

**Gli indirizzi del mondo scientifico nella direzione della  
sostenibilità ambientale nella gestione del verde**



Francesco Ferrini – DiSPAA-UNIFI – Convegno Garantes, Pescia 28 marzo 2013

## **“Convegno Garantes”**

**Pescia, 28 marzo 2013**

Layout della presentazione:

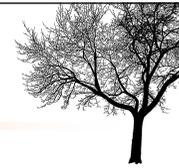
- Concetto di sostenibilità
- La ricerca di settore
- A) Tecniche di gestione sostenibile
- B) La selezione del materiale vegetale
- C) Conclusioni

## Concetto di sviluppo sostenibile

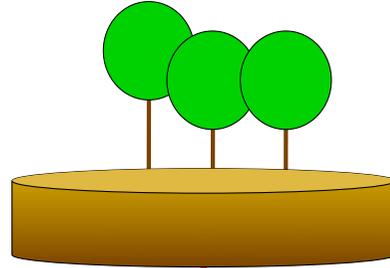
Uno sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni (Rapporto Bruntland, 1987)



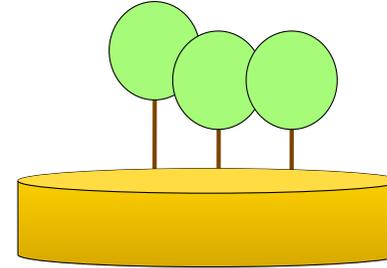
# Obiettivi e soluzioni generali per la sostenibilità



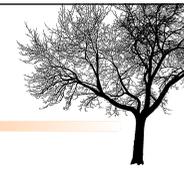
**Adottati dalle autorità locali in  
relazione al contesto locale.....**



**...per formulare compiti locali,  
obiettivi e soluzioni per uno sviluppo  
sostenibile nel contesto del luogo.....**



# Verde urbano e sostenibilità



- Sample (1993): gestione che è al contemporaneamente **valida dal punto di vista ambientale, economicamente attuabile e socialmente responsabile.**
- Nelle aree urbane, ci focalizziamo nel sostenere i benefici netti delle piante al livello più ampio. Sosteniamo perciò la qualità ambientale, la conservazione delle risorse, lo sviluppo economico, la salute psicologica, l'habitat naturale e il benessere sociale (Clark et al., 1997)



## L'approccio sostenibile al verde urbano

- **Pianificazione delle aree verdi:** in funzione delle reali necessità e in funzione del cambiamento globale
- **Design:** focalizzato sulle necessità delle piante e sulle potenzialità del sito
- **Contratto:** specificare tutti i dettagli in modo che le piante ricevano le attenzioni necessarie
- **Preparazione del sito:** assicurare che le condizioni del sito sono appropriate per le piante
- **Fornitura delle piante:** il materiale fornito deve essere di qualità (morfologica, fisiologica e fitosanitaria) e avere la giusta fitness
- **Impianto/messa a dimora (non esiste la parola piantumazione!!!!):** assicurarsi che alle piante siano assicurati i necessari interventi durante e dopo la messa a dimora
- **Attecchimento:** anticipare i problemi tipici come scarsità d'acqua, competizione con le infestanti e danni antropici
- **Gestione:** continuare le cure per il tempo necessario in funzione della tipologia di materiale vegetale e non pensare che una volta piantati gli alberi debbano provvedere a se stessi
- **Monitoraggio:** monitorare gli alberi in modo da individuare precocemente l'insorgenza di stress o malattie



## The six Ms of sustainable

- **Multifunctionality**: (trees are not only an aesthetic addition to our cities!)
- **Material** (sustainable and careful selection of planting material to ensure...)
- **Management** (money and labor investments to ensure sustainable growth and CO<sub>2</sub> sequestration performance)
- **Maintenance** (continuous management to keep sustainability)
- **Monitoring** (continuous checking of management choices)
- **Men (municipality)**: Changing the administrative procedure to speed up things

## La ricerca di settore:Background



La ricerca e la sperimentazione nel nostro Paese è tuttora molto limitata e le maggiori informazioni sui diversi argomenti provengono dalla letteratura nord europea e, soprattutto, americana.

Esiste, perciò, la necessità di individuare gli argomenti prioritari, anche se la sperimentazione appare necessaria in tutti i settori inerenti alla Arboricoltura Ornamentale e Urbana



## Argomenti prioritari e criticità per la ricerca ed il trasferimento di tecnologie

- Benefici socio-ecologici del verde urbano
- Benefici economici del verde urbano
- Impatto del verde urbano sui consumi energetici
- Selezione di materiale per l'ambiente urbano
- Approfondimento delle conoscenze sulla biologia ed ecofisiologia delle piante in ambiente urbano
- Tecniche colturali e gestionali innovative ed eco-socio-compatibili

# La gestione del verde



La gestione del verde urbano, deve essere condotta e organizzata in modo dinamico, cercando di collegare le varie operazioni manutentive e tenendo conto che uno spazio verde è un'entità composta in cui gli elementi viventi e inerti sono spesso legati da relazioni innate di dipendenza fisiologica o spaziale. Per questo motivo la gestione deve essere concepita in modo organico e organizzato, tale da evitare che le varie operazioni si succedano senza una precisa sequenza temporale (o, in certi casi, contemporaneità), e siano dei compartimenti stagni.

# La gestione del verde



## Conclusioni

**Non è possibile prescindere da una manutenzione accurata e pianificata nel lungo termine perché le aree verdi non sono popolamenti spontanei, ma sono coltivazioni e come tali devono essere gestite.**

## Gestione sostenibile delle aree verdi



**MEMO: La gestione sostenibile delle aree verdi comincia in vivaio selezionando materiale di piantagione idoneo in funzione dell'ubicazione assegnatagli e delle cure che si intendono dare**

# Aspetti critici della gestione



## **Aspetti critici della gestione**



**Un platano deve stare almeno a 6 m!!!!**

# Aspetti critici della gestione



L'approccio sostenibile alla gestione deve sempre tener conto che la miglior gestione è quella che si origina da un obiettivo ben definito e da una pianificazione ben precisa che non deve essere guidata dalla logica appaltatoria basata sul principio

**Offerta minore**

=

**Offerta migliore**

**Questa non è una gestione low cost ma una VERY HIGH COST**

## Aspetti contabili della verifica della congruità dell'offerta nelle procedure per l'affidamento di contratti pubblici



<http://www.solom.it/uploads/15.05.2012%20-%20aspetti%20contabili%20verifica%20anomalia%20offerte.pdf>

Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE (G.U.R.I. n. 100 del 2 maggio 2006) e successive modifiche ed integrazioni (aggiornato al 9 febbraio 2012)

<http://www.businessvalue.it/wp-content/uploads/2012/02/Codice-dei-contratti-pubblici-febbraio-2012.pdf>

**Tecniche  
culturali e  
gestionali**

**innovative ed**

# Uso di ceppi autoctoni di micorrize

**Il progetto di ricerca, anziché utilizzare prodotti commerciali, è basato su un approccio diverso, sperimentale**



Scavo



Distribuzione



Raccolta di terreno+radici



Preparazione



Analisi e moltiplicazione dell'inoculo



## Prospetto dell'intero progetto di ricerca

Green areas typologies	Site	Species	Age	Plant number	Mycorrhizal group	Inoculum per plant (ml)
Nursery (container) then transplanting in the open field	Como	<i>Acer campestre</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Tilia cordata</i>	Young (2 years)	240	Endo, Ecto, and Ecto+Endo	50
Nursery (open field) then transplanting in the urban environment	Nettetal (Germany) then Milan	<i>Tilia x europaea</i> 'Pallida'	Young (trunk girth 14-16 cm, 5-6")	48	Ecto+Endo	180
Tree Avenue	Florence	<i>Fraxinus excelsior</i>	Young (trunk girth 20-25 cm, 8-10")	20	Endo	280
Parking lot	Milan	<i>Celtis australis</i>	Young (trunk girth 14-16 cm, 5-6")	24	Endo	180
Urban park	Milan	<i>Quercus robur</i>	Young (trunk girth 14-16 cm, 5-6")	64	Ecto	125
Historical park	Milan	<i>Tilia x europaea</i> , <i>Aesculus hippocastanum</i>	Young (trunk girth 20-25 cm, 8-10") and mature (170-220 cm, 70-85")	56	Ecto+Endo ( <i>Tilia</i> ), Endo ( <i>Aesculus</i> )	280 (young plants), 1600-2000 (old plants)

# Risultati dell'intero progetto di ricerca

Typology	Species	Effect on Growth	Effect on Photosynthesis	Effect on Water use efficiency	Effect on chlorophyll fluorescence	Effect on chlorophyll content	Effect on Water potential
Nursery (container) then transplanting in the open field	Acer campestre	Not significant	Increase, esp. in the 2° year +46%	+41%	+5%	n.s	+31%
	Quercus robur			+15%	+5%	+6%	Not determined
	Tilia cordata	n.s.	Increase, esp. in the 2° year +45%	+49%	+3%	n.s.	+15%
Nursery (open field) then transplanting in the urban environment	Tilia x europaea 'Pallida'	variable	n.s. in the nursery. +8% after transplanting	n.s. in the nursery+58% after transplanting	Increase in the nursery (+3%). N.S. after transplanting	Increase in the nursery (+3%). N.S. after transplanting	+35%
Tree Avenue	Fraxinus excelsior 'Westhof's Glorie'	n.s. for trunk diameter, shoot growth +45%	Increase, esp. in the 2° year +23%	Increase, esp. in the 2° year +12%	n.s.	+26%	Not determined
Parking lot	Celtis australis	Trunk diameter (+43%) and shoot growth (78%)	Increase, esp. in the 2° year +21%	+17%	+2%	+26%	Not determined
Urban park	Quercus robur	n.s. for trunk diameter, shoot growth +212%	n.s.	Increase, esp. in the 2° year +13%	Increase, esp. In the 2nd year 3%	+10%	Not determined
Historical park	Tilia x europaea (young)	n.s. (except for leaf area shoot growth +31%)	n.s.	+37%	not determined	n.s.	Not determined
	Tilia x europaea (mature)	n.s. for trunk diameter, shoot growth +45%	Increase, esp. in the 2° year +26%	+19%	not determined	+10%	Not determined
	Aesculus hippocastanum	n.s. for trunk diameter, shoot growth +27%	n.s.	+14%	Not determined	+8%	Not determined
	Aesculus hippocastanum	n.s. for trunk diameter, shoot growth +55%	Increase, esp. in the 2° year +26%	+8%	Not determined	Not determined	Not determined

