

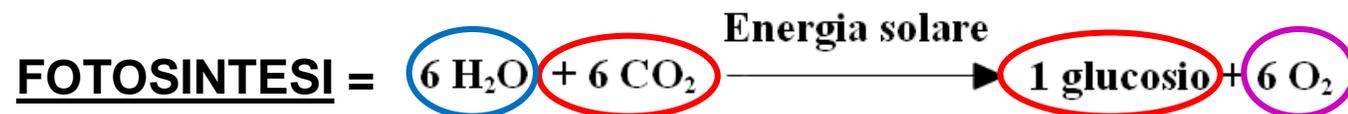
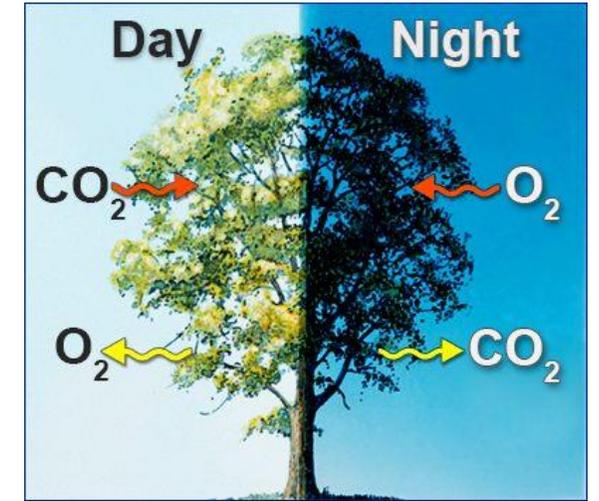
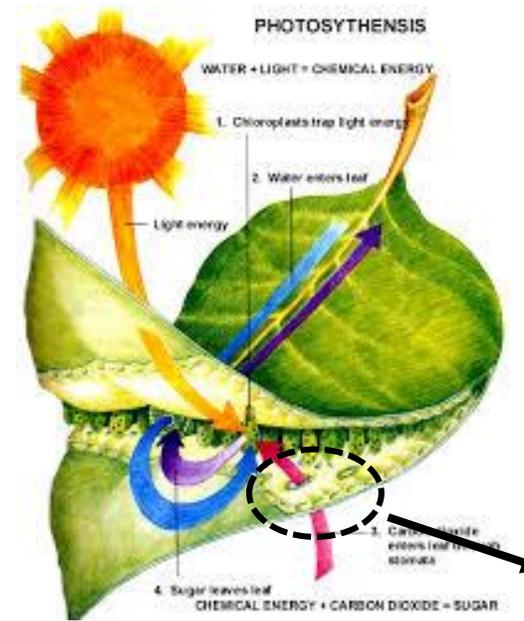
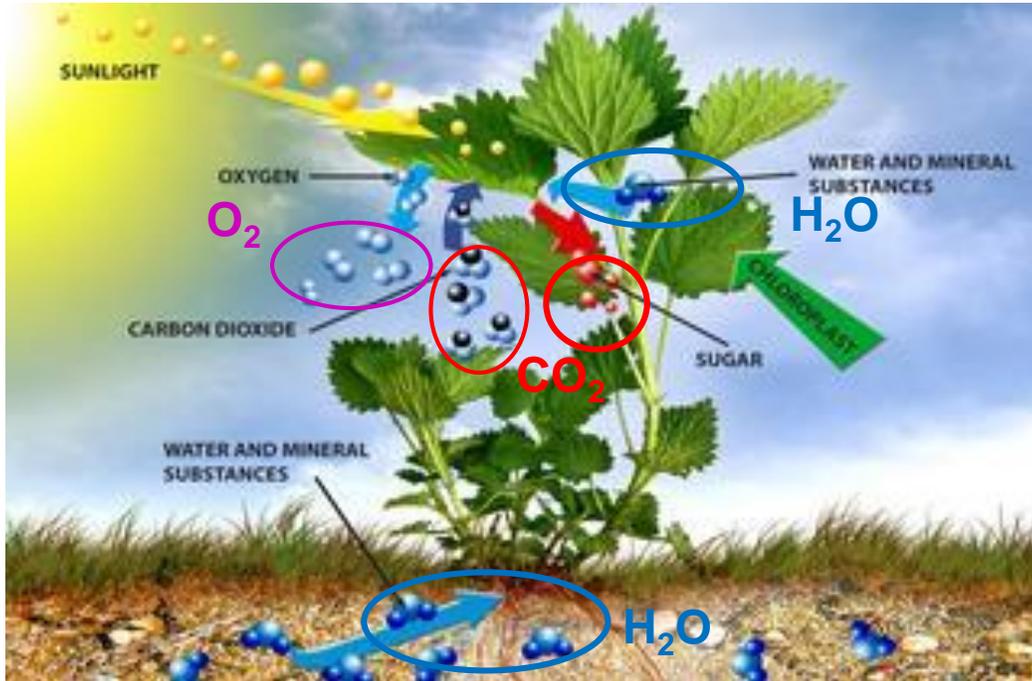
**Studio dell' interazione tra le  
piante e l' atmosfera:  
misurazione di flussi di gas serra  
e composti organici volatili  
(VOC)**

