



Acqua, foreste e agricoltura

Enrico Brugnoli

Dipartimento Terra e Ambiente

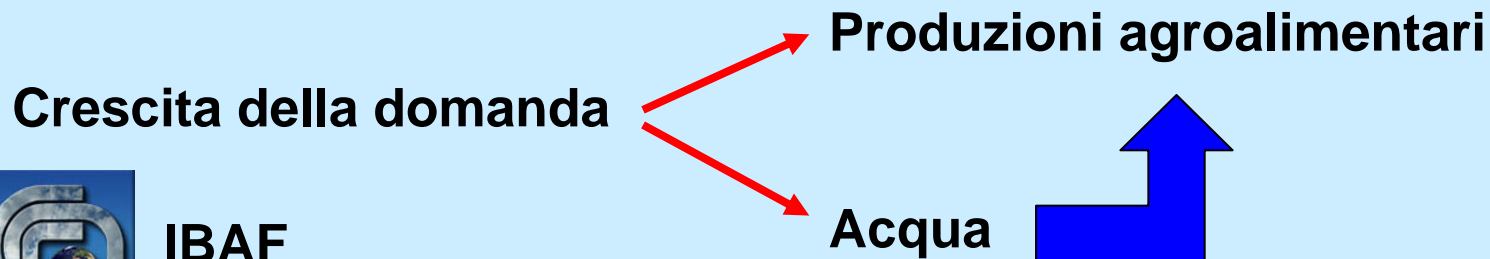
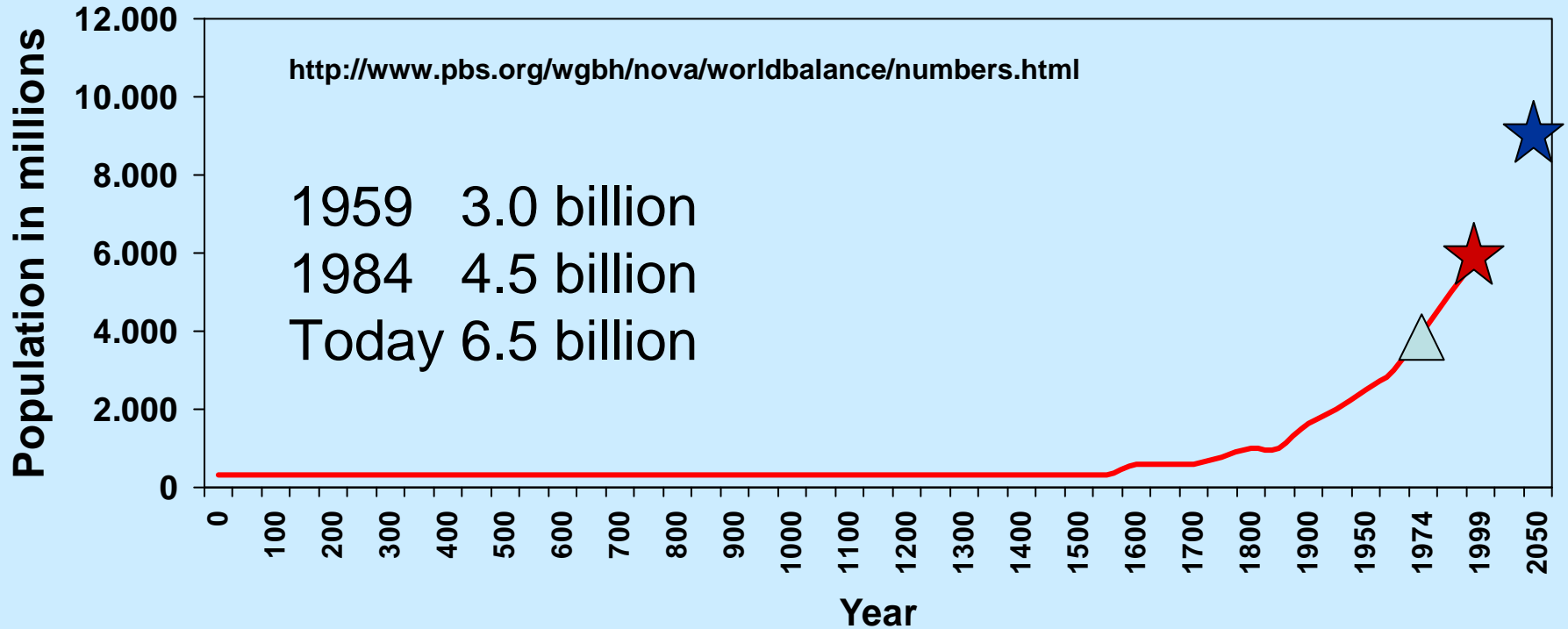
Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale (IBAF)

Porano (TR)

Franco Miglietta – CNR-IBIMET



Crescita della Popolazione umana



IBAF

VALORI INDICATIVI DI FABBISOGNI IDRICI DELLE COLTURE E SENSIBILITA' ALLA SICCITA'



IBAF

Crop	Crop water need (mm/total growing period)	Sensitivity to drought
Alfalfa	800-1600	low-medium
Banana	1200-2200	high
Barley/Oats/Wheat	450-650	low-medium
Bean	300-500	medium-high
Cabbage	350-500	medium-high
Citrus	900-1200	low-medium
Cotton	700-1300	low
Maize	500-800	medium-high
Melon	400-600	medium-high
Onion	350-550	medium-high
Peanut	500-700	low-medium
Pea	350-500	medium-high
Pepper	600-900	medium-high
Potato	500-700	high
Rice (paddy)	450-700	high
Sorghum/Millet	450-650	low
Soybean	450-700	low-medium
Sugarbeet	550-750	low-medium
Sugarcane	1500-2500	high
Sunflower	600-1000	low-medium
Tomato	400-800	medium-high

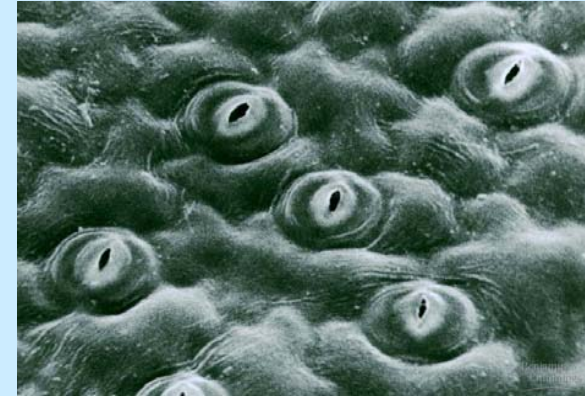
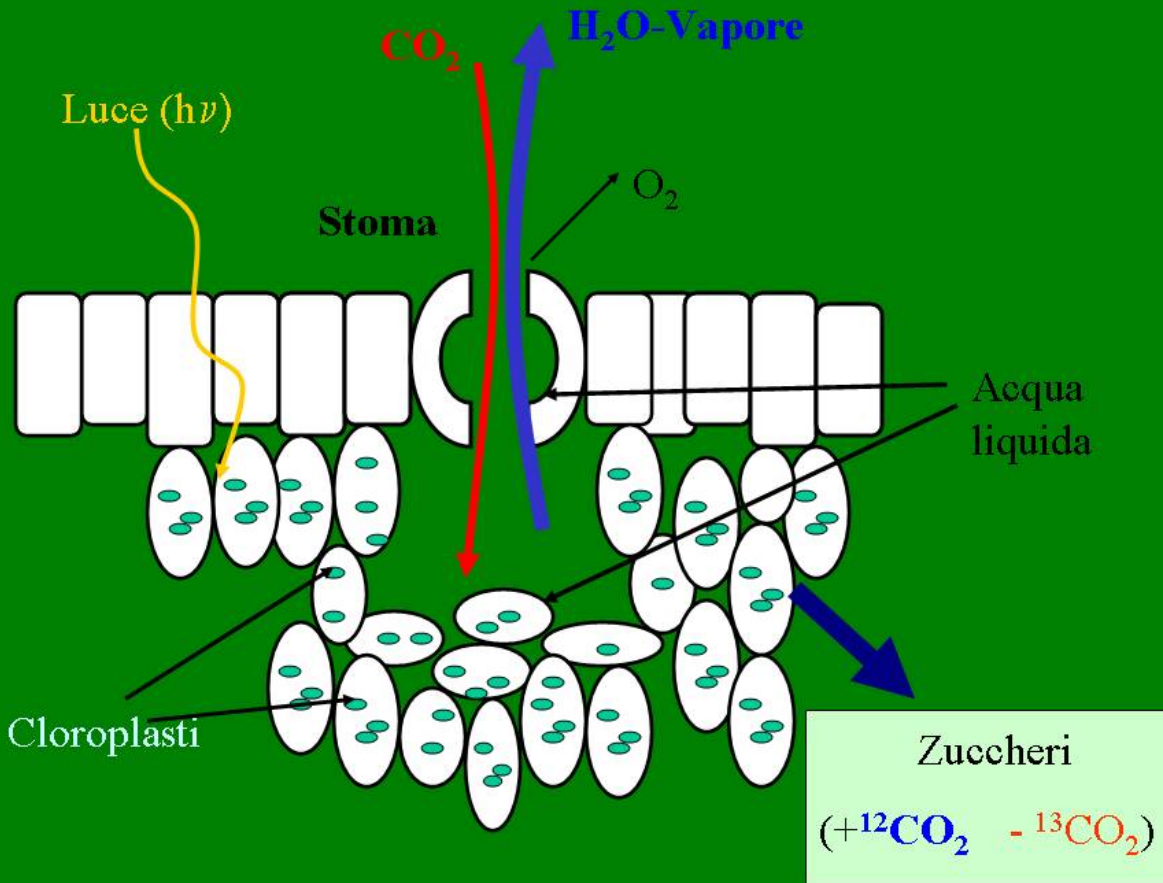
Ottimizzazione dell'irrigazione