# Pacciamatura con materiale organico



## **Vantaggi e svantaggi della pacciamatura con materiale organico**

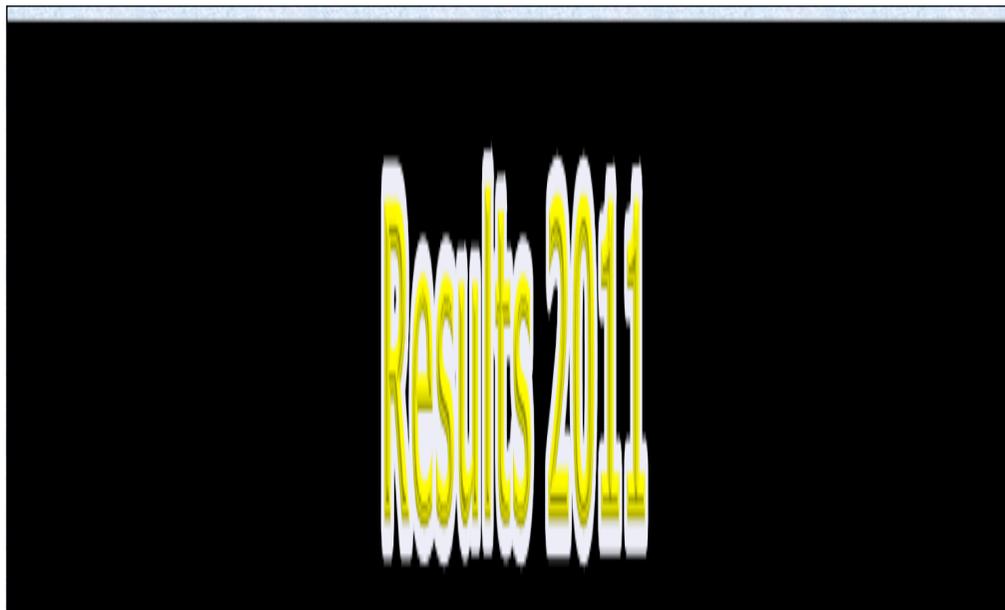
### **Vantaggi:**

- Conservazione dell'umidità
- Riduzione della temperatura assoluta e degli sbalzi
- Riduzione della compattazione
- Protezione dall'erosione
- Miglioramento della struttura e della fertilità del terreno nel medio-lungo termine
- Limitazione nello sviluppo delle infestanti

### **Svantaggi (da eccessivo uso di materiali)**

- Riduzione degli scambi gassosi - anossia
- Danni da roditori e patologie del colletto e dell'apparato radicale
- Evaporazione dell'eccesso idrico può essere limitata

**Risultati recenti (progetto  
SOFILVU finanziato dalla  
Regione Toscana):**



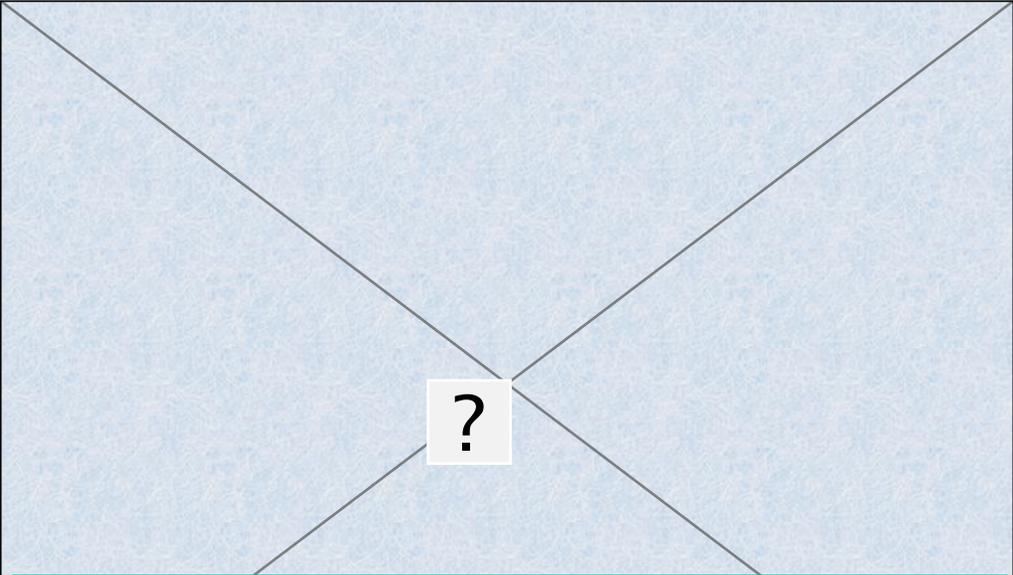
**Effects of mulching with mixed compost (green compost +organic waste) on growth and physiology of two widely grown shrubs: *Hypericum x moserianum* and *Prunus laurocerasus*. (80 plants x species). 40 per treatment**

# Results

Thesis	Stems dry weight (g)	Leaves (dry weight (g)	Total dry weight (g)	Chlor. (SPAD value)
<b>Hypericum x moseranium</b>				
Compost	835.42 a	229.54 a	1064.97 a	55,65 a
Control	396.11 b	95.07 b	491.18 b	40,10 b
<b>Prunus laurocerasus</b>				
Compost	866.43 a	477.77 a	1344.2 a	64,60 a
Control	521.5 b	317.38 b	838.88 b	55,65 b

25

In the first year after planting just the chlorophyll content was measured and it was statistically higher in the compost treatment



?

**Effects of mulching with mixed compost (green compost +organic waste) on growth and physiology of European Elm *Ulmus minor* (Smoothleaf elm).  
13 plants/mulching treatments – Urban park, bad soil)**

# Results 2009

Compost layer (cm)	Shoot length (cm)	Pn ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Pn on whole plant basis ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Chlorophyll Content (SPAD)
Control	52,5 b	2,7 n.s.	2,66 b	39,8 b
5	80,8 a	2,6	2,82 b	44,4 a
10	82,9 a	2,3	4,21 a	45,7 a

Compost layer (cm)	Single leaf area ( $\text{cm}^2$ )	Leaf number/plant	Total leaf area/plant ( $\text{m}^2$ )	Leaf Mass per Area (LMA) $\text{g/m}^2$
Control	28,61 n.s.	344,82 b	0,98 b	84,9 n.s.
5	28,72	376,96 b	1,08 b	94,7
10	31,96	586,58 a	1,87 a	99,9

# Results 2010

Compost layer (cm)	Pn ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	WUE	Chlorophyll Content (SPAD)	Leaf area ( $\text{cm}^2$ )	LMA ( $\text{g}\cdot\text{m}^2$ )
<b>Control</b>	<b>17,84 n.s</b>	<b>7,49 b</b>	<b>47.2 b</b>	<b>31,07 n.s.</b>	<b>79 ns</b>
<b>5</b>	<b>16,84</b>	<b>7,44 b</b>	<b>50.0 a</b>	<b>31,34</b>	<b>75</b>
<b>10</b>	<b>18,13</b>	<b>8,30 a</b>	<b>50.1 a</b>	<b>33,23</b>	<b>77</b>

Compost layer (cm)	Pruning weight (g)	Shoot elongation (cm)	Ø 20 cm	Ø 130 cm	Plant height
<b>Control</b>	<b>228,77 b</b>	<b>44,11 b</b>	<b>3,84 c</b>	<b>3,42 b</b>	<b>5,24 c</b>
<b>5</b>	<b>467,62 a</b>	<b>67,77 a</b>	<b>4,56 b</b>	<b>3,91 b</b>	<b>5,77 b</b>
<b>10</b>	<b>484,68 a</b>	<b>71,02 a</b>	<b>4,97 a</b>	<b>4,42 a</b>	<b>6,23 a</b>

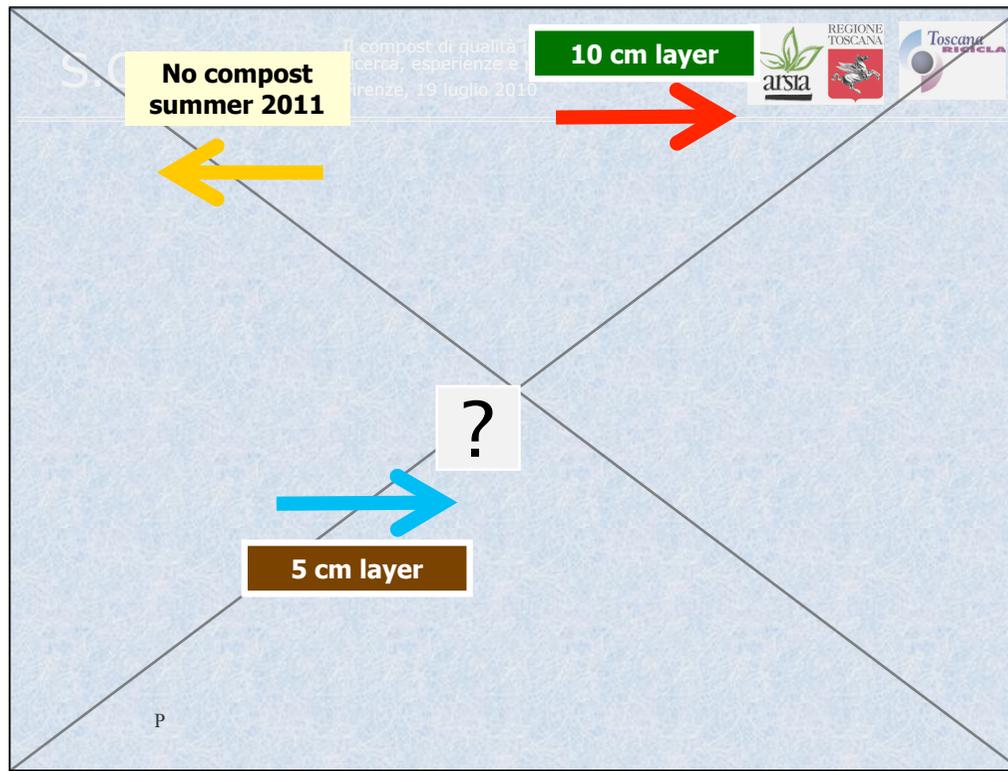
## Results 2011

Compost layer (cm)	Pn ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	WUE	Chlorophyll Content (SPAD)	Leaf area ( $\text{cm}^2$ )	LMA ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )
<b>Control</b>	<b>3,59 n.s.</b>	<b>5,13 b</b>	<b>49,7 n.s.</b>	<b>28,46 ns</b>	<b>113,69 n.s.</b>
<b>5</b>	<b>4,32</b>	<b>5,70 b</b>	<b>48,4</b>	<b>30,39</b>	<b>113,97</b>
<b>10</b>	<b>4,4</b>	<b>7,29 a</b>	<b>50,0</b>	<b>31,53</b>	<b>115,57</b>

Compost layer (cm)	Shoot elongation (cm)	$\varnothing$ 130 cm	$\Delta\varnothing$ cm
<b>Control</b>	<b>31,37 b</b>	<b>4,95 c</b>	<b>1,3 b</b>
<b>5</b>	<b>38,83 ab</b>	<b>5,59 b</b>	<b>1,53 b</b>
<b>10</b>	<b>45,37 a</b>	<b>6,37 a</b>	<b>1,88 a</b>