**Dr. Federico Brilli**

**Istituto di Protezione Sostenibile delle Piante (IPSP-CNR)**

# Le PIANTE & l'ambiente

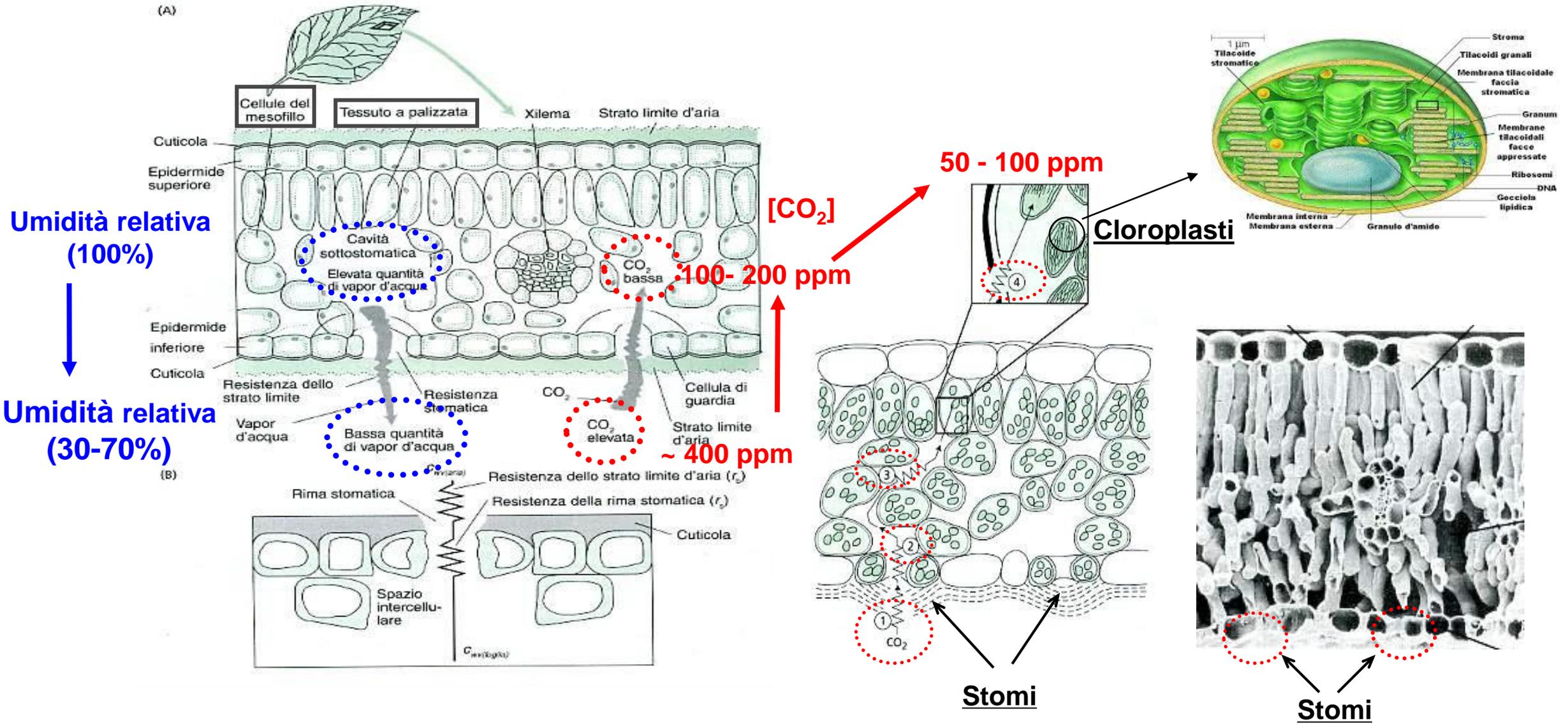
Le piante generano FLUSSI di  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  (fotosintesi e respirazione)  
e vapore acqueo (traspirazione)