Table: Water productivity gains from shifting to drip from conventional irrigation

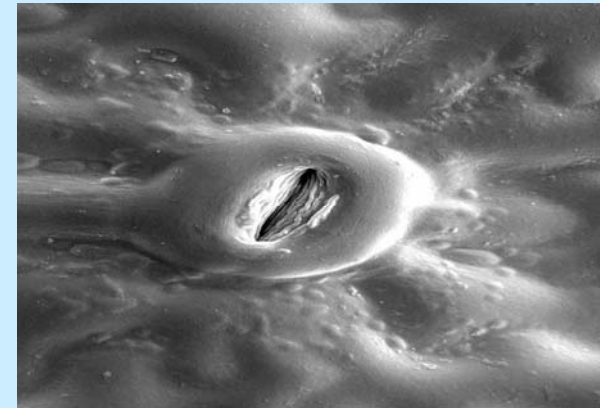
CROP	Change in yield %	Change in Water use %	Water productivity gain %
Banana	+52	-45	+173
Cabbage	+2	-60	+150
Cotton	+25	-60	+255
Grapes	+23	-48	+134
Potato	+46	-15	+46
Sugarcane	+33	-65	+205
Sweet potato	+39	-60	+243
Tomato	+50	-39	+145



Fotosintesi e Traspirazione



Stomi



Produttività ed Efficienza d'uso idrico

$$Y = WUE \cdot E \cdot HI$$

Y= produttività,

WUE= Efficienza d'uso idrico

E= quantità d'acqua traspirata

HI = Harvest index



Miglioramento genetico

$$WUE = \frac{A}{E} = \frac{p_a \left(1 - \frac{p_i}{p_a}\right)}{1.6(e_i - e_a)}$$



Discriminazione degli isotopi del carbonio ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) e relazioni con la fisiologia fogliare

During photosynthesis, plants discriminate against ^{13}C ; Discrimination (Δ) is given by:

$$\Delta = a + (b - a) \frac{p_i}{p_a}$$

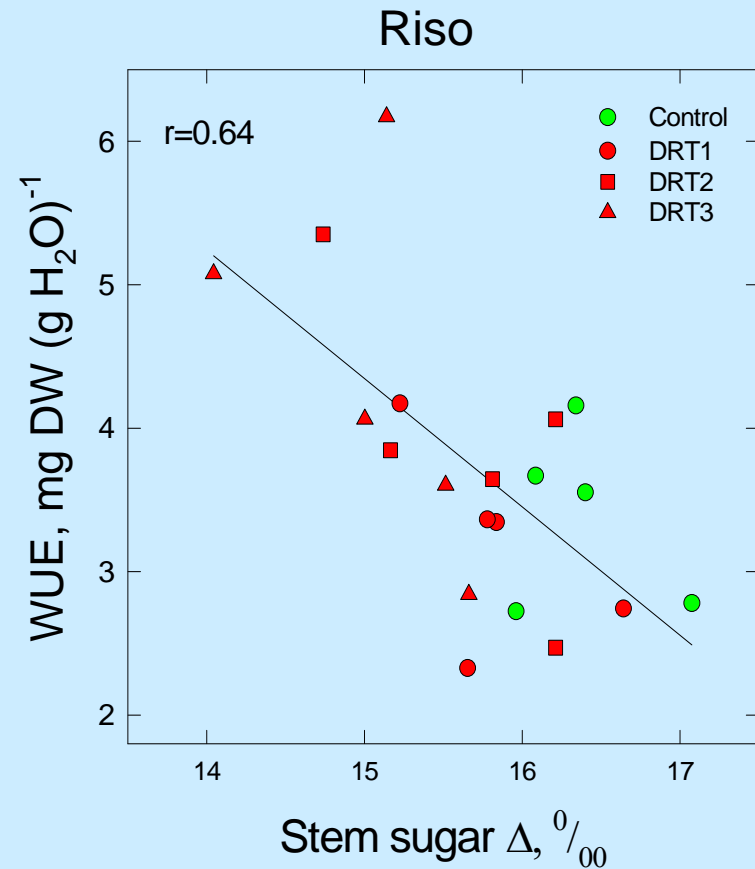
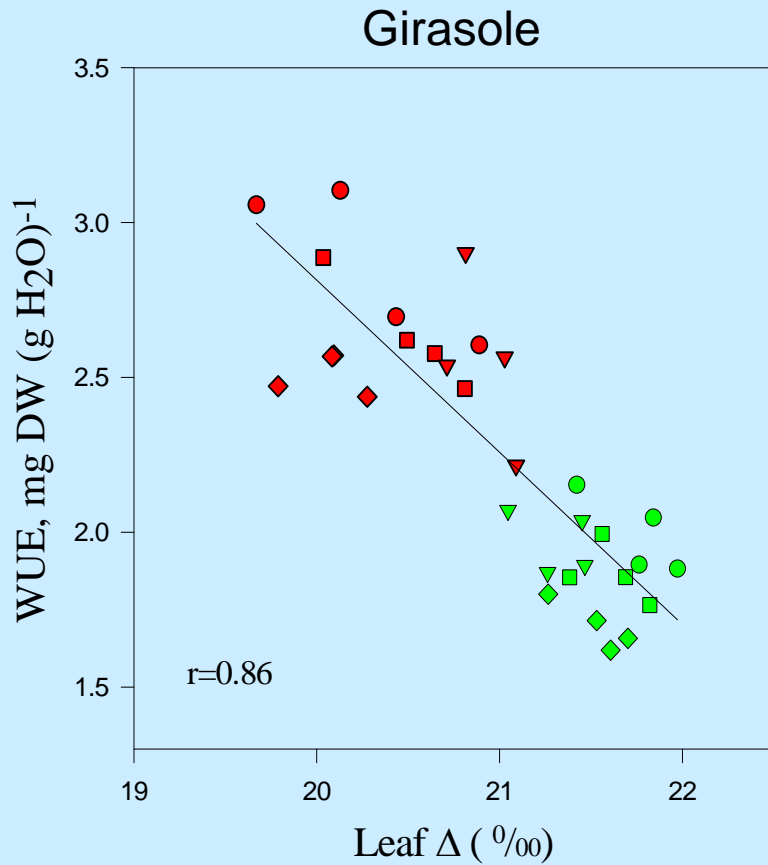
- $a=4.4\text{‰}$ is the discrimination during diffusion in still air and
- $b \sim 28\text{‰}$ is the net fractionation during carboxylations in C_3 plants, i.e. mostly rubisco, but also PEP carboxylation;



$$WUE = \frac{p_a \frac{b - \Delta}{b - a}}{1.6(e_i - e_a)}$$



Esempi di relazioni tra Δ e WUE



Genotipi di frumento migliorati in base a Δ sono ora disponibili in commercio



IBAF

Isotopi dell'ossigeno nelle piante

Frazionamento isotopico durante la traspirazione

$$\Delta^{18}\text{O}_e = \varepsilon^+ + \varepsilon_k + (\Delta^{18}\text{O}_v - \varepsilon_k) \frac{e_a}{e_i}$$