# Effetti sulla crescita e sulla fisiologia

Specie	Effetto sulla crescita	Effetto sulla fotosintesi	Effetto sul WUE	Effetto sulla fluorescenza della clorofilla	Effetto sul contenuto di clorofilla
Aesculus hippocastanum	+	+	+	=	+
Tilia cordata	+	+	+	=	+
Ulmus campestris	+	+	+	=	+
Carpinus betulus	+	+	+	=	+
Acer campestre	+	+	+	=	+
Hypericum x moserianum	+	N.D.	N.D.	N.D.	+
Prunus laurocerasus	+	N.D.	N.D.	N.D.	+

# Effetti sulle caratteristiche del suolo

Specie	T°	Umidità	Acqua disponibile	Densità	Respirazione	Contenuto in O <sub>2</sub>
Aesculus hippocastanum	-	+	+	+	+/=	=
Tilia cordata	-	+	+	+	+/=	=
Carpinus betulus	-	+	N.D.	N.D.	=	-
Acer campestre	-	+	N.D.	N.D.	=	-

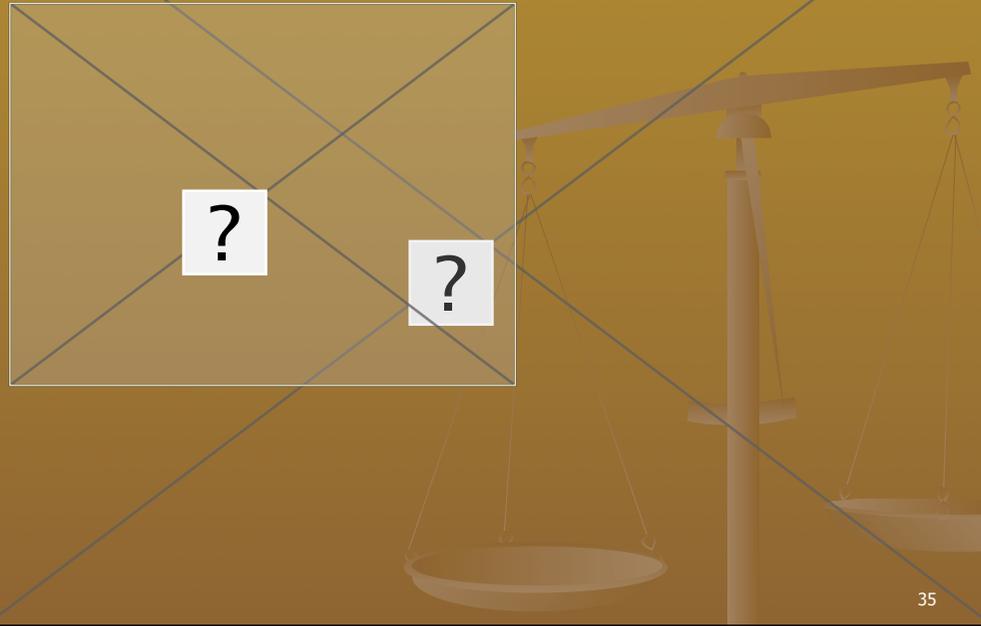


Mulching can reduce environmental stress by providing trees with a stable root environment that is cooler and contains more moisture than the surrounding soil. Mulch can also prevent mechanical damage by keeping machines such as lawnmowers and weedwhips away from the tree's base. Further, mulch reduces competition from surrounding weeds and turf.

*To be most effective in all of these functions, mulch should be placed two to four inches deep and cover the entire root system, which may be as far as two or three times the diameter of the branch spread of the tree.* If the area and activities happening around the tree do not permit the entire area to be mulched, it is recommended that you mulch as much of the area under the drip line of the tree as possible. When placing mulch, care should be taken not to cover the actual trunk of the tree. This mulch-free area, 4 to 8 inches from the base, is sufficient to avoid moist bark conditions and prevent trunk decay or rodent damage.

An organic mulch layer of two to four inches of loosely packed shredded leaves, pine straw, peat moss, or composted wood chips is adequate. Plastic should not be used because it interferes with the exchange of gases between soil and air, which inhibits root growth. Thicker mulch layers, five to six inches or greater, may also inhibit gas exchange.

# Pacciamatura inappropriata





**Gestione  
sostenibile  
del'irrigazione**

La siccità è il maggiore nemico delle piantagioni, mentre, come diceva il Prof. Giglioli, l'acqua è il primo dei concimi. L'approvvigionamento idrico delle alberature stradali (specialmente nei climi arido-caldi) ha costituito la maggior preoccupazione dei coltivatori e la causa dei maggiori insuccessi di piantagioni anche razionalmente eseguite.

La moderna viabilità, colle strade pavimentate anche nelle sedi extra-urbane, ha reso il piano viabile del tutto incapace di assorbire l'acqua e di lasciarla in parte a ristoro delle radici delle alberature, che a causa della mancanza di risorse idriche subiscono i peggiori danni e si fanno più recettive.

**Dovendo somministrare acqua non si creda che basti fare una buchetta e immettervi pochi litri di liquido** (Ferrari, 1938)

## Come possiamo risparmiare acqua ("Xeriscaping")

1. Pianificare e progettare
2. Valutare il substrato
3. Selezionare il materiale vegetale (Utilizzando specie e/o cultivar tolleranti o xerofitiche)
4. Utilizzare la copertura erbosa o le tappezzanti in modo adeguato e limitando la pavimentazione nell'area d'impianto ?
5. Gestire le aree verdi (alberi) Riducendo l'evapotraspirazione e ottimizzando l'irrigazione (Modalità di distribuzione Gestione dei volumi/frequenza, es. turni brevi più frequenti, Aumento efficacia degli impianti)
6. Applicando la pacciamatura con materiale organico
7. Usando acque reflue e acque residuali
8. Nuove proposte commerciali

ELEVATA TOLLERANZA ALLO STRESS IDRICO	BASSA TOLLERANZA ALLO STRESS IDRICO	SPECIE CAPACI DI AGGIUSTAMENTO OSMOTICO
<i>Acer campestre</i>	<i>Acer rubrum</i>	<i>Celtis occidentalis</i>
<i>Ginkgo biloba</i>	<i>Amelanchier</i> spp.	<i>Citrus sinensis</i>
<i>Gleditsia triacanthos</i>	<i>Betula</i> spp.	<i>Cornus florida</i>
<i>Koelreuteria paniculata</i>	<i>Cercidophyllum japonicum</i>	<i>Eucalyptus</i> spp.
<i>Pyrus calleryana</i>	<i>Corylus colurna</i>	<i>Fraxinus</i> spp.
<i>Quercus robur</i>	<i>Liriodendron tulipifera</i>	<i>Juglans nigra</i>
<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Olea europaea</i>
<i>Styphnolobium japonicum</i>	<i>Ostrya</i> spp.	<i>Populus</i> spp.
<i>Ulmus parvifolia</i>	<i>Prunus da fiore</i>	<i>Quercus</i> spp.

(Modificato da Kozlowski e Pallardy, 2002; Bassuk et al., 2003)

## Aree verdi e problemi idrici

**Possiamo risparmiare acqua senza compromettere la crescita delle piante a costi ragionevoli e salvaguardando l'ambiente?**



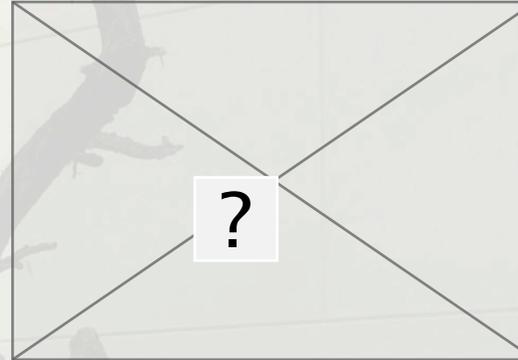
● **Certamente!**

L'American Institute of Architects ha fatto una selezione dei "top green projects" ed i criteri includevano: efficienza energetica, strategie di conservazione dell'acqua, sistemi di gestione delle piogge intense, selezione del sito e orientamento delle costruzioni, soluzioni per le energie rinnovabili, selezione sostenibile del materiale, uso di specie autoctone <http://www.greenstrides.com/2008/04/28/american-institute-of-architects-lists-top-10-green-buildings/>

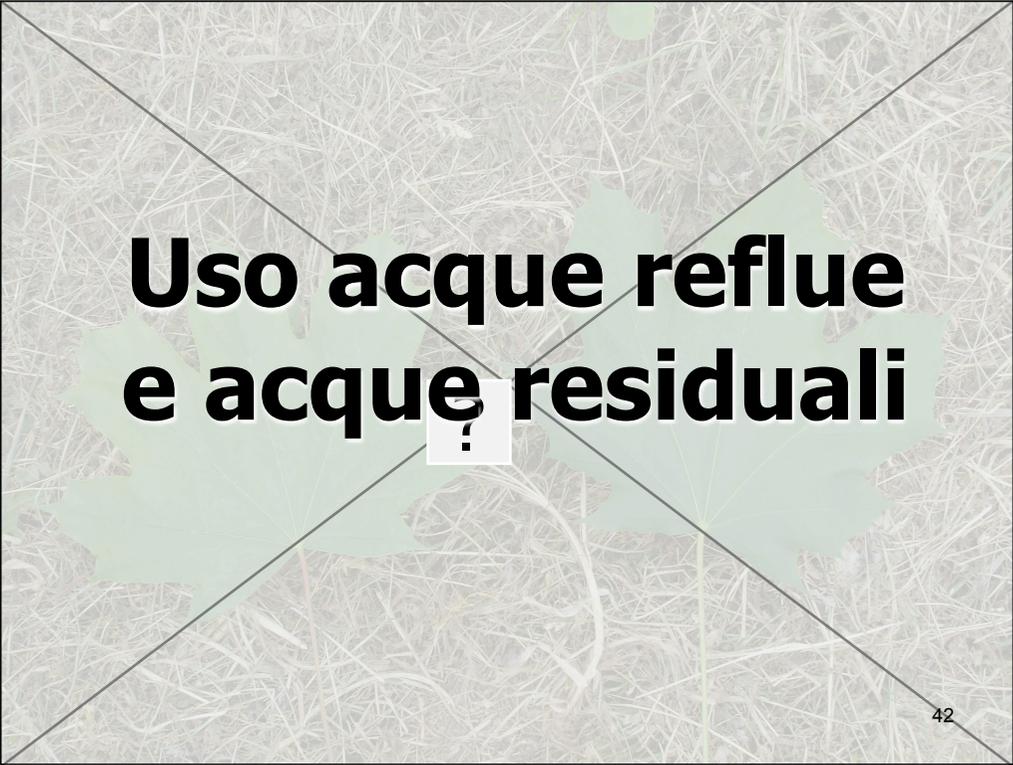
# Aree verdi e problemi idrici

Possiamo risparmiare acqua senza compromettere la crescita delle piante a costi ragionevoli e salvaguardando l'ambiente?