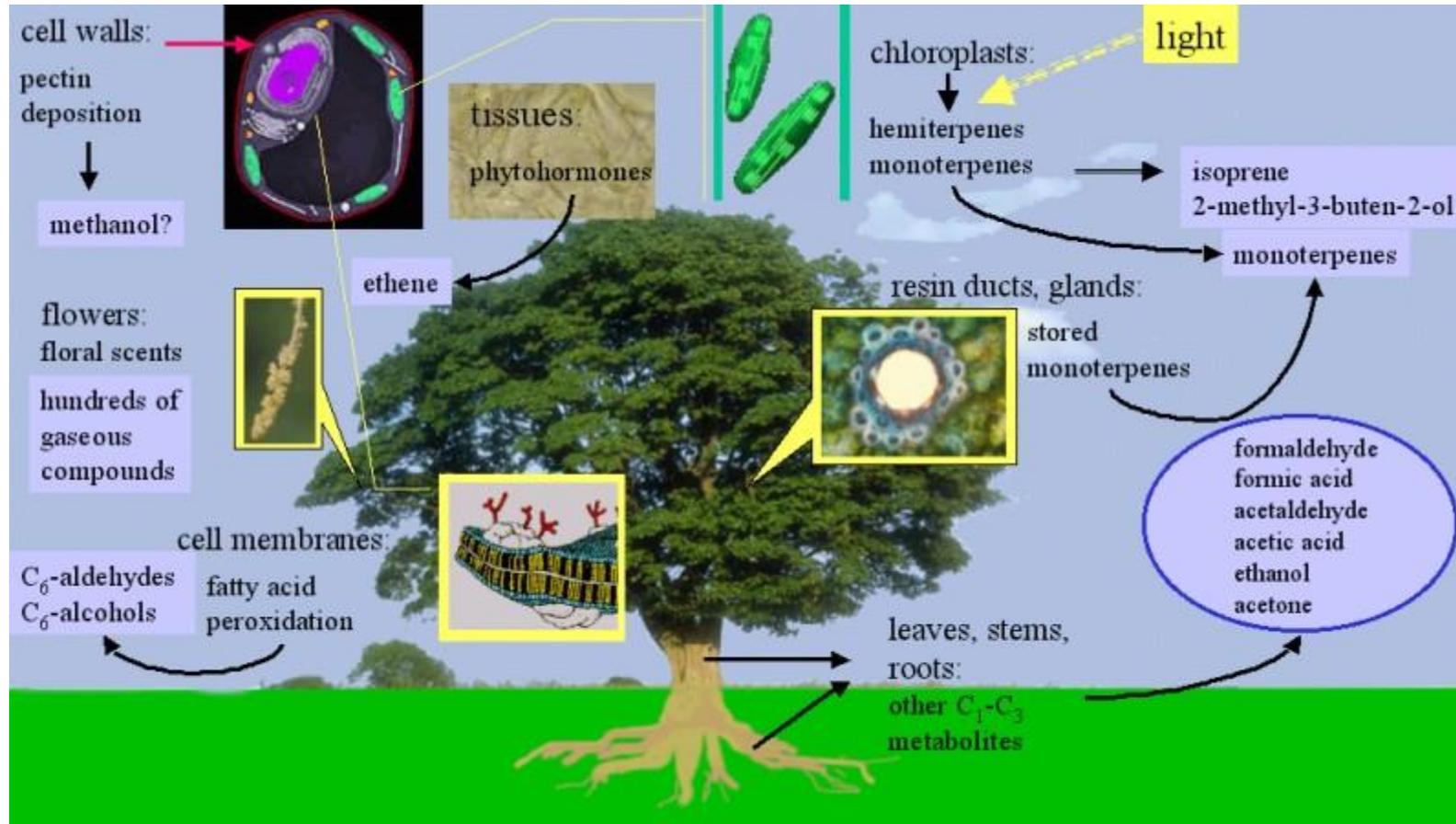
STOMI

10 μm

# COME le piante generano FLUSSI di $\text{CO}_2$ e $\text{H}_2\text{O}$ (Dilemma: **FOTOSINTESI** vs **TRASPIRAZIONE**)



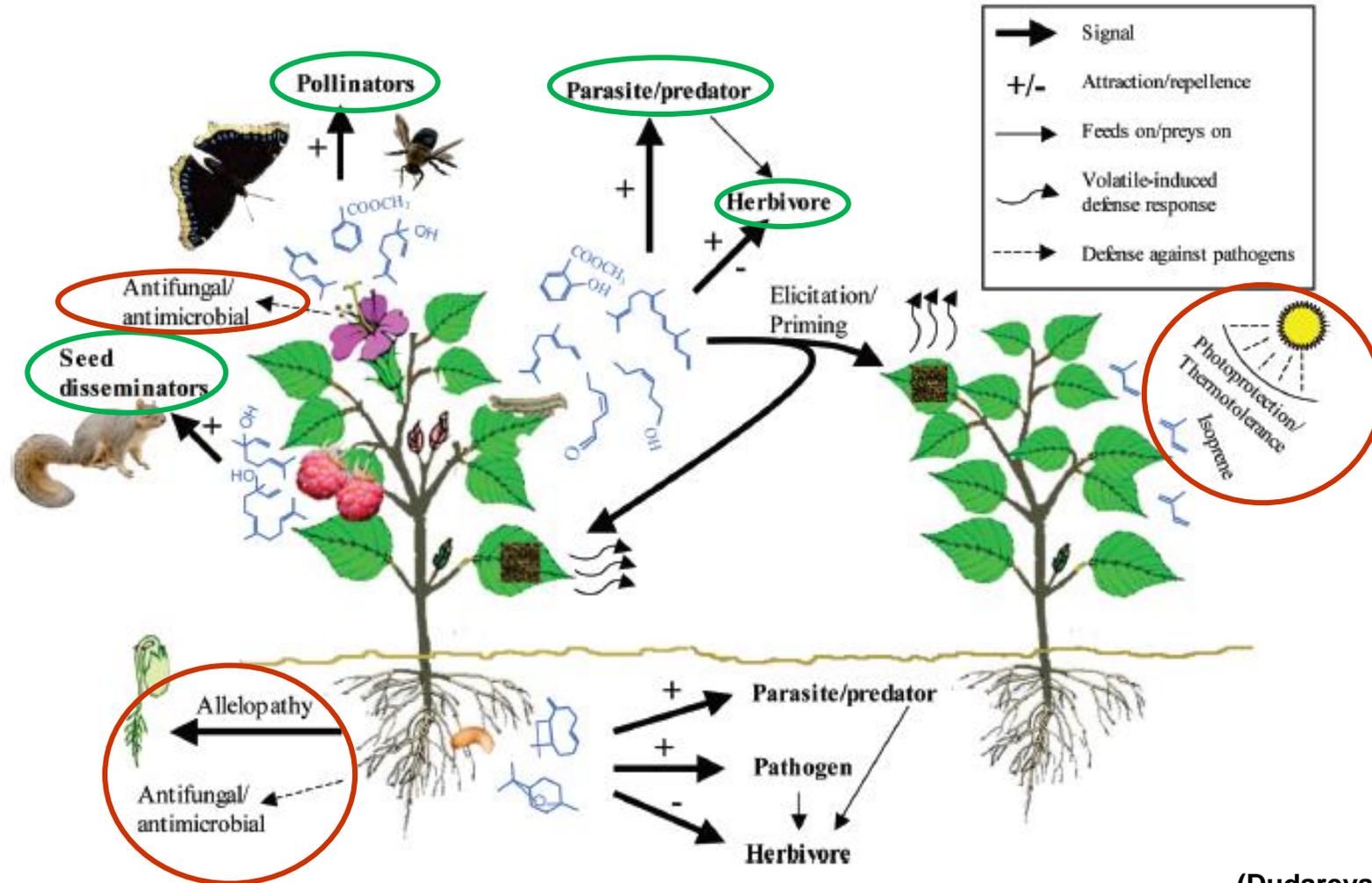
# Le PIANTE & l'ambiente: emissioni BIOGENICHE di Composti Organici Volatili (VOC)



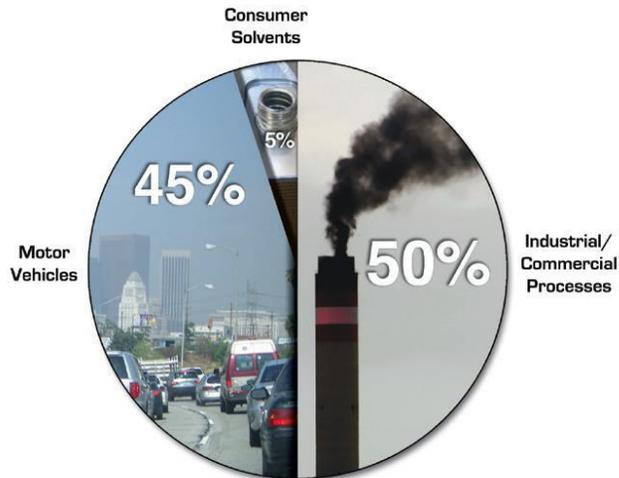
- VOC includono vari gruppi di sostanze chimiche a base di carbonio che evaporano con facilità a temperatura ambiente (~ 25°C)
- La quantità di VOC biogenici emessi a livello globale > 1000 Tg C y<sup>-1</sup> (Gunther *et al.* 1995)