$\Delta^{18}\text{O}_e$ enrichment of leaf water (above the source)

e_a/e_i Atmosphere - leaf vapor ratio

$\Delta^{18}\text{O}_v$ Water vapor

ε^+ Equilibrium fractionation

ε_k Kinetic fractionation

Craig Gordon (1965)

Farquhar and Lloyd (1993)



IBAF

Effetto Péclet

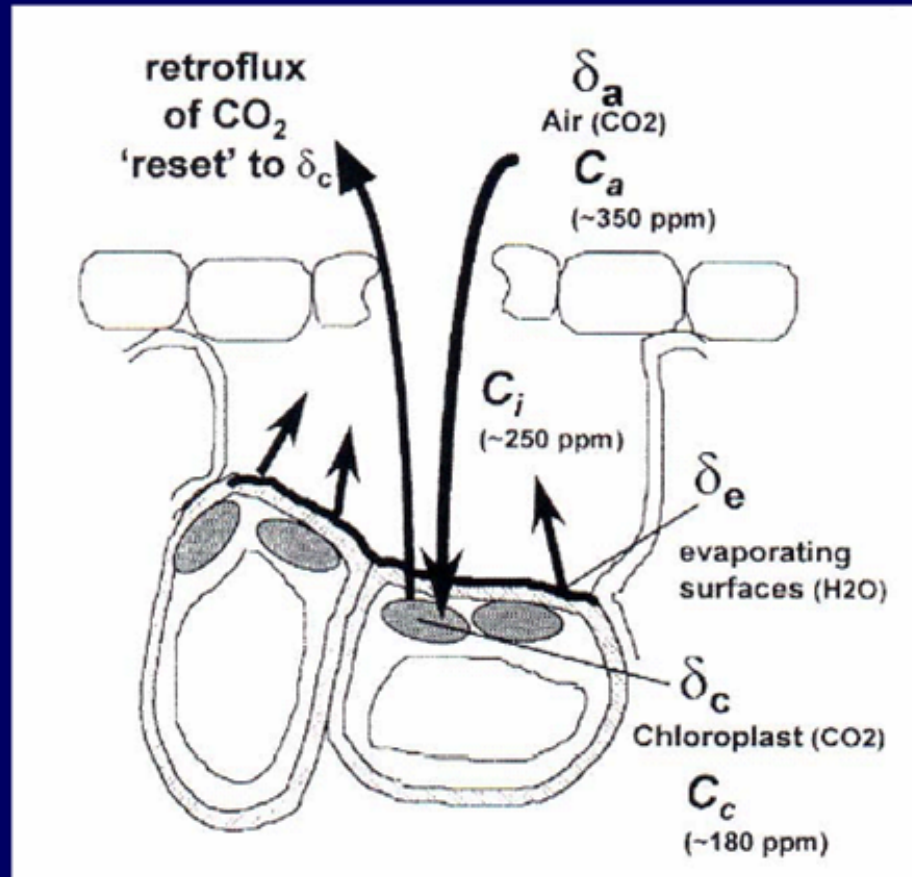
- Water at the evaporating sites is ^{18}O enriched.
- There will be convection of unenriched water to the evaporating sites.
- This is opposed by **back diffusion of ^{18}O enriched water**.
- The Péclet effect predicts an increasing discrepancy between the enrichment predicted by the Craig-Gordon model and that measured in leaf lamina due to mixing of unenriched and enriched water (Barbour et al. 2007).



Accoppiamento dei cicli del carbonio e del acqua

The “retroflux”

L'arricchimento di ^{18}O nelle foglie ha un impatto notevole sulla CO_2 atmosferica



Yakir and Sternberg 2000



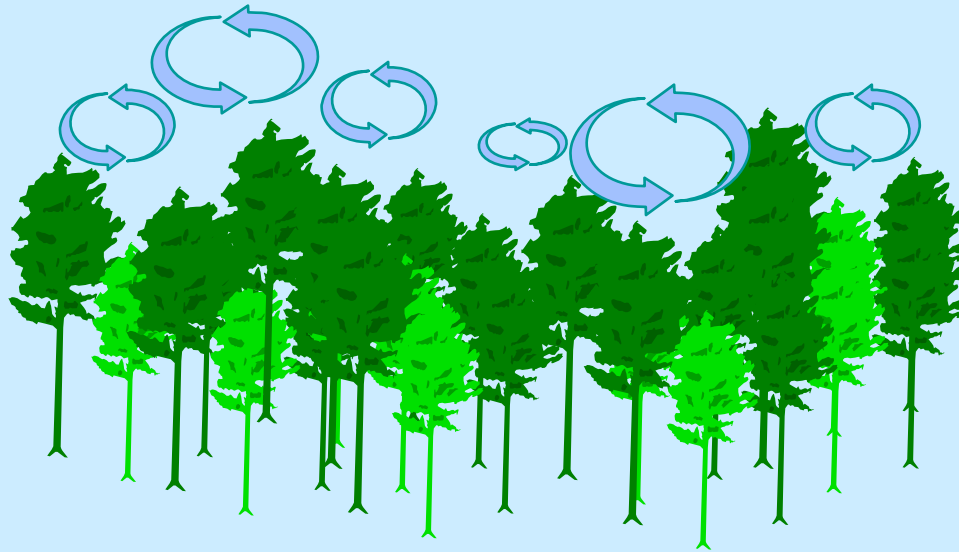
IBAF

Flussi di ecosistema e regionali

Fluxes of CO_2 and H_2O can be measured at ecosystem level:

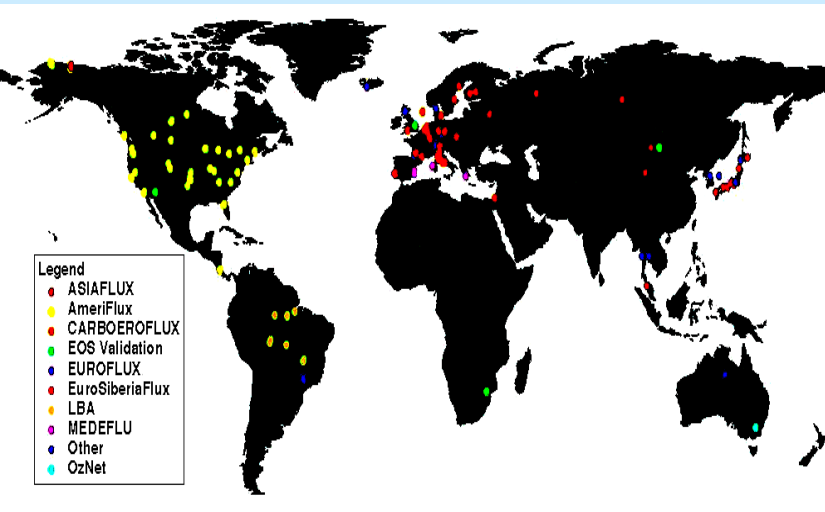
Eddy covariance

The technique is based on the covariance between concentration of scalars and vertical wind velocity measurements.



Measuring net ecosystem gas exchange

the FluxNet network



Role of the component fluxes
(respiration/ assimilation and
transpiration/evaporation)?