● **Certamente!**



La tensiostruttura dell'Olympia Park di Monaco progettata per raccogliere acqua in dei serbatoi sotterranei e poi riutilizzata per l'irrigazione



# Uso acque reflue e acque residuali

## Problematiche per l'impiego di reflui depurati

➤ **Tipi di refluo**

➤ **Aspetti sanitari**

➤ **Tipi di irrigazione**

➤ **Scelta delle specie**

**Urbano**

**Industriale**

**Aspersione**

**Localizzata**

## **Vantaggi derivanti dall'utilizzo di acque reflue per l'irrigazione in ambiente urbano:**

- a) Utilizzo in caso di carenze idriche;
- b) Può essere "stoccata" durante tutto l'anno;
- c) L'acqua di qualità superiore può essere utilizzata per uso civile;
- d) Non sono da sottovalutare i vantaggi economici derivanti dal contenuto in elementi nutritivi relativamente elevato che certe acque reflue possono avere.

# Problematiche

- ✓ Problemi di salinità;
- ✓ Problemi legati ai nutrienti;
- ✓ Qualità dell'acqua di falda;
- ✓ Problemi legati alla tessitura e struttura dei suoli
- ✓ In genere le leggi dei diversi paesi prescrivono il solo utilizzo delleffluente terziario

# Cosa dovrebbe essere fatto per gestire le aree verdi irrigate con acque reflue?

## IRRIGAZIONE

- ✓ Monitorare regolarmente la qualità dell'acqua.
- ✓ Arieggiare gli eventuali bacini di raccolta;
- ✓ Migliorare l'uniformità dell'irrigazione;
- ✓ Irrigare basandosi sull'effettiva ET con periodiche irrigazioni "dilavanti";
- ✓ Migliorare il drenaggio;
- ✓ Tipologia irrigazione (goccia vs pioggia)
- ✓ Aggiungere ammendanti chimici per immobilizzare il sodio;

Aggiunti all'acqua

Aggiunti al suolo

## **Cosa dovrebbe essere fatto per gestire le aree verdi irrigate con acque reflue?**

Nei nuovi impianti e per i rimpiazzi utilizzare specie tolleranti

## Tolleranza alla salinità (Da Matheny, 1998, adattato)

Buona	Moderata	Bassa
<b>Callistemon viminalis</b>	<b>Acacia spp.</b>	<b>Acer saccharinum</b>
<b>Ceanothus thrysiflorus</b>	<b>Acer platanoides</b>	<b>Albizia julibrissin</b>
<b>Cedrus deodara</b>	<b>Ailanthus altissima</b>	<b>Betula nigra, B. pendula</b>
<b>Cinnamomun camphora</b>	<b>Callistemon viminalis</b>	<b>Calocedrus decurrens</b>
<b>Cupressus sempervirens</b>	<b>Ceratonia siliqua</b>	<b>Catalpa spp.</b>
<b>x Cupressocyparis leylandii</b>	<b>Cupressus sempervirens</b>	<b>Cedrus atlantica, C. deodara</b>
<b>Koelreuteria paniculata</b>	<b>Liquidambar styraciflua</b>	<b>Cercis spp.</b>
<b>Nerium oleander</b>	<b>Maclura pomifera</b>	<b>Crataegus x lavalleyi</b>
<b>Olea europaea</b>	<b>Magnolia grandiflora</b>	<b>Ginkgo biloba</b>
<b>Pinus halepensis</b>	<b>Morus alba</b>	<b>Gleditsia triacanthos</b>
<b>Pinus nigra</b>	<b>Olea europaea</b>	<b>Juglans nigra, J. regia</b>
<b>Pinus pinaster</b>	<b>Pinus sylvestris</b>	<b>Lagerstroemia indica</b>
<b>Salix babilonica</b>	<b>Pistacia chinensis</b>	<b>Liquidambar styraciflua</b>
<b>Schinus molle</b>	<b>Pittosporum tobira</b>	<b>Liriodendron tulipifera</b>
<b>Taxodium distichum</b>	<b>Prunus cerasifera</b>	<b>Magnolia grandiflora</b>
<b>Ulmus pumila</b>	<b>Punica granatum</b>	<b>Morus alba, M. nigra</b>
<b>Zizyphus jujuba</b>	<b>Quercus palustris</b>	<b>Tilia spp.</b>

## Risultati di un progetto pluriennale condotto nel distretto vivaistico di Pistoia

Acqua reflua urbana			Acqua da reflui industriali	
1998	1999	2000	2000	2004
Abutilon 'Kentish Belle'	Arbutus unedo	Cupressus sempervirens	Euonymus japonicus	Buxus sempervirens
Viburnum tinus	Cupressus sempervirens	Fraxinus angustifolia	Photinia x fraserii	Photinia x fraserii
Weigelia florida	Juniperus horizontalis	Juniperus horizontalis	Viburnum tinus	Pistacia lentiscus
	Myrtus communis	Pittosporum tobira		Viburnum tinus
	Spiraea japonica	Viburnum tinus		
	Weigelia florida	Weigelia florida		

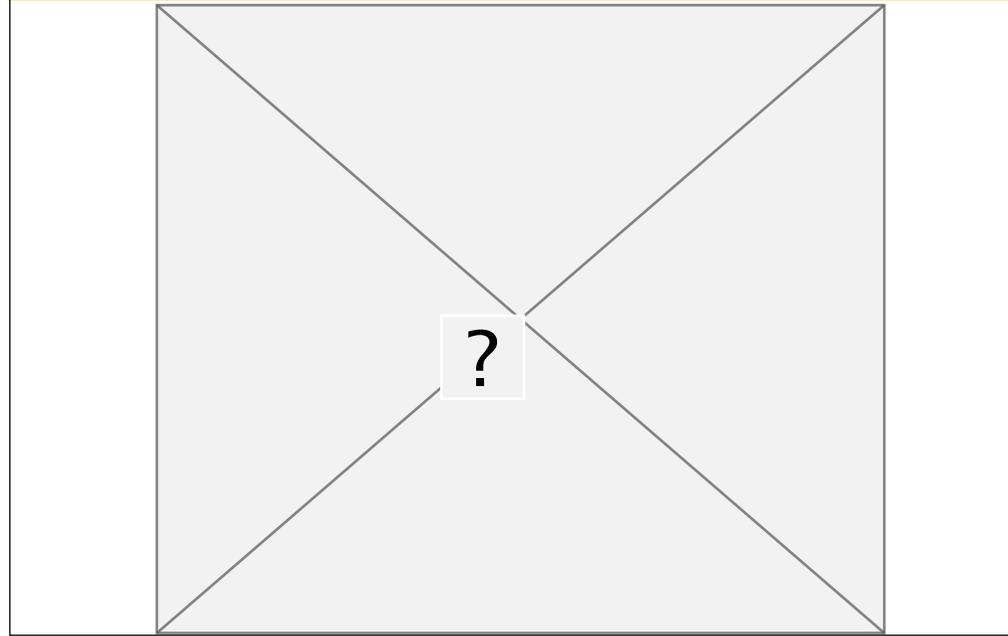
# CONCLUSIONI 1a parte

**Necessità di combinare risultati soddisfacenti sotto il profilo tecnico-economico, con il rispetto delle attività umane e dell'ambiente ecologico**

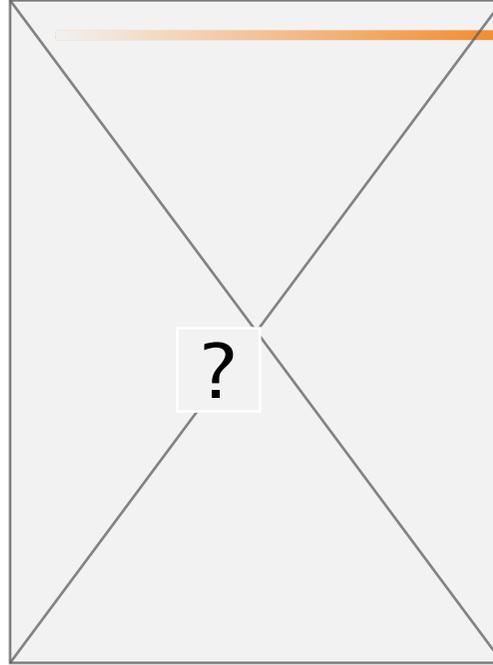
**Potenziare la sperimentazione e la collaborazione fra il mondo della ricerca e il mondo operativo**

**Individuazione di tematiche prioritarie e maggior collaborazione fra tecnici, professionisti e ricercatori**

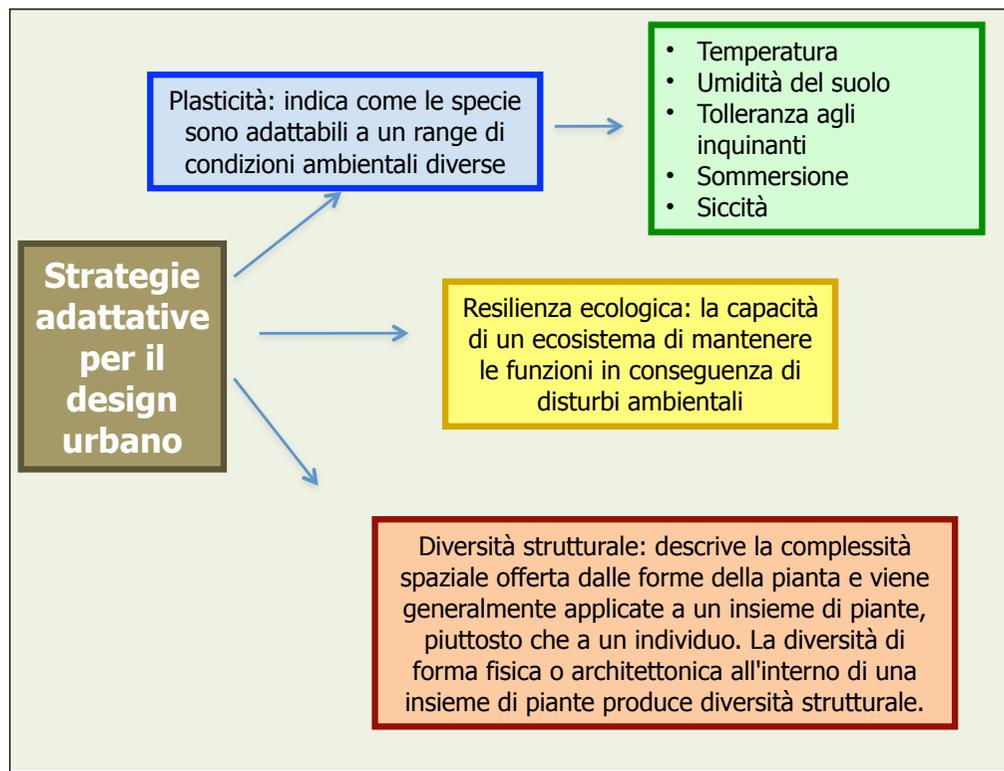
## Scelta del materiale vegetale



## Gestione sostenibile delle aree verdi



**MEMO: La gestione sostenibile delle aree verdi comincia in vivaio selezionando materiale di piantagione idoneo in funzione dell'ubicazione assegnatagli e delle cure che si intendono dare**



# Le domande sulla selezione del materiale vegetale



- Quali alberi sono più adatti per fronteggiare il global change?
- Quali alberi dovrebbero essere piantati per trarre vantaggio dall'aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub>?
- Quali specie native ed esotiche selezionate potranno meglio affrontare l'aumento di temperatura previsto nei prossimi decenni?
- Può essere aumentata la naturale tolleranza di certe specie alla siccità mediante l'impiego di adeguate e migliorate tecniche gestione?
- Come cambieranno le interazioni tra le specie?