# Le PIANTE & l'ambiente

## emissioni BIOGENICHE di Composti Organici Volatili (VOC): importanza **ecologica** e **fisiologica** per le piante

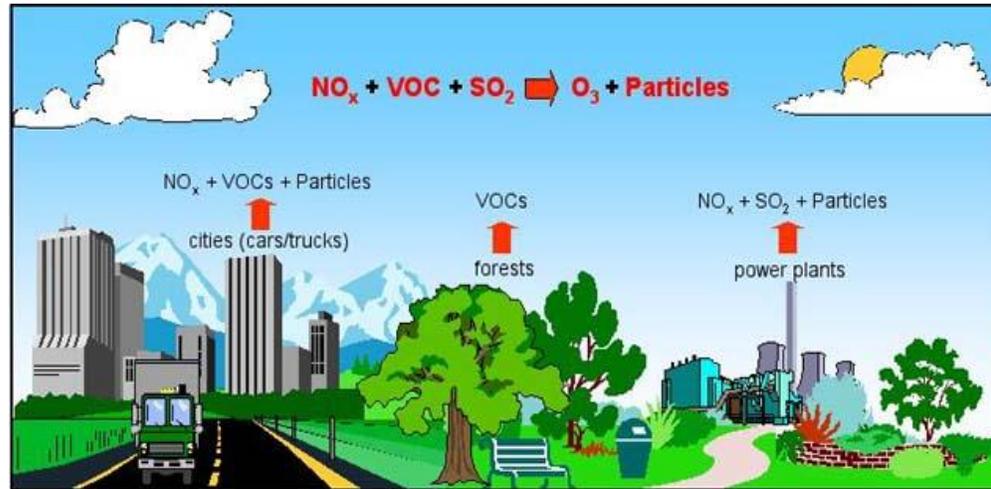


# Le PIANTE & l' ambiente: interazione con emissioni ANTROPOGENICHE di VOC



Sources of Anthropogenic VOC

EPA, 2011



Chameides *et al.* 1988  
Clayes *et al.* 2004

ECOLOGY LETTERS

*Ecology Letters*, (2010) 13: 1172–1181

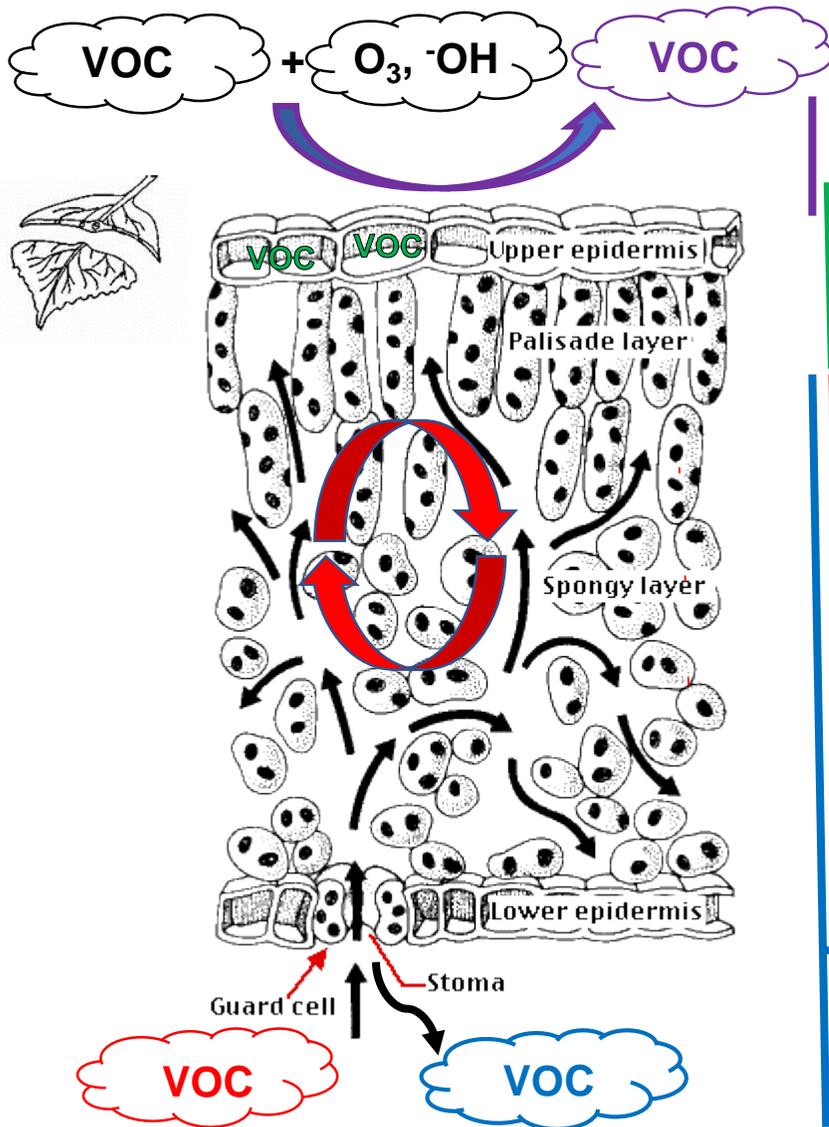
doi: 10.1111/j.1461-0248.2010.01510.x

LETTER

Air pollution impedes plant-to-plant communication  
by volatiles

# INTERAZIONE tra Piante & Ambiente: Foglie 'Sources & Sinks' di VOC

## TRASFORMAZIONE, ADSORBIMENTO, ASSORBIMENTO, EMISSIONE



Reazioni chimiche secondarie sulle superfici fogliari  
(= 'sink & source')

### Adsorbimento:

- sulle epidermidi fogliari e cere cuticolari (PASSIVO = 'sink, storage')
- presenza di microrganismi (ATTIVO = 'sink')

### Assorbimento (ATTIVO = 'sink')

Catalitico

#### Enzimatico

- \* trascrizione DNA in RNA
- \* traduzione RNA in Enzima
- \* post-traduzione RNA
  - attività enzimatica
  - disponibilità substrato

Assorbimento ~  
30-100 volte >  
Adsorbimento

(Tani et al. 2009)

### Emissione (COSTITUTIVA o INDOTTA = 'source')

#### Enzimatica

#### Resistenze:

- aerodinamiche & Legge di Henry (solubilità)
- stomatiche
- del mesofillo

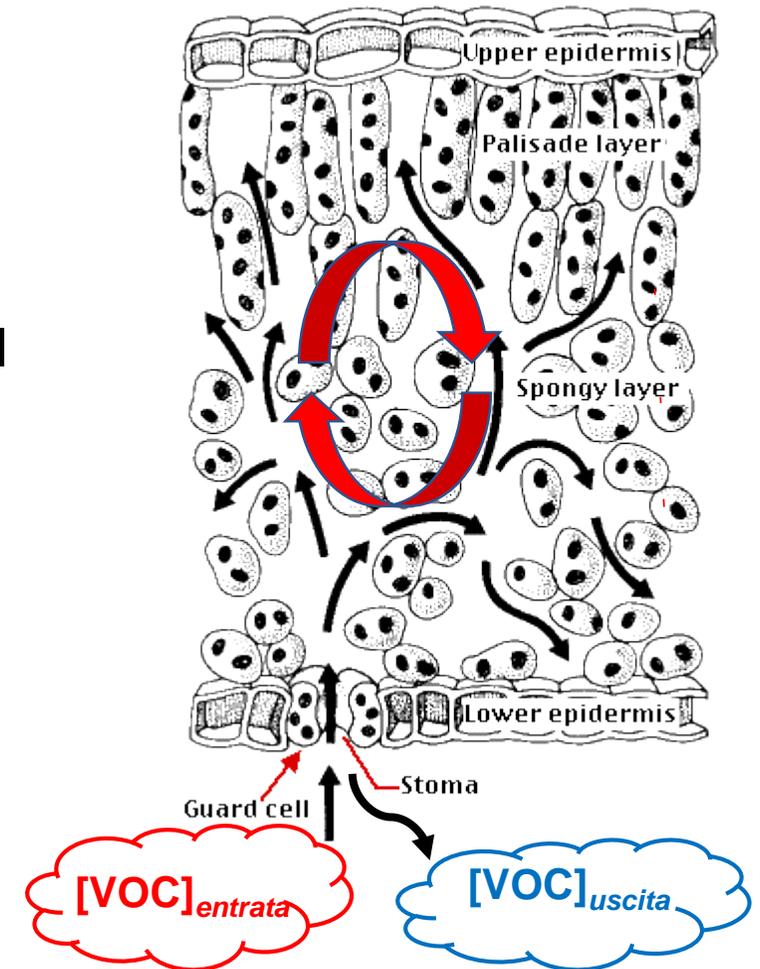
**Interazione FOGLIE & VOC:**  
**ASSORBIMENTO** ('sink') vs **EMISSIONE** ('source')  
(**punto di compensazione**)



$$\Phi_{VOC} = F \cdot \frac{[VOC]_{entrata} - [VOC]_{uscita}}{Area^L}$$

Se  $F$  e  $Area^L$  = **COSTANTI**, la **direzione del flusso** è regolata dal **'punto di compensazione'** che **dipende** da variabili:

- **Ambientali**  
(temperatura, intensità/qualità della luce, UR%, concentrazione ambientale di CO<sub>2</sub> ed altri gas)
- **Fisiologiche delle piante**  
(composizione chimica delle superfici fogliari, efficienza di rimozione enzimatica, grado di apertura/numero degli stomi, resistenza del mesofillo)



# Catabolism of volatile organic compounds influences plant survival

Patricia Y. Oikawa<sup>1</sup> and Manuel T. Lerdau<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Botany and Plant Sciences, University of California, Riverside, CA 92521, USA

<sup>2</sup>Department of Biology, University of Virginia, Charlottesville, VA 22904, USA

<sup>3</sup>Department of Environmental Sciences, University of Virginia, Charlottesville, VA 22904, USA

ECOTOXICOLOGY AND ENVIRONMENTAL SAFETY 37, 24–29 (1997)  
ARTICLE NO. ES961512

## Uptake and Transformation of Benzene and Toluene by Plant Leaves

Devi Ugrekhelidze, Friedhelm Korte,\* and George Kvesitadze

*Durmishidze Institute of Plant Biochemistry, Academy of Sciences of Georgia, Digomi, Tbilisi 380059, Georgia; and \*Institute of Chemistry Weihenstephan, TU Munich, Schulstrasse 10, D-85356 Freising, Germany*

Journal of Hazardous Materials 192 (2011) 314–318

## Formaldehyde removal by potted plant–soil systems

Zhongjun Xu\*, Li Wang, Haiping Hou

*Department of Environmental Science and Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China*

**Interazione FOGLIE & CO<sub>2</sub> & H<sub>2</sub>O**  
**ASSORBIMENTO ('sink') vs EMISSIONE ('source')**  
**(punto di compensazione)**

$$\Phi_{CO_2/H_2O} = F \cdot \frac{[CO_2/H_2O]_{entrata} - [CO_2/H_2O]_{uscita}}{Area^L}$$

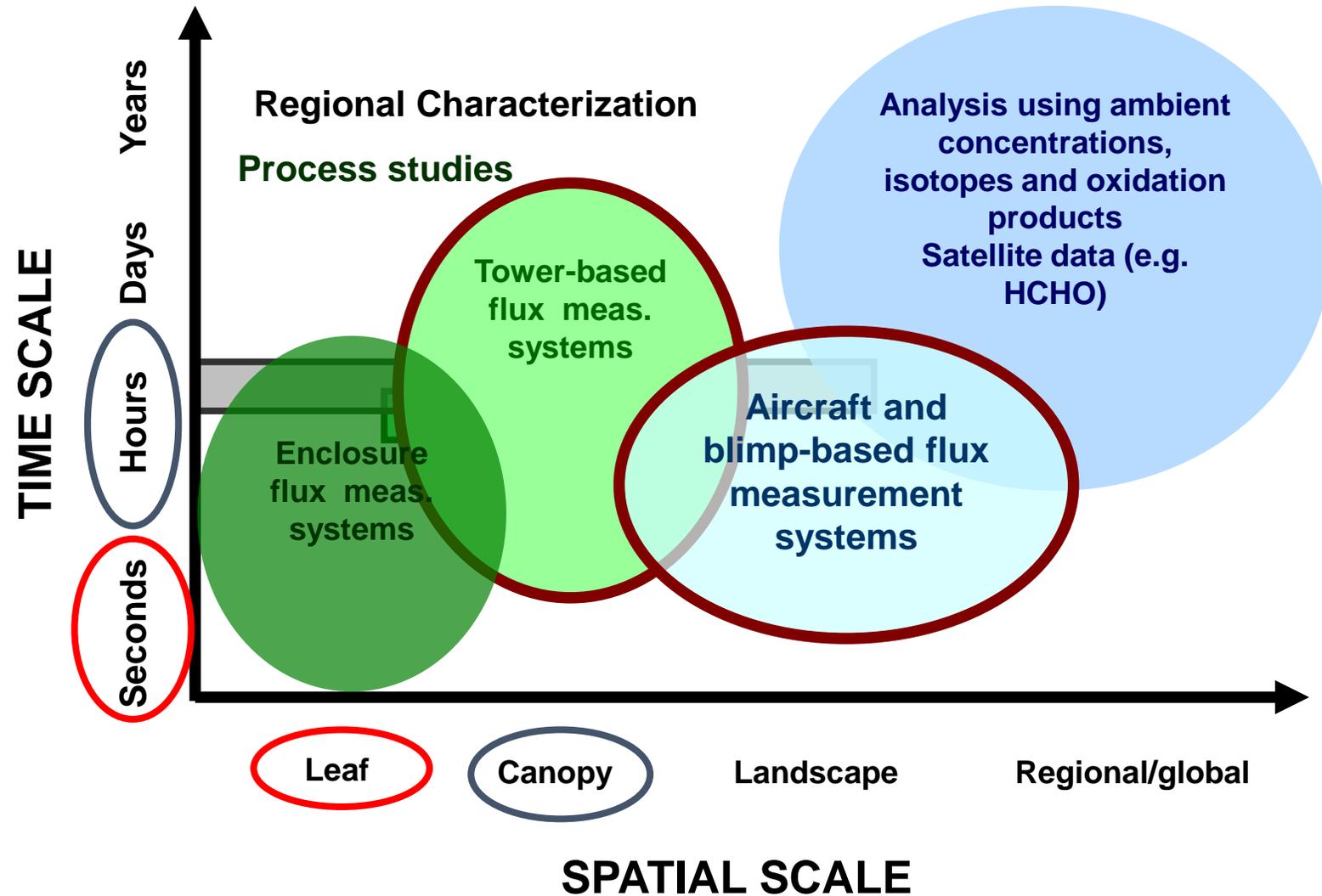
Dove:  $F$  (velocità dell'aria) e  $Area^L$  = area (fogliare)

Se  $F$  ed  $Area^L$  = COSTANTI, la direzione del flusso è regolata dal 'punto di compensazione'