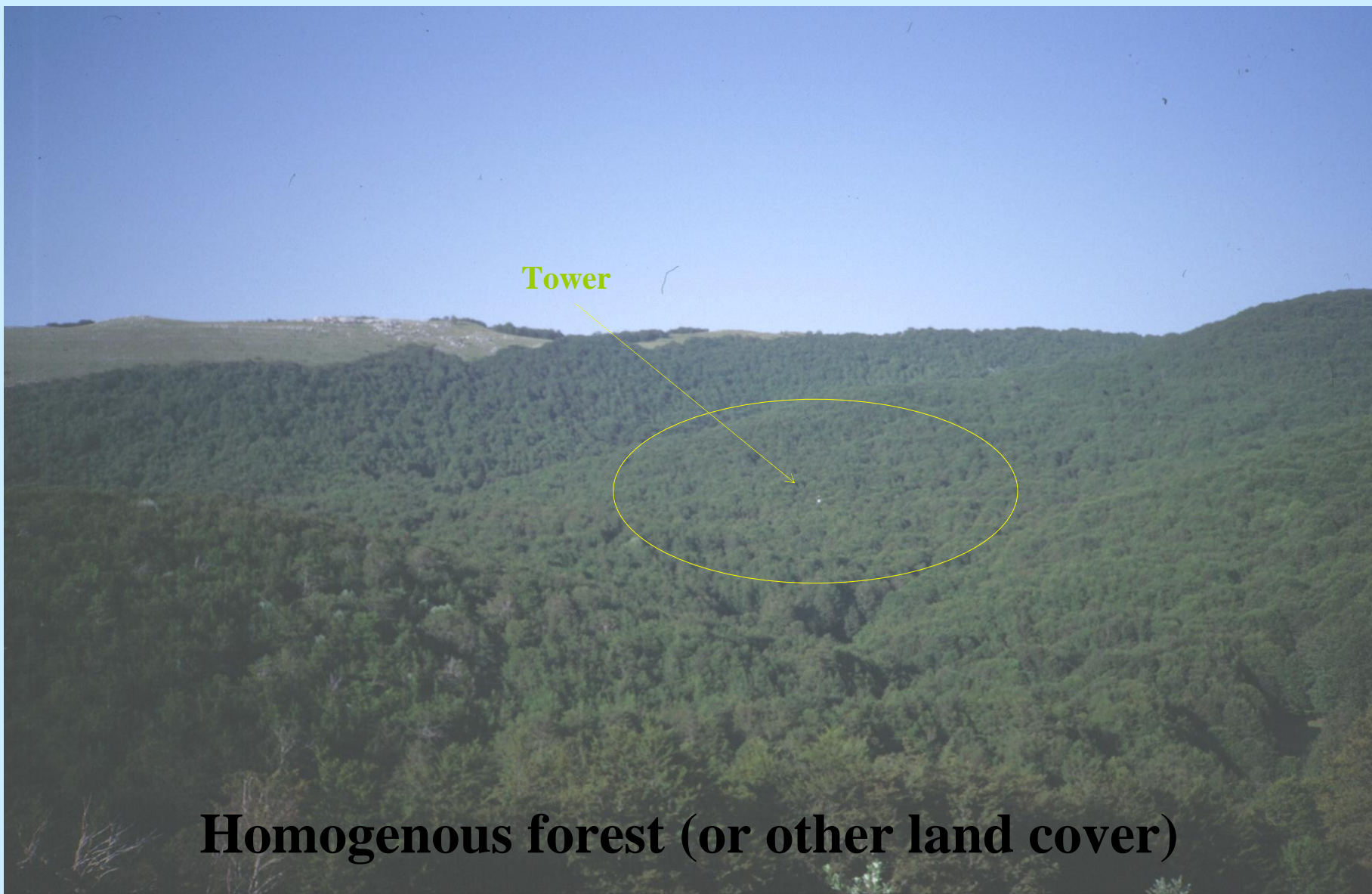
IBAF





IBAF

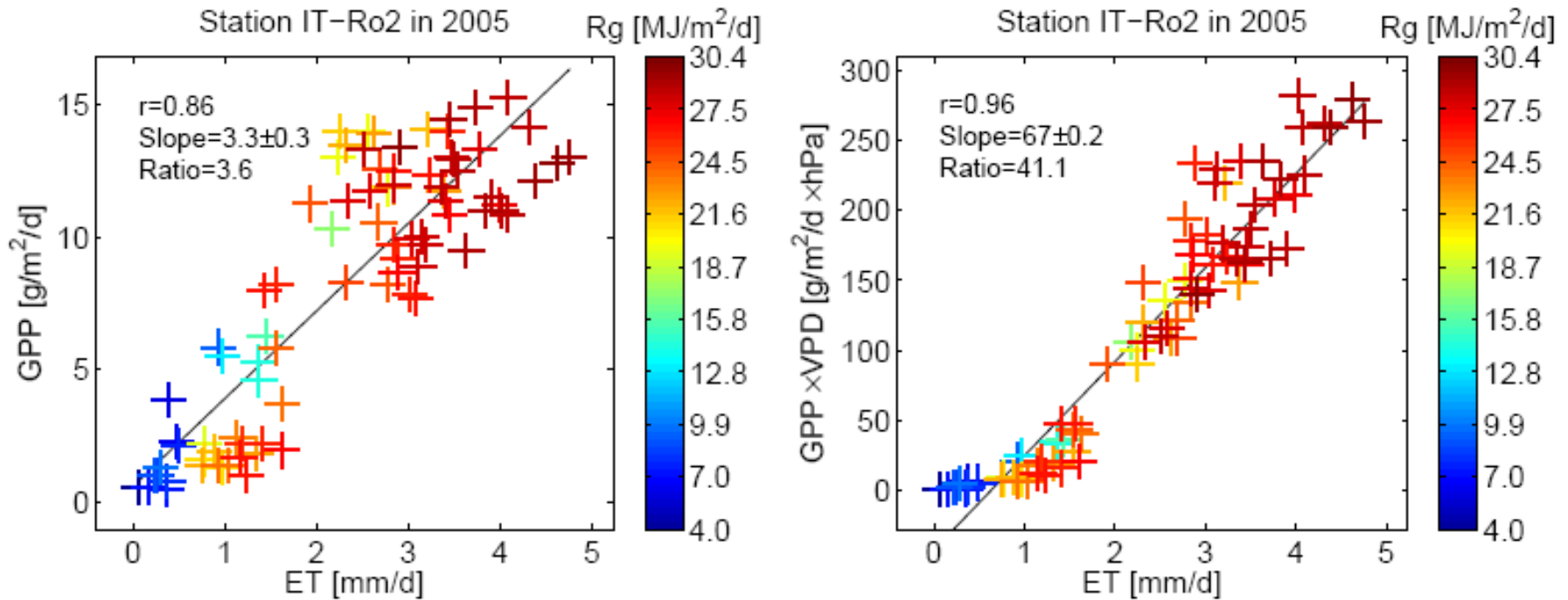
Beech forest in central Italy



Tower

Homogenous forest (or other land cover)