In this scenario and just limiting our analysis to the urban landscape we have to answer or at least try to answer some questions.

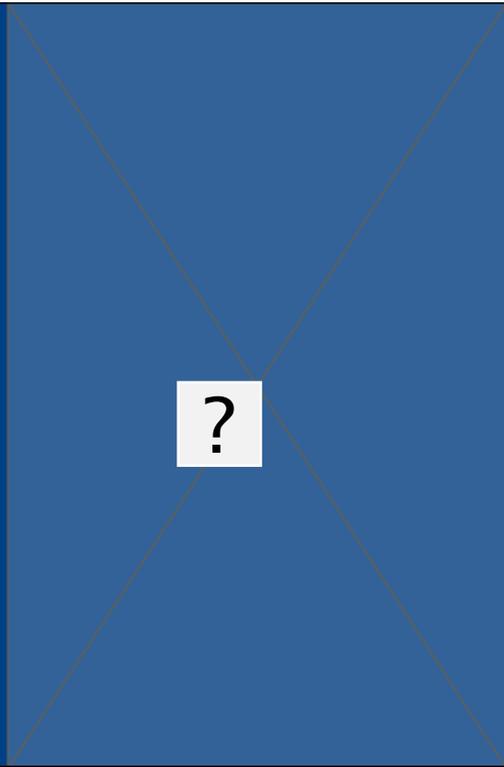
## Tree Selection

- **Perché piantare un albero qui?**
- **Crescerà secondo i nostri desiderata?**
- **C'è spazio sufficiente per la sua crescita?**
- **Il clima è idoneo? Cambierà in futuro?**
- **Quali sono le caratteristiche del suolo?**
- **La radiazione solare è sufficiente/eccessiva?**
- **L'albero può subire danni antropici?**
- **Qual è l'albero migliore per il sito in relazione alle mie necessità**

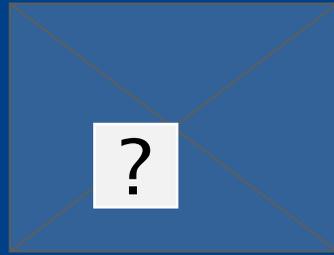
## Qualità richieste per un "ideale" albero ornamentale

- Forma e dimensioni prevedibili
- Stabilità strutturale (branche, castello e tronco)
- Rapida crescita (non sempre una qualità richiesta)
- Facilità di trapianto e rapido attecchimento
- Frutti e foglie non causanti problemi
- Ciclo vitale lungo (non sempre una qualità richiesta)
- Resistente alle malattie
- Non-allergenico
- Tollerante le elevate o basse luminosità
- Tollerante i più comuni stresses
- Buona compartimentalizzazione
- Apparato radicale profondo
- Esteticamente attraente
- Non-invasiva

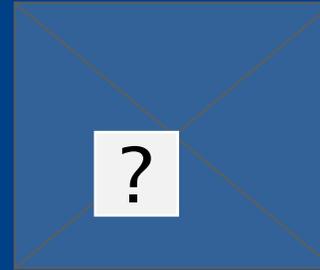
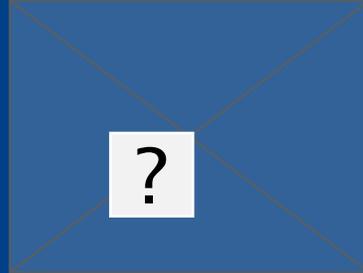
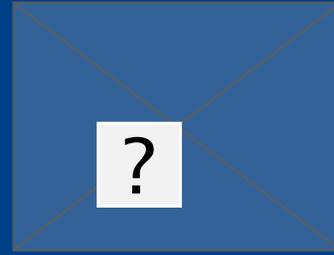
(From Harris et al. 2004. modified)



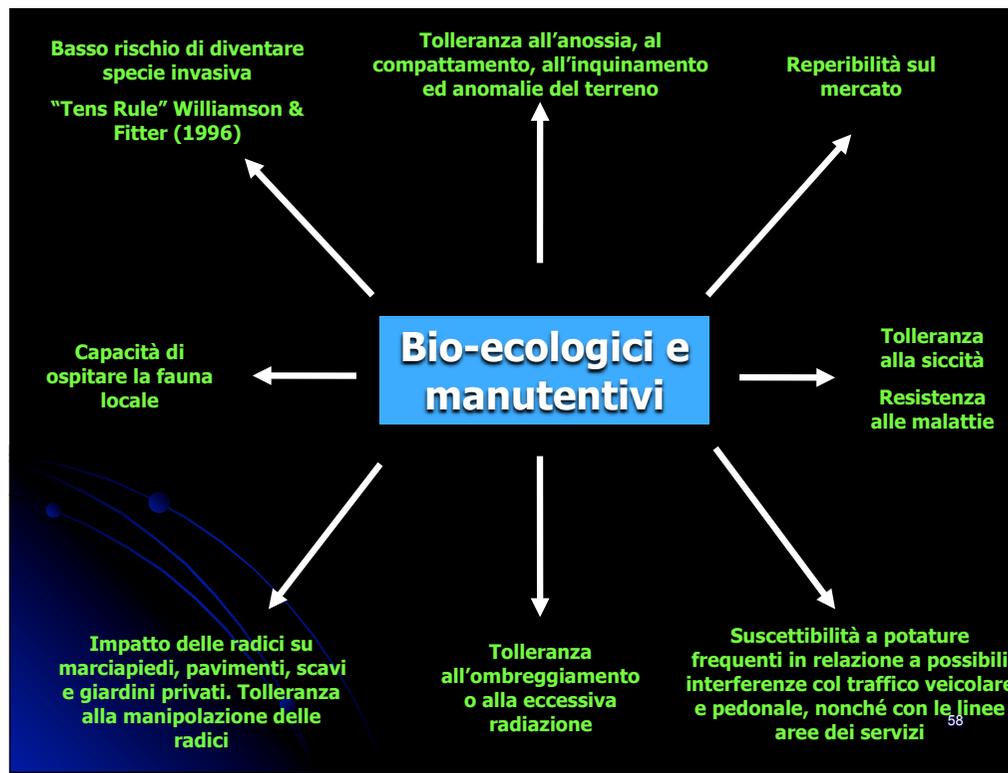
?



È importante  
definire la tipologia  
di spazio verde alla  
quale sarà  
destinata la nostra  
produzione



Il 39% degli alberi muore nei primi 5 anni (Gilbertson & Bradshaw, 1990). Secondo Pauleit et al. (2002), in Danimarca il 22% degli alberi devono essere rimpiazzati nei primi 10 anni. Bradshaw et al, (1995), ritengono che il 10% di rimpiazzati sia da considerarsi "fisiologico".



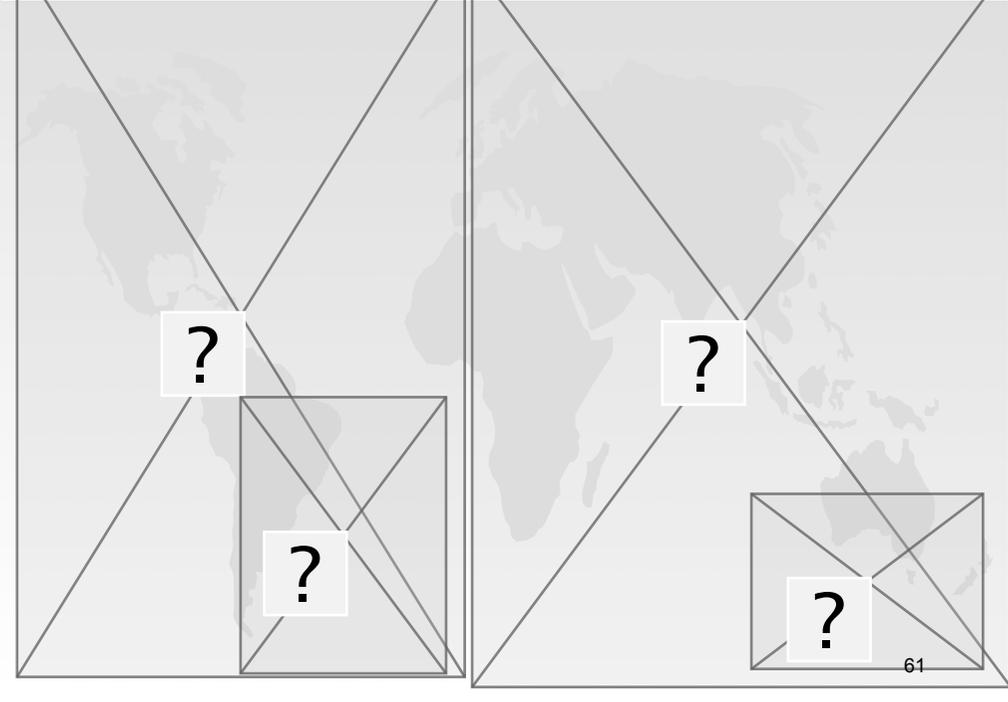
## La soluzione: essere creativi

- Limitare un genere/specie <20% per un po' di anni
- Mettere a punto una lista di specie "alternative" per ognuna delle specie più utilizzate
- Non limitarsi ad utilizzare solo una delle specie "alternative" altrimenti il problema si riproporrà in tempi brevi
- Tener in conto i potenziali parassiti delle specie/cultivar