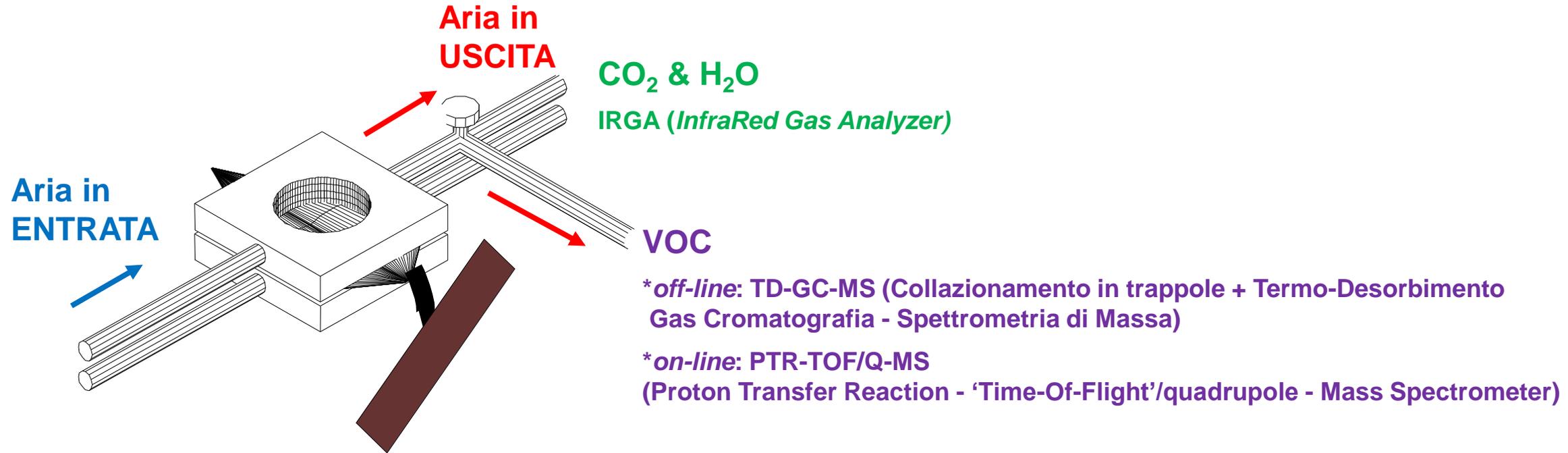
- $CO_{2(entrata)} > CO_{2(uscita)}$  = **Fotosintesi** (alla luce)
- $CO_{2(uscita)} > CO_{2(entrata)}$  = **Respirazione** (al buio)

- $H_2O_{(entrata)} > H_2O_{(uscita)}$  = **Traspirazione**
  - $H_2O_{(uscita)} > H_2O_{(entrata)}$  = **Disidratazione**
- } Dipende dalla disponibilità di H<sub>2</sub>O nel suolo

# MISURA dell'interazione tra le PIANTE & l' ambiente: FLUSSI di gas (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, VOC)



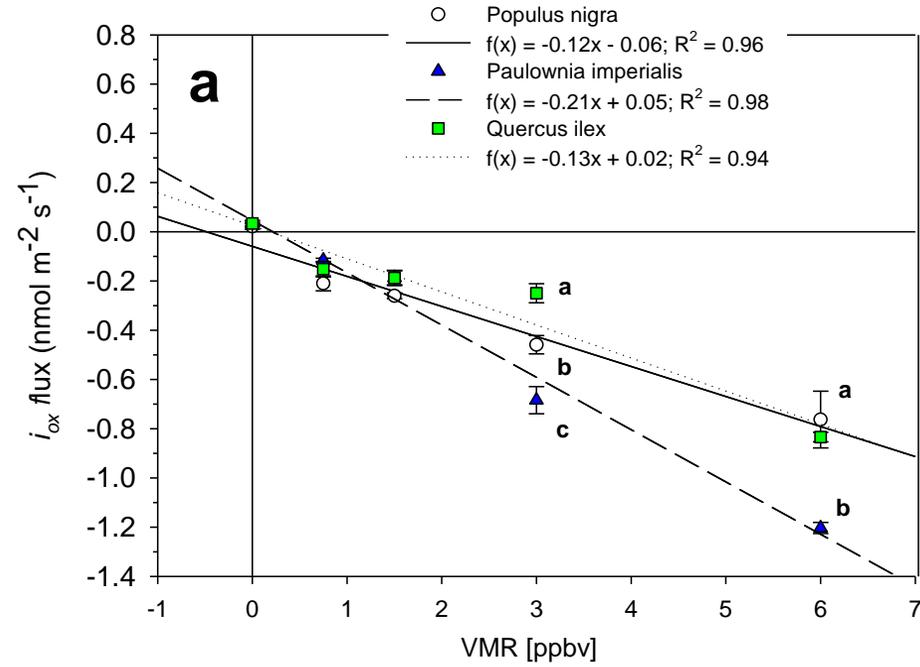
# Tecniche di MISURA dei FLUSSI di gas (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, VOC) a livello FOGLIARE: utilizzo di 'cuvette' e sistemi di 'scambi gassosi'



- Possibilità di monitorare e controllare 'in vivo' and 'in real-time' tutti i parametri ambientali (temperatura, intensità luminosa, UR%, concentrazione di CO<sub>2</sub>, flusso d'aria)
- Possibilità di misurare parametri fisiologici (fotosintesi, respirazione, traspirazione)
- Possibilità di modellare in maniera accurata i flussi di EMISSIONE / DEPOSIZIONE di VOC

# Risultati sperimentali a livello FOGLIARE:

Flusso di assorbimento ( $\text{nmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )



*Populus nigra*

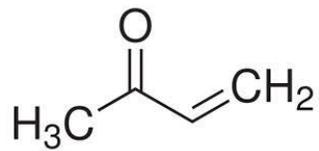


*Quercus ilex*



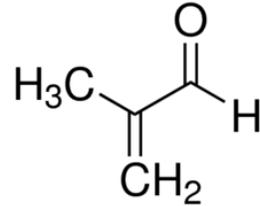
*Paulownia imperialis*

Concentrazione inquinanti (ppb)



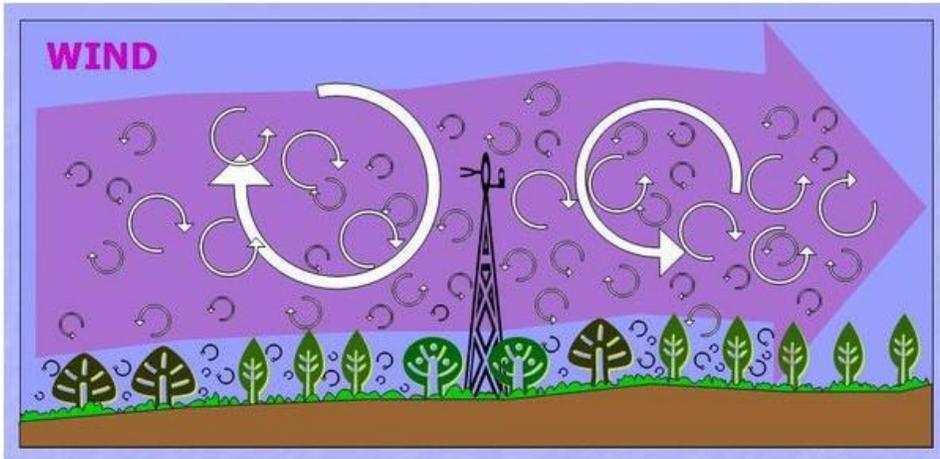
Metil Vinil Chetone

+



Metacroleina

# Tecniche di MISURA dei flussi di gas (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, VOC) a livello di ECOSISTEMA: metodologia 'eddy covariance'