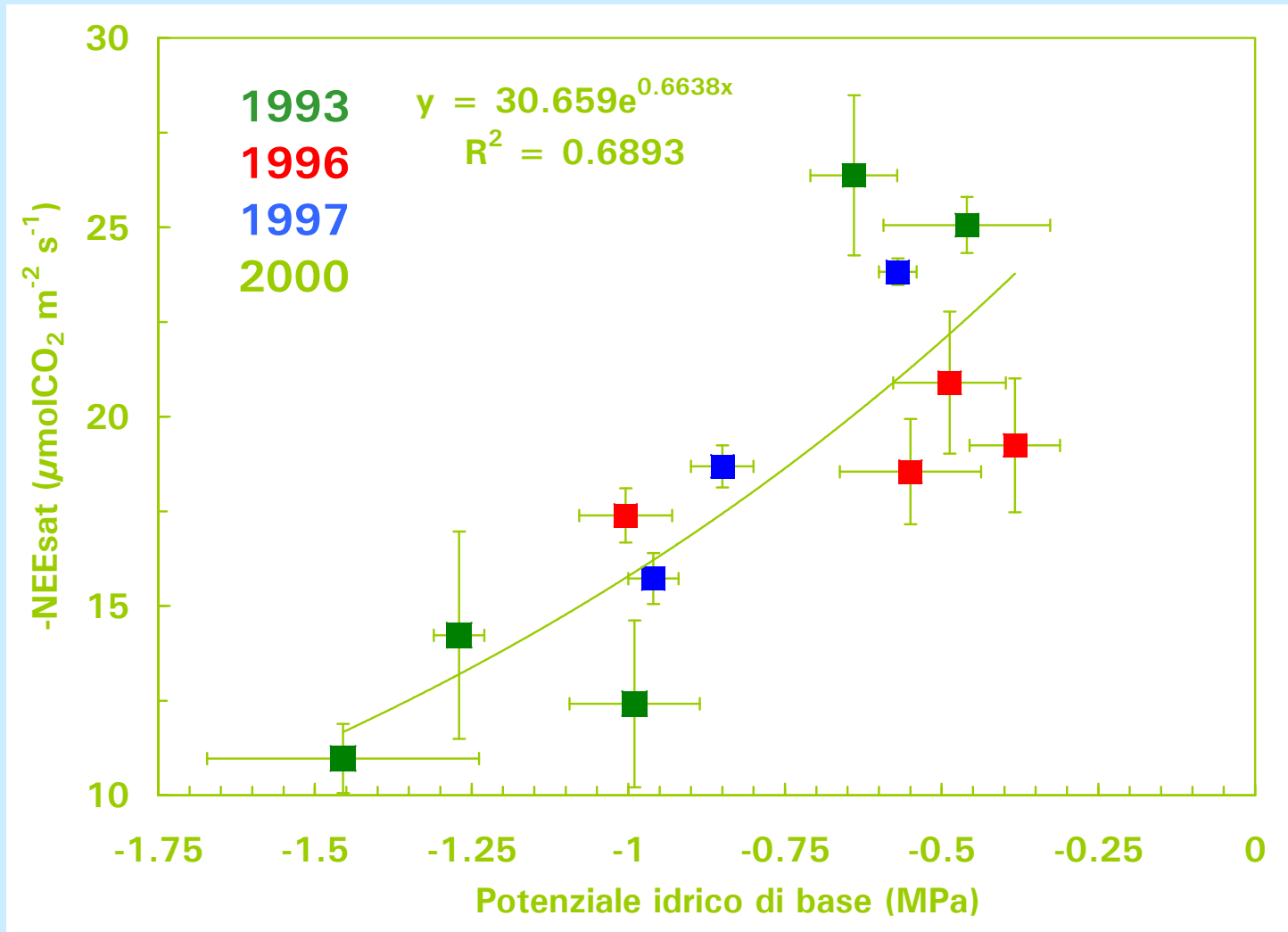
Interconnection of C and H₂O exchange



Quercus cerris stand, central Italy



Soil water status and NEE

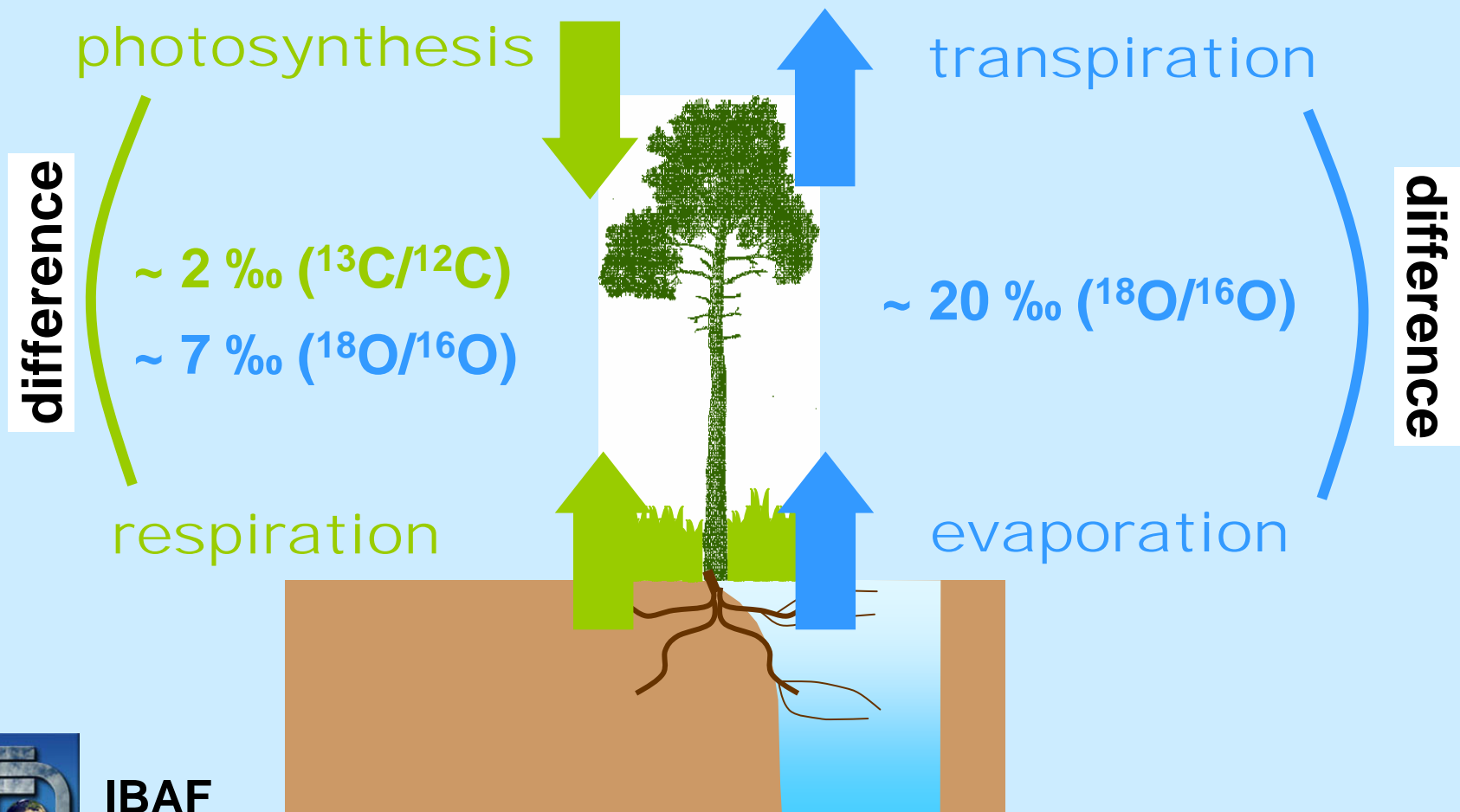


IBAF

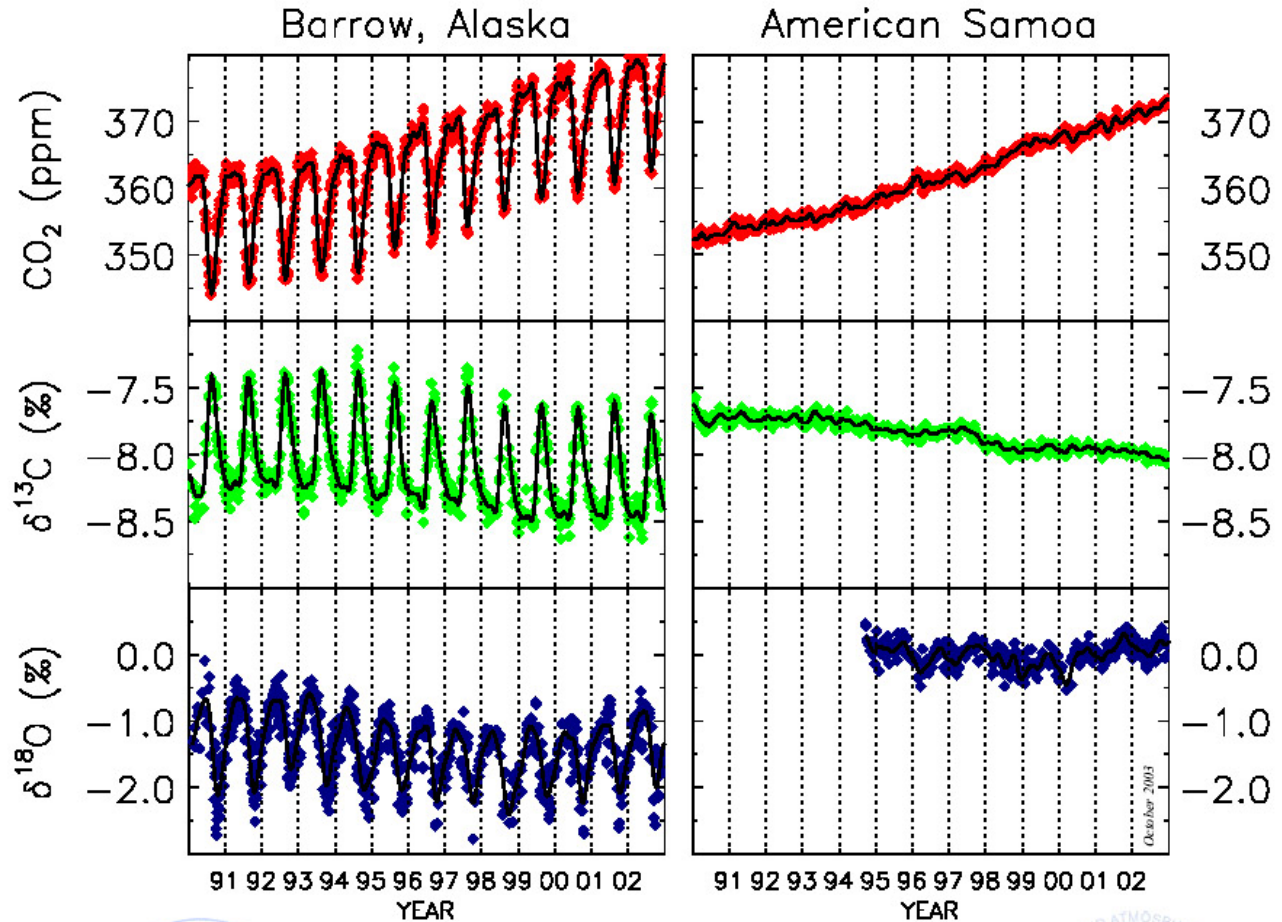
Beech forest, Italy

Using isotopes to separate individual fluxes

- Gross fluxes have **different** isotopic signatures



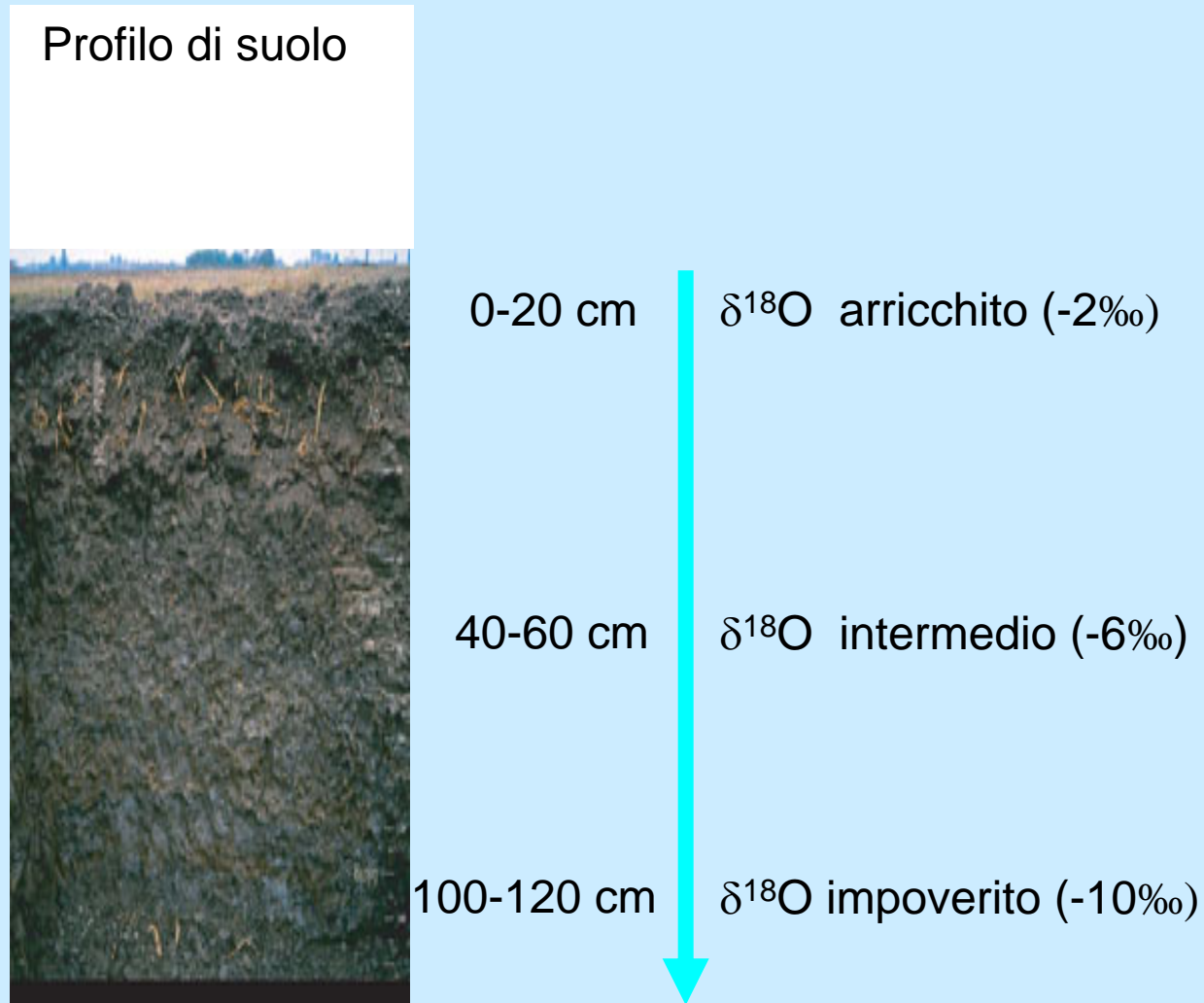
Effetto della vegetazione terrestre



Time series showing the relationships between atmospheric carbon dioxide (upper panel), carbon-13 (middle panel) and oxygen-18 (lower panel) isotopic composition in the marine boundary layer. The measurements were made