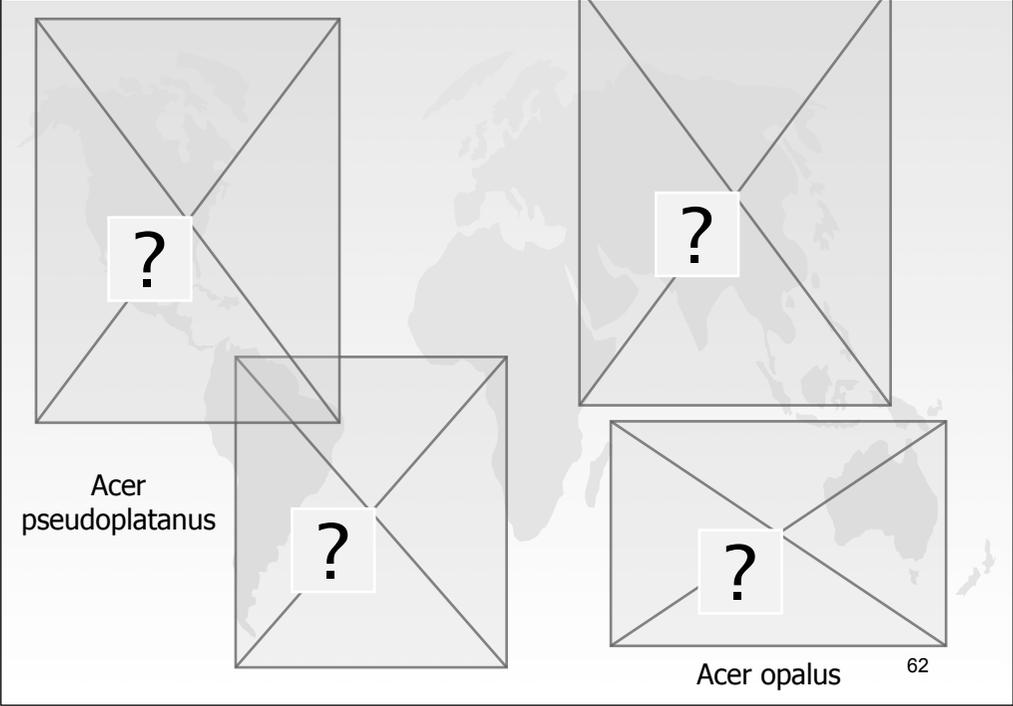


**La diversità può essere la  
chiave contro le avversità**

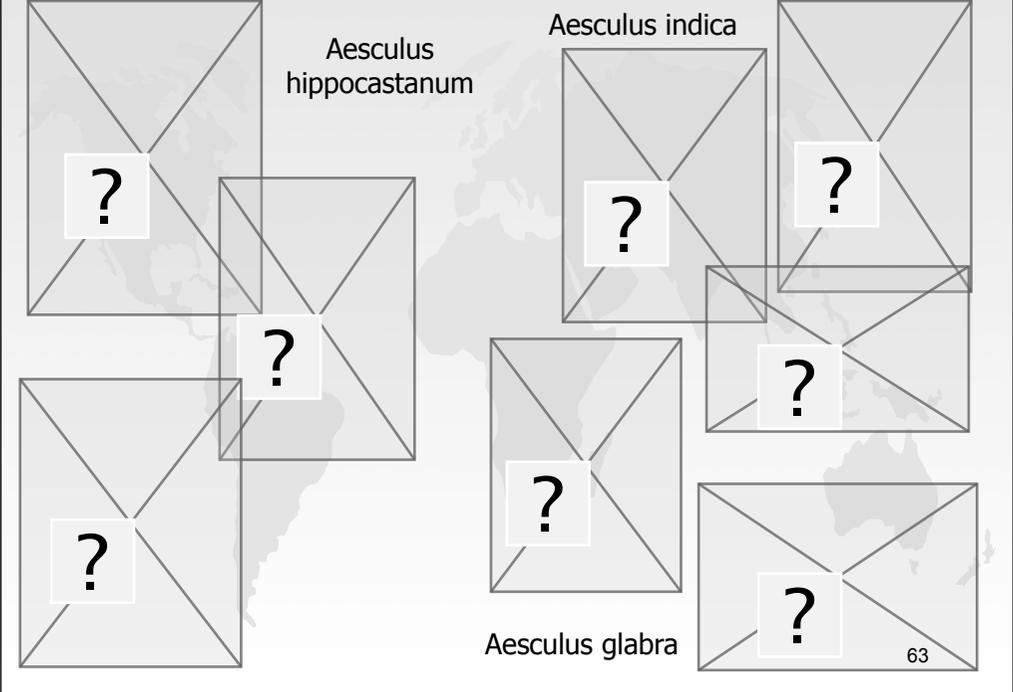
**Uniformità estetica, diversità biologica**



Uniformità estetica, diversità biologica



Uniformità estetica, diversità biologica



**Uniformità estetica, diversità biologica**



**Celtis  
australis**

**Zelkova  
serrata**

## Specie/cultivar attualmente più diffuse nei nostri ambienti



<b>Acer platanoides</b>	<b>Platanus x acerifolia</b>
<b>Acer pseudoplatanus</b>	<b>Populus spp</b>
<b>Aesculus hippocastanum</b>	<b>Quercus spp.</b>
<b>Celtis australis</b>	<b>Robinia pseudoacacia</b>
<b>Fraxinus excelsior</b>	<b>Styphnolobium japonicum</b>
<b>Ginkgo biloba</b>	<b>Tilia cordata</b>
<b>Liquidambar styraciflua</b>	<b>Tilia x europaea</b>
<b>Liriodendron tulipifera</b>	<b>Tilia tomentosa</b>
<b>Pawlonia tomentosa</b>	<b>Ulmus spp.</b>

## Specie potenzialmente utilizzabili nei nostri ambienti per alberature stradali (1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> grandezza)

**Acer buergerianum** (crescita lenta)

**Acer campestre** (Queen Elizabeth) (crescita medio-lenta)

**Acer opalus** (crescita media)

**Acer cappadocicum** (crescita media, produce succhioni)

**Aesculus indica A. glabra** (crescita media)

**Brachychiton populneus** (crescita veloce)

**Corylus colurna** (crescita media)

**Gleditsia triacanthos** ♂ (alcune malattie, branche codominanti, crescita veloce)

**Ginkgo biloba** ♂ (crescita medio-lenta)

**Gymnocladus dioicus** ♂ (crescita media)

**Koelreuteria paniculata** (crescita medio-veloce)

**Juglans nigra** (crescita medio-veloce)

**Maclura pomifera** ♂ (crescita veloce)

**Melia azedarach** (crescita veloce, frutti tossici)

**Nyssa sylvatica** (crisi di trapianto, crescita lenta)

**Phellodendron amurense** ♂ (crescita media)

**Pistacia chinensis** (crescita veloce)

**Pyrus calleryana** (crescita medio-veloce)

**Quercus muehlenbergii** (crescita medio-lenta)

**Quercus shumardii** (crescita medio-lenta)

**Quercus suber** (crescita lenta)

**Robinia pseudoacacia** (crescita veloce)

**Styphnolobium japonicum** (crescita medio-veloce)

**Tipuana tipu** (crescita veloce)

**Ulmus parvifolia** (tronchi codominanti, crescita veloce)

**Zelkova serrata** (tronchi codominanti, crescita medio-veloce)

# Strategie di gestione del verde urbano per mitigare il global (climate change)

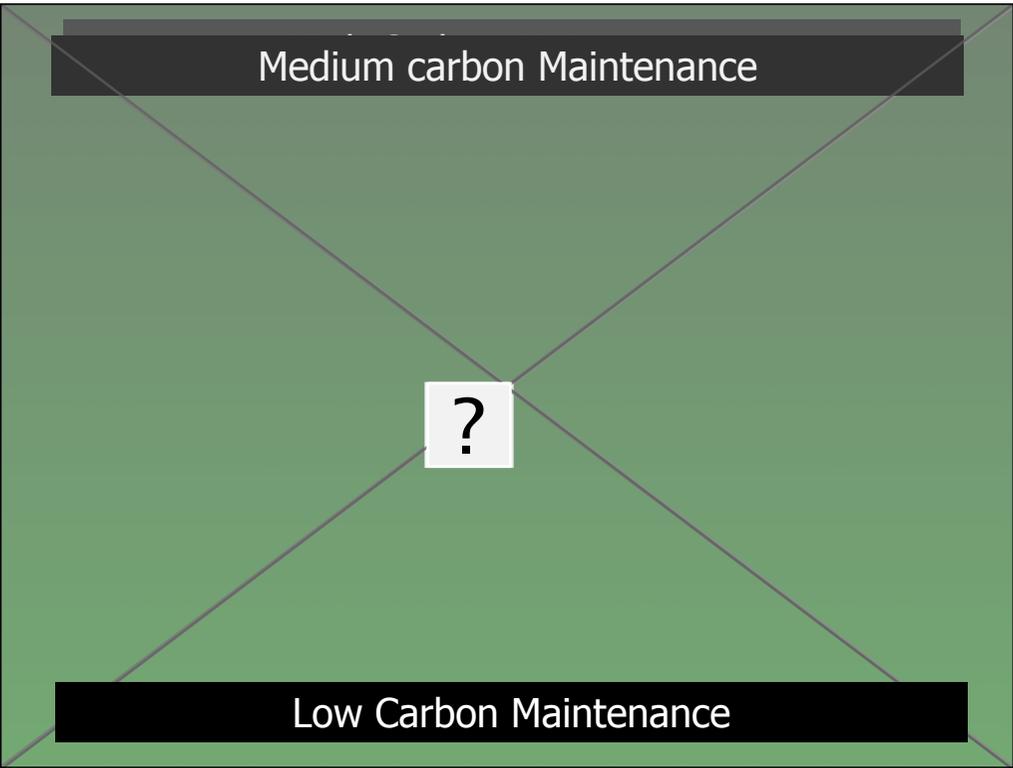
?

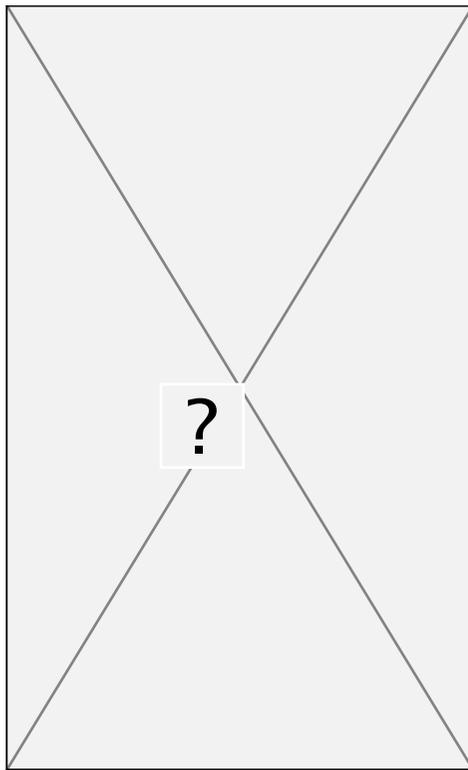
## Strategie di gestione del verde urbano per mitigare il global (climate) change - 1

- ✓ Incrementare il numero di alberi vitali ed in salute (> rimozione inquinanti e sequestro di CO<sub>2</sub>)
- ✓ Mantenere la copertura di alberi esistente (mantiene l'attuale sequestro di carbonio e la rimozione di inquinanti)
- ✓ Massimizzare l'uso di specie che producono quantità limitate di VOCs (ciò riduce la formazione di O<sub>3</sub> e CO)
- ✓ Mantenere alberi sani e di grande dimensione (questi hanno effetti/albero >)
- ✓ Piantare specie longeve ed usare il legno per prodotti permanenti (previene o pospone l'emissione di C per decomposizione)
- ✓ Usare alberi che richiedono bassa manutenzione, adatti all'ambiente urbano (ciò riduce l'emissione dovuta alla gestione dell'albero).
- ✓ Minimizzare l'uso di combustibili fossili nella gestione della vegetazione (riduce l'emissione di inquinanti)