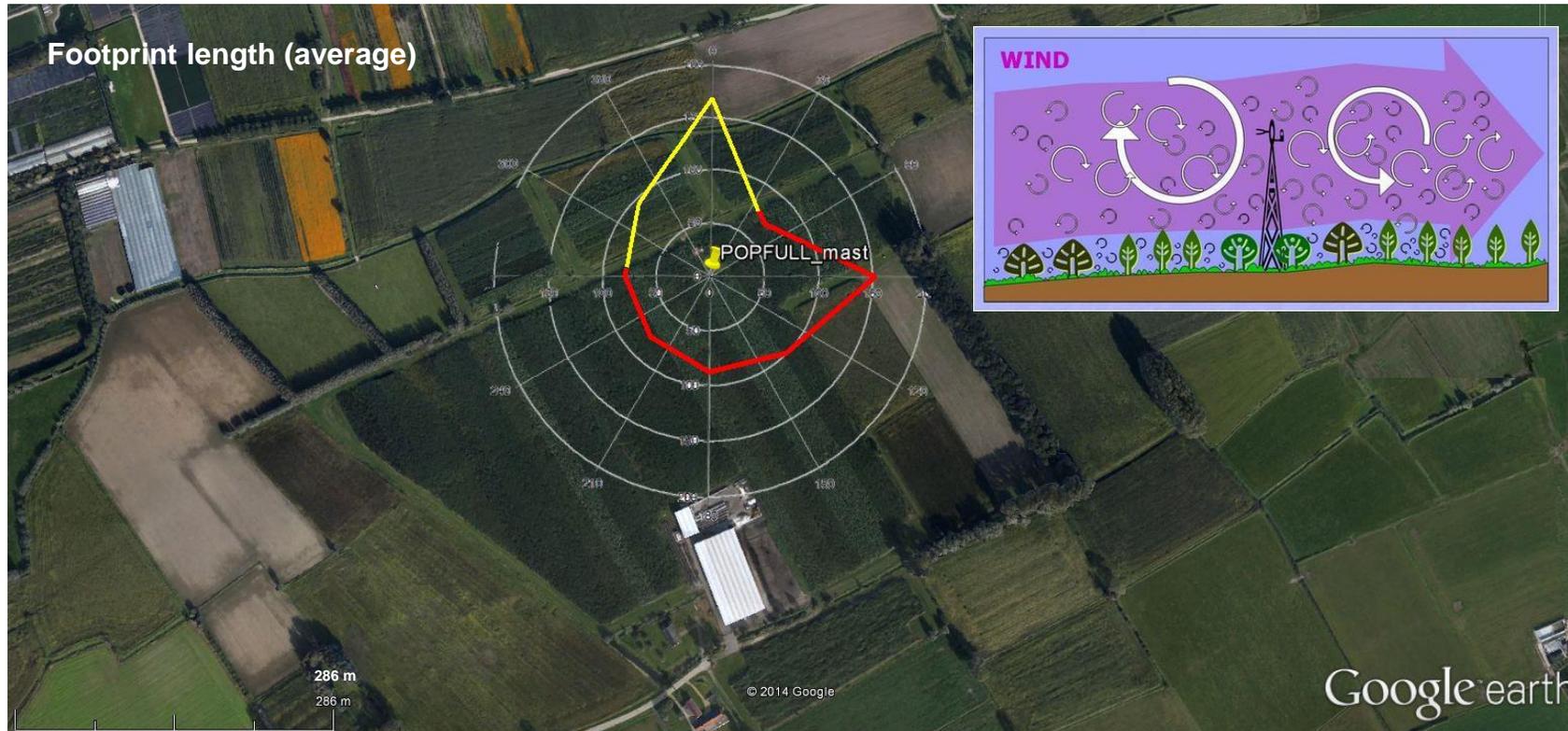
$$F = \overline{w' \cdot c'} = r_{cw} \cdot \sigma_w \cdot \sigma_c$$