at NOAA CMDL and the University of Colorado INSTAAR using samples provided by the NOAA CMDL cooperative air sampling network. Data are shown for Barrow and Samoa, revealing the greater seasonal variations at high northern latitudes driven by the terrestrial biosphere. The isotope data are expressed as deviations of the carbon-13/carbon-12 ratio in carbon dioxide from the VPDB-CO₂ standard, in per mil (parts per thousand) Contact: Dr. Jim White, CU INSTAAR, Boulder, Colorado, (303) 492-5494. James.white@colorado.edu.



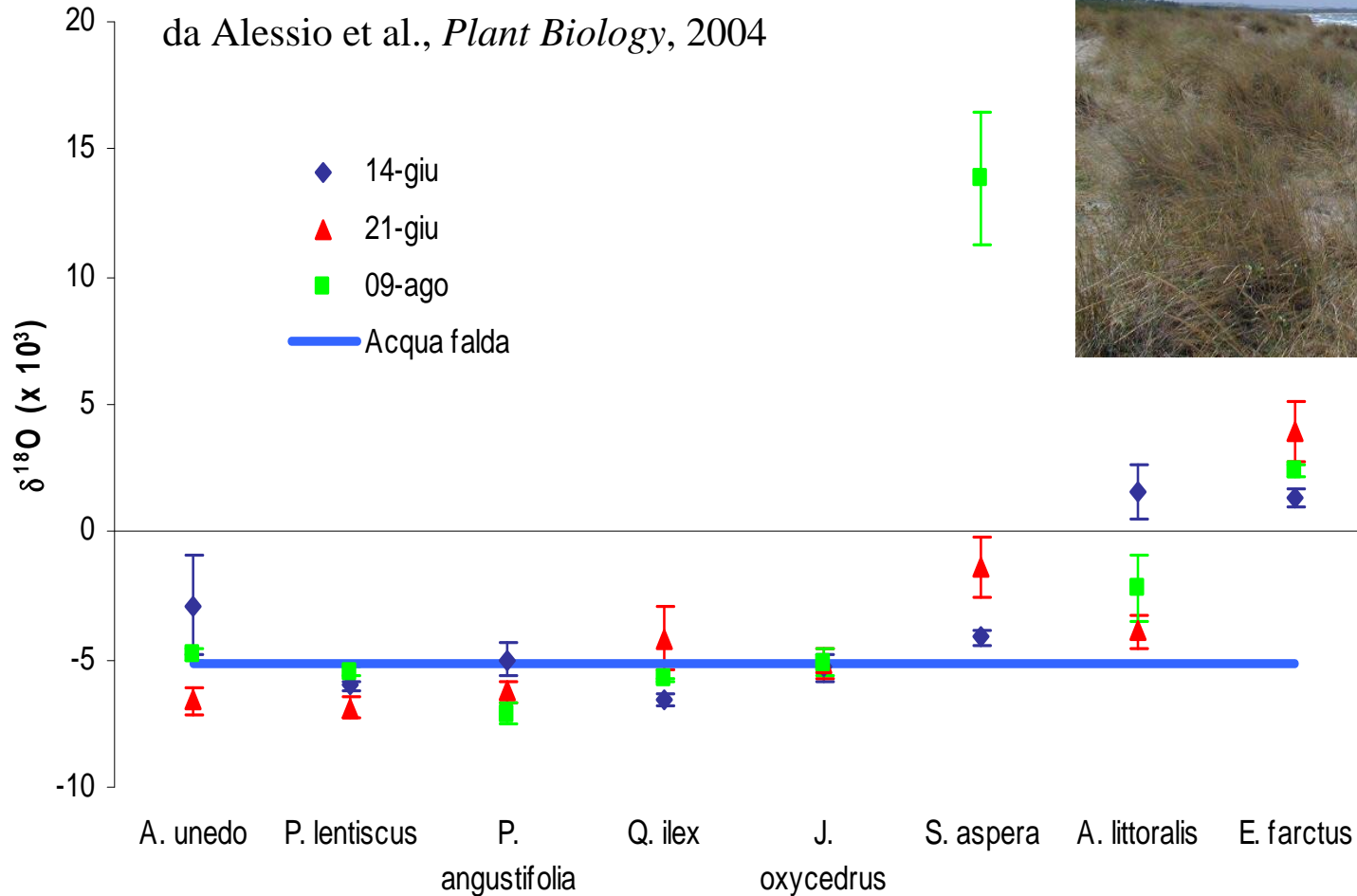
Variazione tipica di $\delta^{18}\text{O}$ dell'acqua del suolo in ambiente mediterraneo