## Strategie di gestione del verde urbano per mitigare il global (climate) change - 2

- ✓Piantare gli alberi in zone dove possono essere >efficaci per la conservazione dell'energia e usare il materiale legnoso per la produzione di energia (riduce l'emissione di inquinanti dagli impianti)
- ✓Piantare alberi nei parcheggi per ombreggiare le macchine (riduce l'emissione di VOC dai veicoli)
- ✓Fornire la quantità di acqua necessaria (aumenta la rimozione di inquinanti e riduce la temperatura dell'aria)
- ✓Piantare alberi in aree densamente popolate ed inquinate (massimizza gli effetti degli alberi)
- ✓Evitare l'uso di alberi sensibili all'inquinamento (aumenta lo stato di salute)
- ✓Piantare specie sempreverdi per ridurre il particolato (rimozione durante tutto l'anno delle particelle)

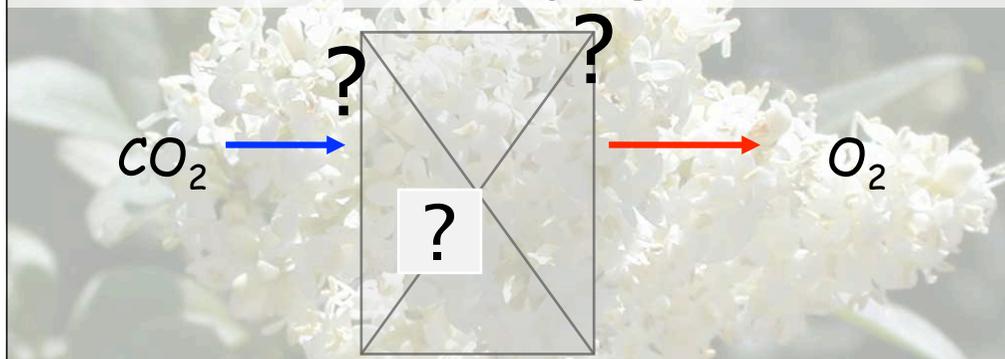




**Valutazione  
quantitativa delle  
capacità di specie  
arbustive ai fini della  
riduzione della CO<sub>2</sub>  
atmosferica in  
ambiente urbano e  
periurbano**

Progetto MIA - MIPAAF

## OBIETTIVO progetto



Lo scopo della sperimentazione è stato quello di valutare la capacità di assimilazione della  $CO_2$  di alcune specie

• *Arbutus unedo*  
*fraseri*

*Elaeagnus x ebbingei*

*Photinia x*

• *Laurus nobilis*

*Ligustrum japonicum*

*Viburnum lucidum*

Assimilazione di CO2 in condizioni ottimali (2010)

Specie	Area fogliare (m <sup>2</sup> )
Corbezzolo	0,18
Eleagno	0,29
Ligustro	0,16
Alloro	0,32
Fotinia	0,19
Lentaggine	0,30
V. lucido	0,27



# Biometrici

BIOMASSA	PS totale	PS foglie	PS steli	PS radici
Laurus nobilis	159.77 a	40.81 a	60.7 ab	58.26 a
Viburnum tinus	155.43 a	35.8 ab	69.34 a	50.29 a
Viburnum lucidum	117.21 bc	40.43 a	53.19 b	23.59 b
Photinia x fraseri	93.92 c	23.65 c	49.17 bc	21.1 b
Arbutus unedo	90.47 c	24.68 c	49.03 bc	16.76 b
Elaeagnus x ebbingei	142.13 ab	32.26 b	63.35 ab	46.52 a
Ligustrum japonicum	100.96 c	19.54 c	36.46 c	44.96 a
P	**	**	**	**

Ovviamente, al fine di sequestrare carbonio atmosferico per il lungo periodo, l'uso di specie che, a parità di biomassa totale prodotta, allocano più biomassa agli organi legnosi, rispetto alle foglie, è vantaggioso

## Conclusioni – primo anno

È, tuttavia, difficile che

• I risultati preliminari hanno mostrato che, in ambiente urbano le piante vivono in condizioni ottimali, alcune specie arbustive (*Flaeagnus x ebbingei*) sono risultate più idonee di altre (*V. lucidum*, *Ligustrum japonicum*) nel sequestrare CO<sub>2</sub> atmosferica

Lo scopo della sperimentazione del

• Di particolare interesse l'eleagria ? causa

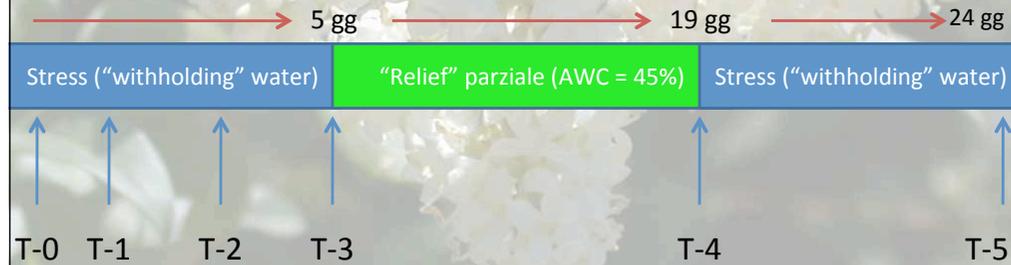
2011 è stato, quindi, quello di valutare

l'attività fotosintetica in condizioni di stress idrico

?

## Metodi - 2011

- 12 piante per specie e tesi sono state rinvasate in vaso da 5-L (substrato torba:pomice) e disposte con un disegno sperimentale a blocchi randomizzati (6 blocchi, 72 piante in totale)
- Metà delle piante è stata irrigata quotidianamente a capacità di campo (**WW**); l'altra metà sottoposta a un periodo di stress idrico (**WS**):

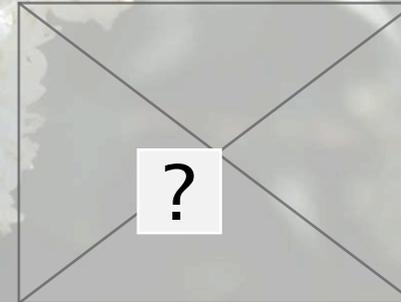
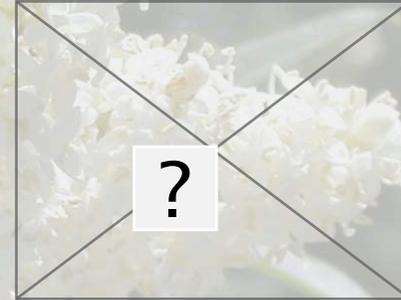


Durante la fase di *relief* parziale, tutte le piante WS sono state irrigate con un volume idrico ridotto, in modo da mantenere l'umidità del substrato pari a circa il 45% della capacità di ritenzione idrica

## Misurazioni effettuate

A diversi intervalli di tempo durante le fasi di stress e relief parziale (T-0, T-1, T-2, T-3, T-4, T-5) sono stati misurati:

- **Scambi gassosi fogliari** (fotosintesi, traspirazione, conduttanza stomatica, efficienza d'uso dell'acqua);
- **Fluorescenza della clorofilla;**
- **Potenziale idrico** prima dell'alba (solo T-3)
- **Biomassa** (solo T-5)
- **Il contenuto idrico del substrato** (AWC) è stato misurato quotidianamente con metodo gravimetrico



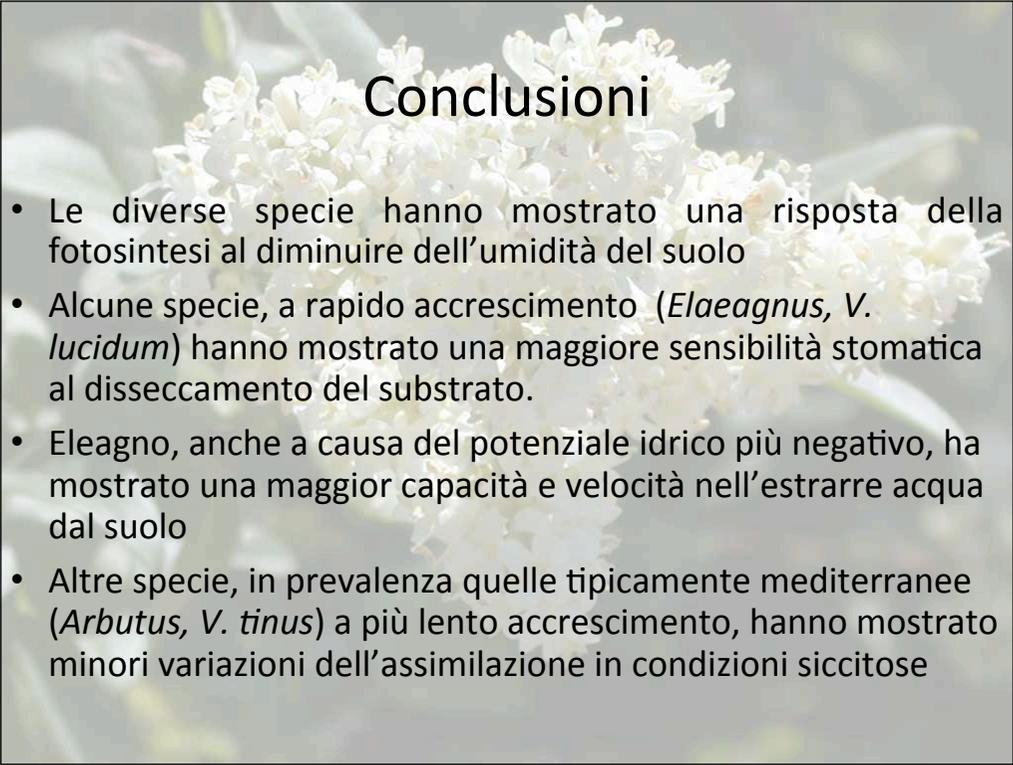


## **RISULTATI**

Tutti i dati sono stati analizzati con ANOVA a 2 VIE (fattori specie e regime) usando SPSS 19.

