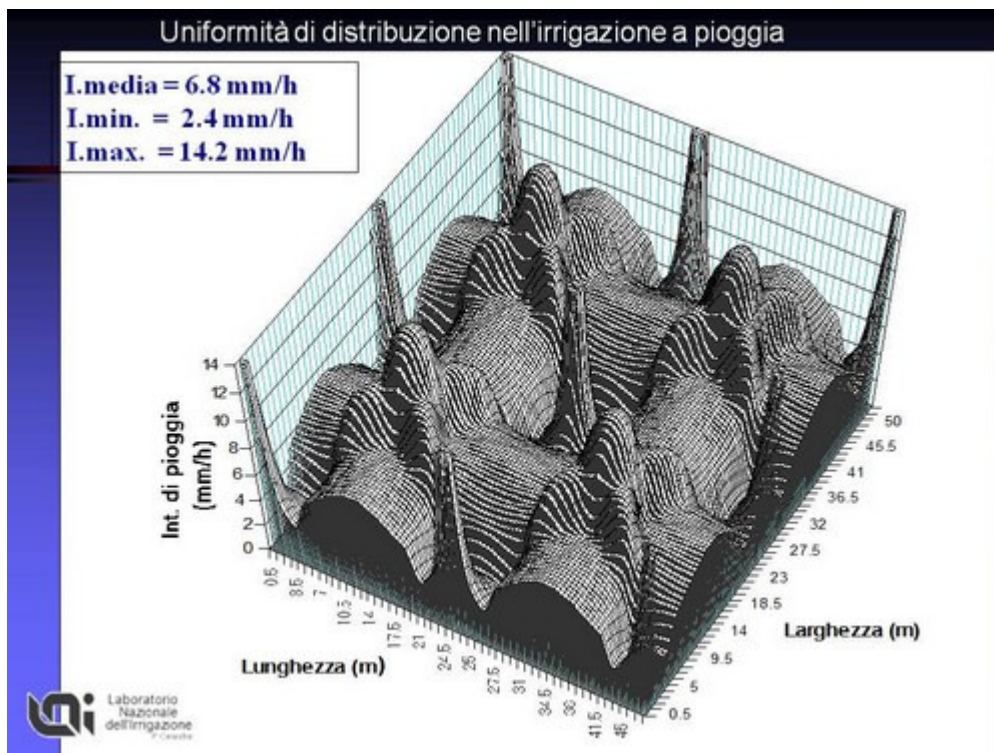
- Una razionale irrigazione consente di accompagnare gradualmente le radici in profondità

Omogeneità distribuzione acqua

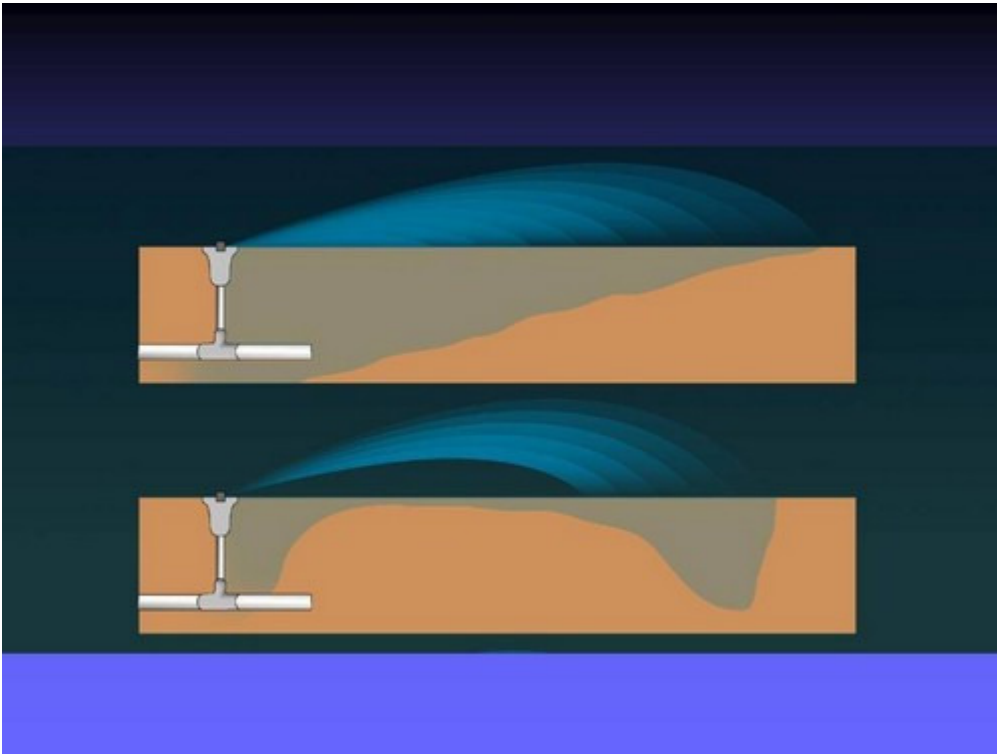
- Intensità di pioggia che differiscono di 3-5 volte sono la norma !!!

- L'operatore irriga fintanto che le condizioni della zona che riceve meno acqua non risultano ottimali

- Nella zona che riceve più acqua, spreco e danni da eccesso idrico (es. Malattie)







- Irrigatori ad elevata omogeneità di distribuzione
- elevato grado di sovrapposizione (100-110%)



Periodici test sulla omogeneità di Pioggia

Conclusioni

IRRIGAZIONE EFFICIENTE

- specie e varietà
- suolo ad elevato contenuto di acqua disponibile
- pratiche colturali che consentano alle piante di esprimere loro potenzialità
- OMOGENEITA' DI DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA !!!!!