Uso dell'acqua in biocenosi naturali (scala di ecosistema)

$\delta^{18}\text{O}$ acqua xilematica

da Alessio et al., *Plant Biology*, 2004



Isola di Pianosa



ISPRA

20. 3. 2002 18:58

Effetto delle precipitazioni sulla respirazione del suolo

10 I. INGLIMA *et al.*

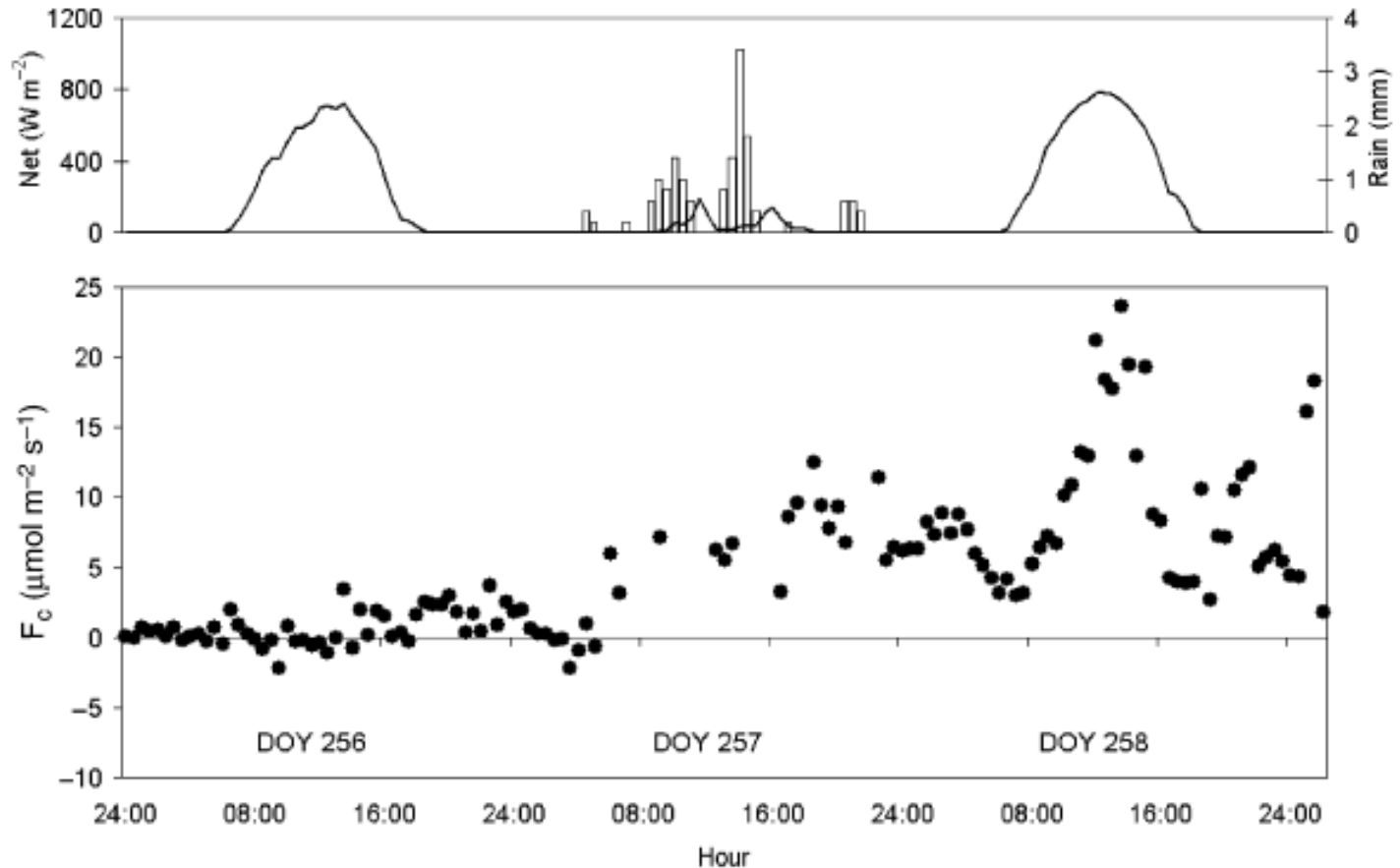
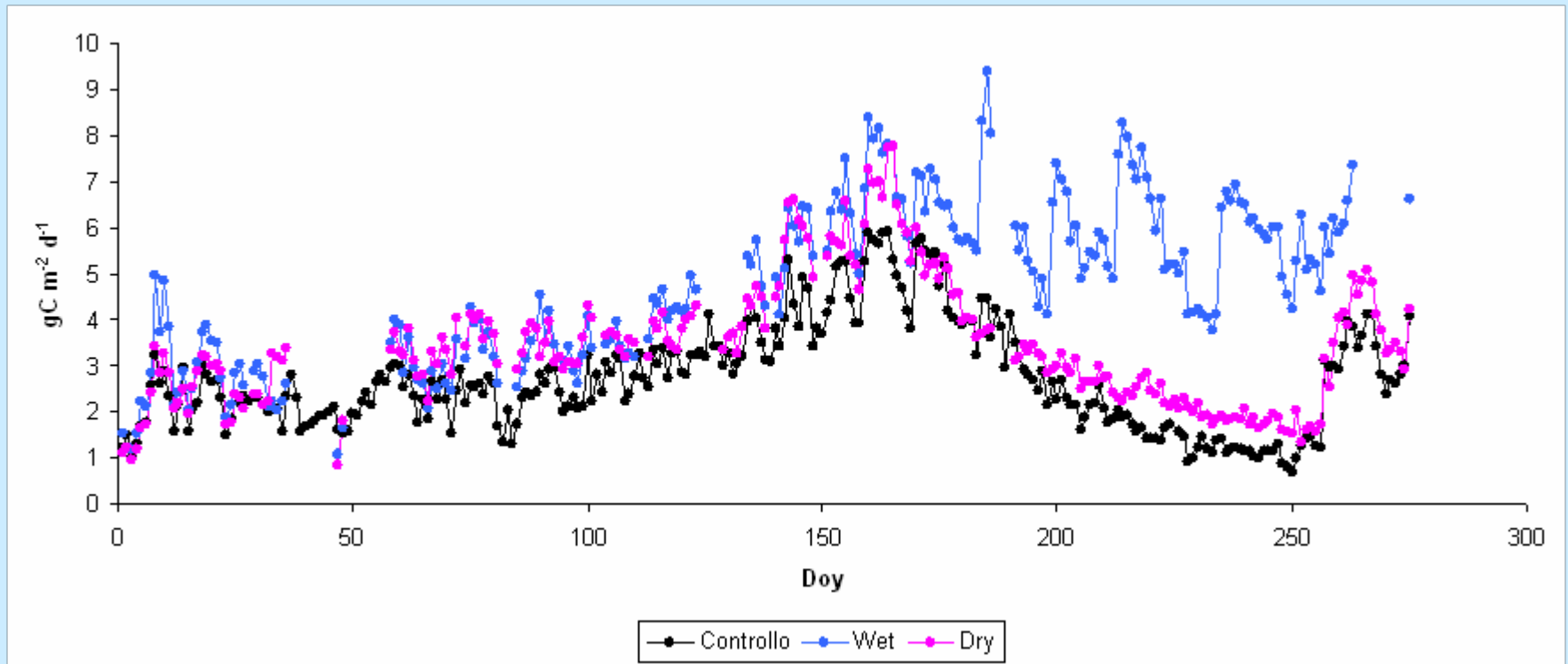


Fig. 7 Half-hourly observed carbon flux, precipitation and net radiation during 3 days across the 2006 rain event, from DOY 256 to 258. Dots represent half-hourly eddy covariance CO₂ fluxes (lower box); continuous lines represent net radiation (left axis, upper box); vertical bars represent precipitation (right axis, upper box).