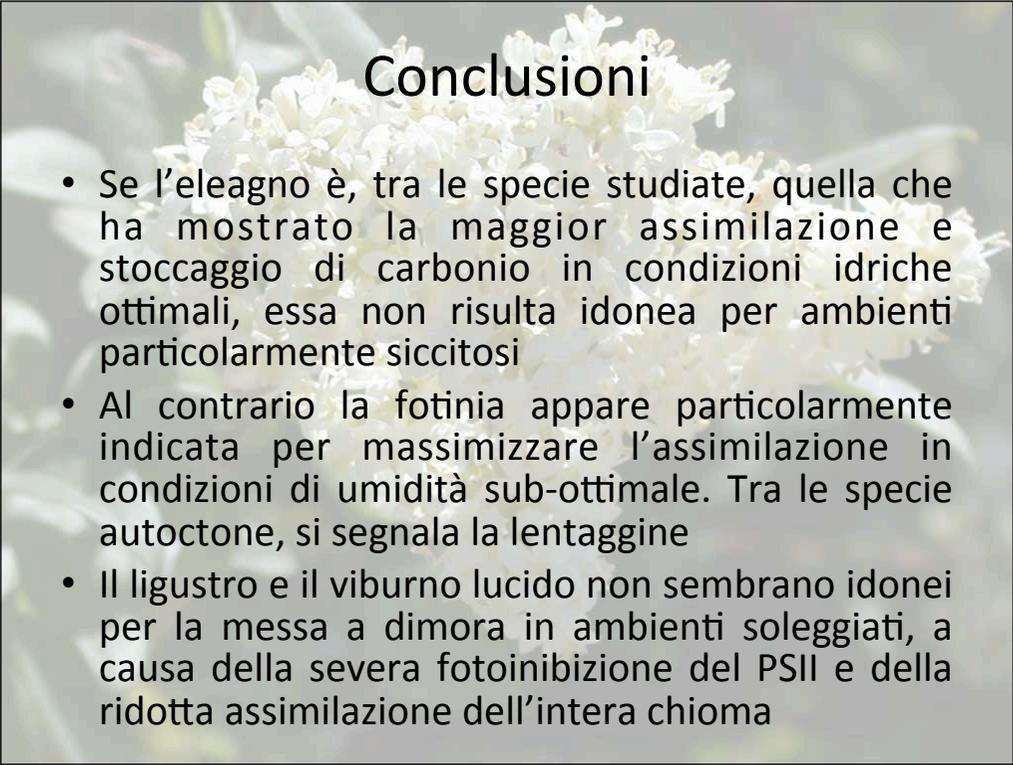
## Biomassa

Specie	PS totale	PS foglie/PS
<i>Arbutus</i>	183,88 d	0,3 a
<i>Elaeagnus</i>	322,23 a	0,25 b
<i>Laurus</i>	293,69 ab	0,25 b
<i>V. lucidum</i>	264,89 b	0,28 a
<i>V. tinus</i>	206,64 cd	0,22 bc
<i>Photinia</i>	267,88 b	0,24 b
<i>Ligustrum</i>	249,53 bc	0,18 c
P	**	**



## Conclusioni

- Le diverse specie hanno mostrato una risposta della fotosintesi al diminuire dell'umidità del suolo
- Alcune specie, a rapido accrescimento (*Elaeagnus*, *V. lucidum*) hanno mostrato una maggiore sensibilità stomatica al disseccamento del substrato.
- Eleagno, anche a causa del potenziale idrico più negativo, ha mostrato una maggior capacità e velocità nell'estrarre acqua dal suolo
- Altre specie, in prevalenza quelle tipicamente mediterranee (*Arbutus*, *V. tinus*) a più lento accrescimento, hanno mostrato minori variazioni dell'assimilazione in condizioni siccitose



## Conclusioni

- Se l'eleagno è, tra le specie studiate, quella che ha mostrato la maggior assimilazione e stoccaggio di carbonio in condizioni idriche ottimali, essa non risulta idonea per ambienti particolarmente siccitosi
- Al contrario la fotinia appare particolarmente indicata per massimizzare l'assimilazione in condizioni di umidità sub-ottimale. Tra le specie autoctone, si segnala la lentaggine
- Il ligustro e il viburno lucido non sembrano idonei per la messa a dimora in ambienti soleggiati, a causa della severa fotoinibizione del PSII e della ridotta assimilazione dell'intera chioma



Many of these costs and challenges are short term, but the benefits of community involvement will ultimately result in the long-term sustainability

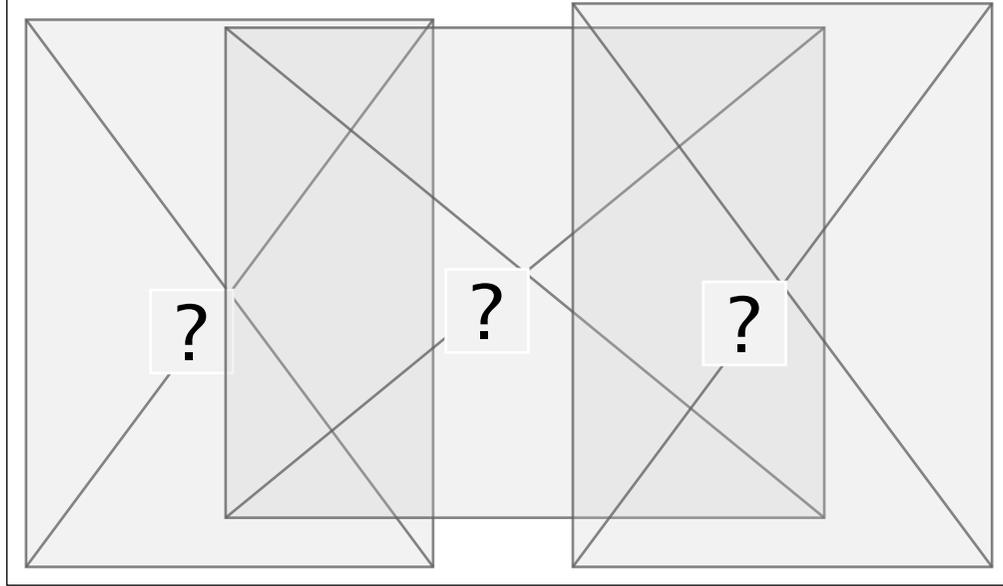
**Response mechanisms to multiple environmental stressors in Mediterranean woody species (*Phyllirea*, *Ligustrum*, *Olea*, *Fraxinus*)** in cooperation with UNIPI e IPP-CNR

?

How various mechanisms actually integrate to support acclimation to unfavorable conditions (cross-tolerance)

**Special emphasis to the functional role of secondary metabolites, particularly flavonoids in countering stress-induced oxidative damage**

Evaluation of morphological, physiological and biochemical parameters related to drought tolerance in agricultural and shade tree species

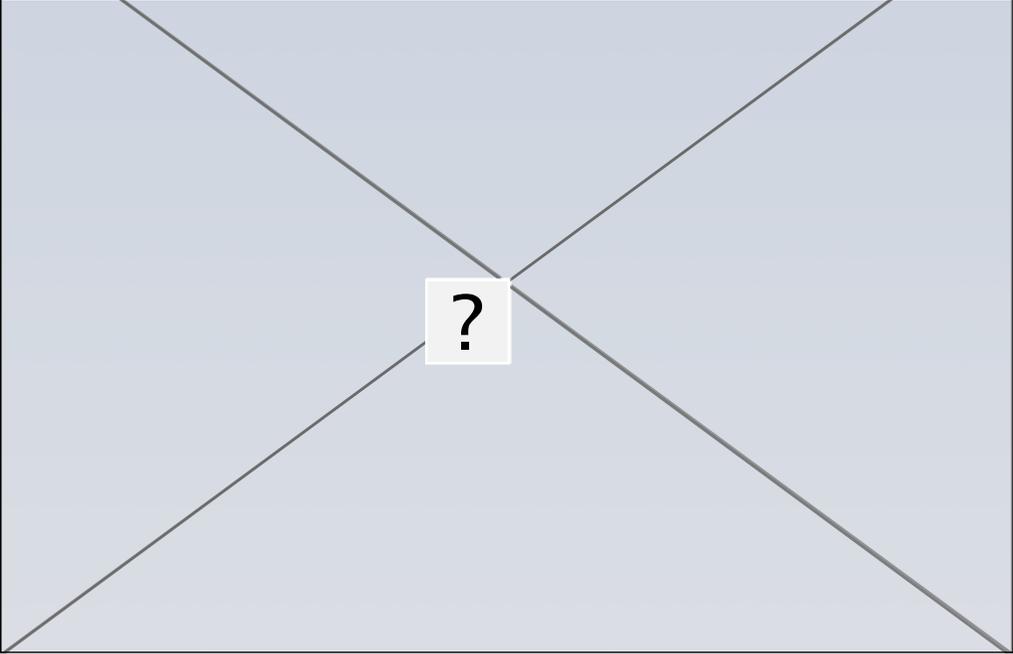


Evaluation of morphological, physiological and biochemical parameters related to drought tolerance in two subtropical species **(2012-2014)** in cooperation with IPP-CNR

?

?

**Urban trees and VOCs productions in relation to urban stresses in cooperation with IPP-CNR**

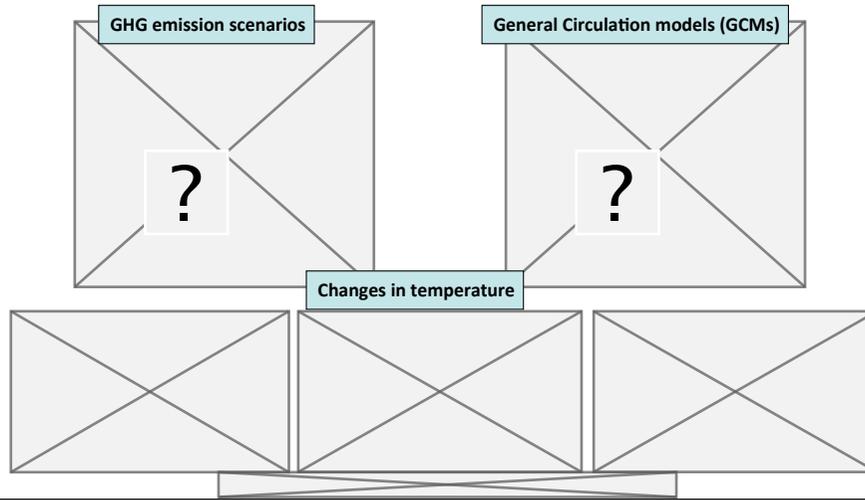


?

**Planning the green city in the global change era: urban tree species function and suitability for predicted future climates (short: TreeCity) (2013-2015) in cooperation with UNIPI and IPP-CNR**

**Climate change projections**

*Tools and data for climate change impact studies:*



Root pruning to simulate street works

?

**Aim: to evaluate the effect of root pruning on tree growth  
and physiology**

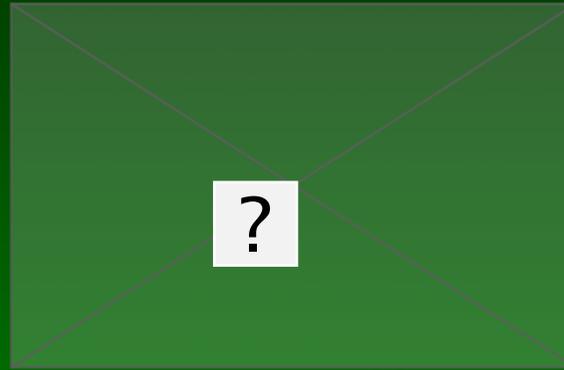


**Effects of different pavements on growth and physiology of two shade tree species**



**Effects of different pavements on growth and physiology of two shade tree species**

La foresta precede l'uomo, il deserto lo segue...  
**Chateaubriand**



Facciamo in modo che non sia vero...  
**Ferrini**