Coefficiente di  
correlazione

Deviazione  
standard  
della  
direzione  
vertical del  
vento

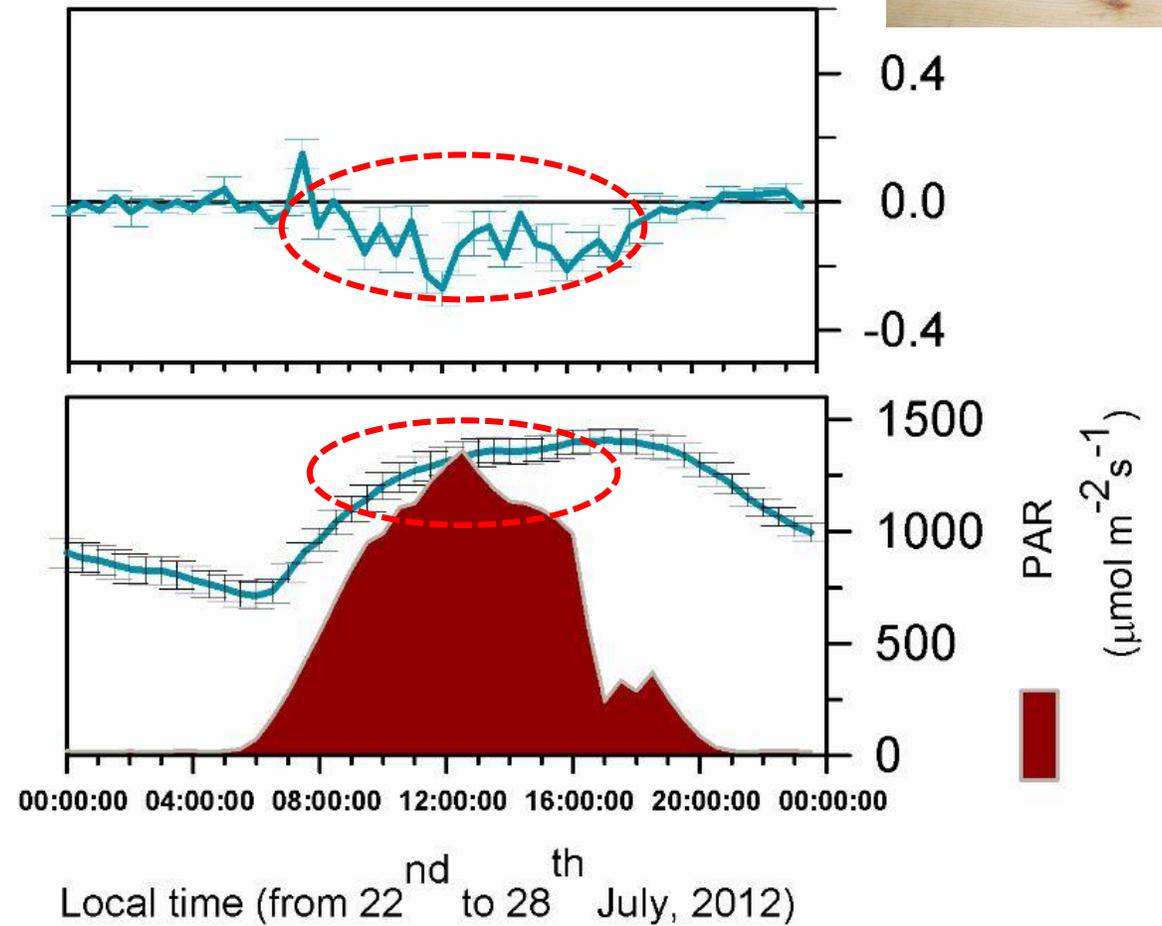
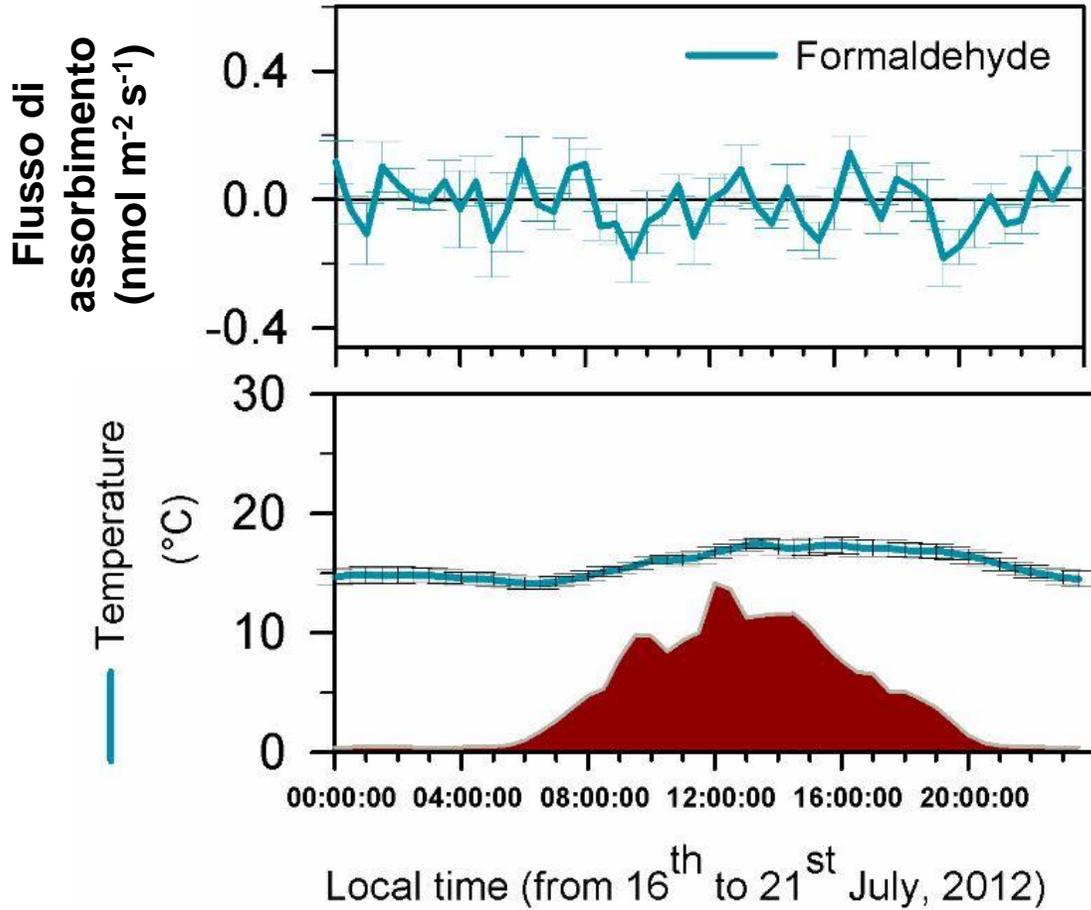
Deviazione standard  
della  
concentrazione di  
CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, VOC

**Campo sperimentale: Location: Lochristi, East Flanders (Belgium)  
51° 0'44" N, 3°51'02" E; 6 meters a.s.l.**



- \* **Planted area = 14.5 ha**
- \* **Plant material = 12 *Populus* spp. clones**
- \* **SRC-culture 2+2 years**
- \* **Planting density: 8000 plants ha<sup>-1</sup> (double-row)**
- \* **Sandy soil texture with a clay enriched deeper soil layer**
- \* **No irrigation, no fertilization**

# Risultati sperimentali a livello di ECOSISTEMA:



# Risultati sperimentali a livello di ECOSISTEMA:

**Table 3.** Cumulative sum of the carbon emitted, deposited and balanced (= emitted-deposited) in the form of the most abundant VOC, total NEE of CO<sub>2</sub>, GPP and respiration (RECO) of the poplar plantation during the growth period (4 June to 31 October 2012)

Cumulative fluxes	Emission (g C m <sup>-2</sup> )	Deposition (g C m <sup>-2</sup> )	Balance (g C m <sup>-2</sup> )
Formaldehyde ( <i>m/z</i> 31.018)	0.001	-0.010	-0.099
Methanol ( <i>m/z</i> 33.033)	0.160	-0.016	0.144
Acetaldehyde ( <i>m/z</i> 45.033)	0.027	-0.022	0.005
Formic acid ( <i>m/z</i> 47.012)	0.012	-0.007	0.005
Ethanol ( <i>m/z</i> 47.050)	0.012	-0.011	0.001
Acetone ( <i>m/z</i> 59.049)	0.041	-0.024	0.017
Isoprene ( <i>m/z</i> 69.070)	0.815	-0.024	0.791
<i>i</i> <sub>ox</sub> ( <i>m/z</i> 71.049)	0.011	-0.009	0.002
MEK ( <i>m/z</i> 73.068)	0.018	-0.015	0.003
GLV and Monoterpenes fragment ( <i>m/z</i> 81.070)	0.021	-0.013	0.007
GLV fragment ( <i>m/z</i> 83.085)	0.034	-0.021	0.013
Σ Monoterpenes ( <i>m/z</i> 137.133)	0.020	-0.014	0.005
NEE	—	-115.124	—
RECO	1278.254	—	—
GPP	—	—	1393.277

VOC, volatile organic compounds; NEE, net ecosystem exchange; RECO, ecosystem respiration; GPP, gross primary production; GLV, Green Leaves Volatiles.

(Brilli *et al.* 2016)

## Efficient Atmospheric Cleansing of Oxidized Organic Trace Gases by Vegetation

T. Karl *et al.*

*Science* **330**, 816 (2010);

DOI: 10.1126/science.1192534

## Active Atmosphere-Ecosystem Exchange of the Vast Majority of Detected Volatile Organic Compounds

J.-H. Park *et al.*

*Science* **341**, 643 (2013);

DOI: 10.1126/science.1235053

***Grazie per la vostra attenzione  
e  
arrivederci !!!***