C-Extreme experiment - Tolfa



Piattaforme aeree



SkyArrow ERA – 650 TCNS (Ibimet, Unitus, TerraSystem)

Monomotore 100HP, 2 posti

Equipaggiamento: *sistemi multispettrali DFR e ASPIS*

n. 2 botole centrali certificate



Piper Seneca II – III (AirSiena, AirCity)

Bimotore 310HP, 6 posti

Equipaggiamento: *sistemi multispettrali e sistema AirFlex*

n. 2 botole laterali certificate



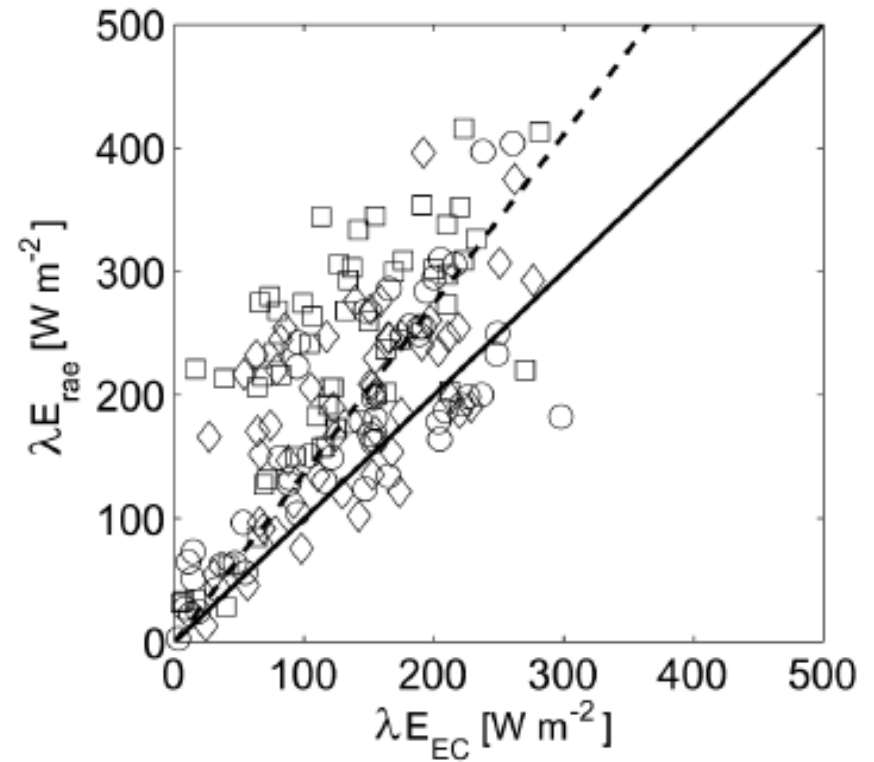
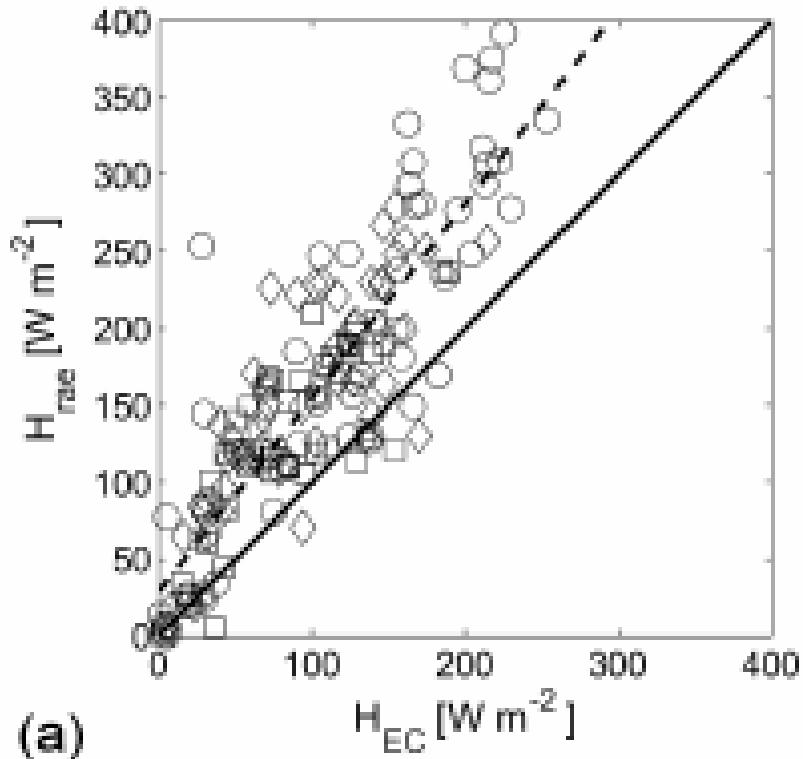
Cessna T206H Turbo Stionair (Unico, Aerotech)

Monomotore 310HP, 6 posti

Equipaggiamento: *sistemi multispettrali e LaserScanner*

botola centrale certificata per fotogrammetria

Stima dell'evapotraspirazione da misure di temperatura superficiale da piattaforma aerea





FITORIMEDIO E DISINQUINAMENTO

- Utilizzazione di specie appropriate di piante per il risanamento di aree inquinate mediante “tecnologie verdi”.
- Alcune specie (es. pioppo, salice) sono resistenti a concentrazioni relativamente elevate di inquinanti e pertanto possono essere utilizzate per l’asportazione di inquinanti e per evitare/ridurre l’inquinamento degli acquiferi.
- Inoltre le piante possono essere utilizzate per rimuovere l’acqua in eccesso e per controllare il bilancio idrologico delle aree contaminate.
- Questo consente di circoscrivere le aree inquinate ed evitare la diffusione di inquinanti.



- I cicli di acqua e carbonio sono intimamente interconnessi a livello della vegetazione terrestre;
- l'acqua è uno dei maggiori fattori limitanti la produttività primaria;
- esistono tuttavia notevoli possibilità di miglioramento dell'efficienza d'uso dell'acqua in agricoltura;
- i cambiamenti climatici, modificando la disponibilità idrica e la domanda evaporativa, potranno determinare forti pressioni sulla vegetazione;
- non solo la vegetazione, ma anche la microflora del suolo è fortemente influenzata dalla disponibilità idrica e dai cambiamenti climatici e questo può modificare il bilancio ecosistemico del C;
- la vegetazione terrestre, a sua volta, influenza fortemente il clima mediante l'evapotraspirazione;
- è necessaria la gestione agricola e forestale sostenibile per garantire adattamento, resistenza e resilienza;
- le piante possono svolgere un ruolo importante nel recupero e disinquinamento;
- c'è necessità di studi di lungo termine sulla ripartizione dei flussi di fotosintesi, respirazione, evaporazione e traspirazione, a diversi livelli di complessità, dalla pianta singola all'ecosistema, fino alla scala regionale e globale.



IBAF

Ringraziamenti

- Angelo Massacci
- Giorgio Matteucci
- Francesco Loreto
- Mauro Centritto
- Marco Lauteri
- Lucia Pitrosanti



IBAF

Grazie per l'attenzione