



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Quindici anni di ricerche su ozono e vegetazione a Brescia: cosa abbiamo imparato

Giacomo Gerosa¹, Riccardo Marzuoli¹, Angelo Finco¹, Maria Chiesa¹
+ molti colleghi di altre Università o Enti di Ricerca !!!

¹ *Università Cattolica del Sacro Cuore di Brescia – Dipartimento Matematica e Fisica*



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Esperimenti in open-top chambers

Misure a livello fogliare e di singola pianta



ERSAF
Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste



Regione Lombardia



Fondazione
Lombardia
per l'Ambiente

CRINES facility – Realizzata nel 2003, rinnovata nel 2007.

- 16 Open-Top Chambers (OTC) che operano per filtrazione e/o addizione di ozono
- Sistema automatico di irrigazione per esperimenti sullo stress idrico.
- Torre meteorologica, sensori agrometeorologici, lisimetri, dendrometri
- Software per controllo e acquisizione dati in tempo reale
- Laboratorio per la conservazione e l'analisi di campioni fogliari
- Strumenti per la misura di scambi gassosi a livello fogliare, porometri, fluorimetri.



Cosa abbiamo imparato

Il primo determinante della risposta è la genetica

C'è variabilità nelle risposte della vegetazione all'ozono fra le diverse specie...

Specie sensibili

Fagiolo

Soia

Erba medica

Pomodoro

Lattuga

Frumento tenero

Pioppo

Frassino

Specie intermedie

Frumento duro

Pino silvestre

Faggio

Quercia (Farnia)

Specie tolleranti

Leccio

Corbezzolo

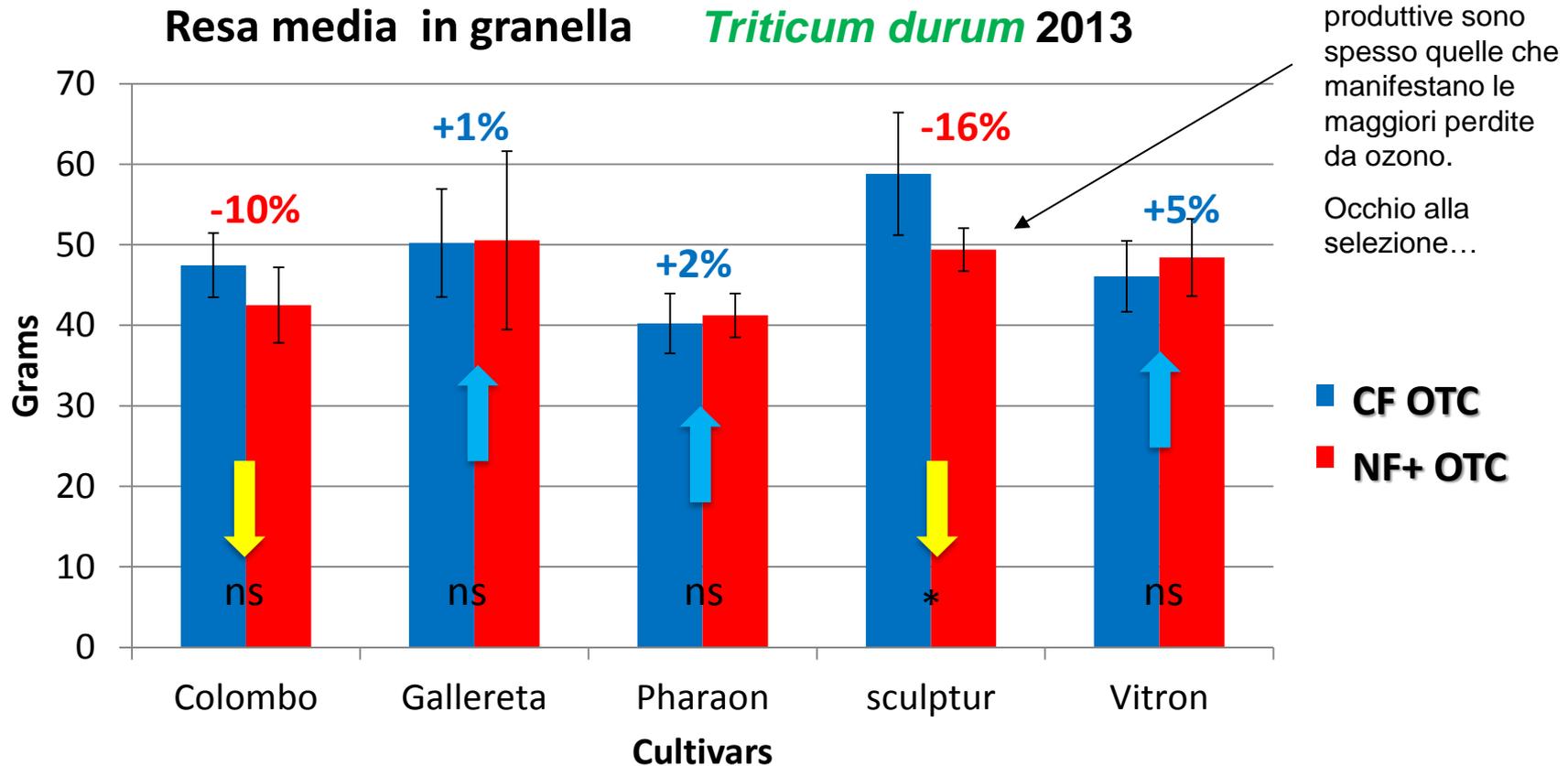
Carpino bianco



Cosa abbiamo imparato

Il primo determinante della risposta è la genetica

... ma anche a livello intraspecifico

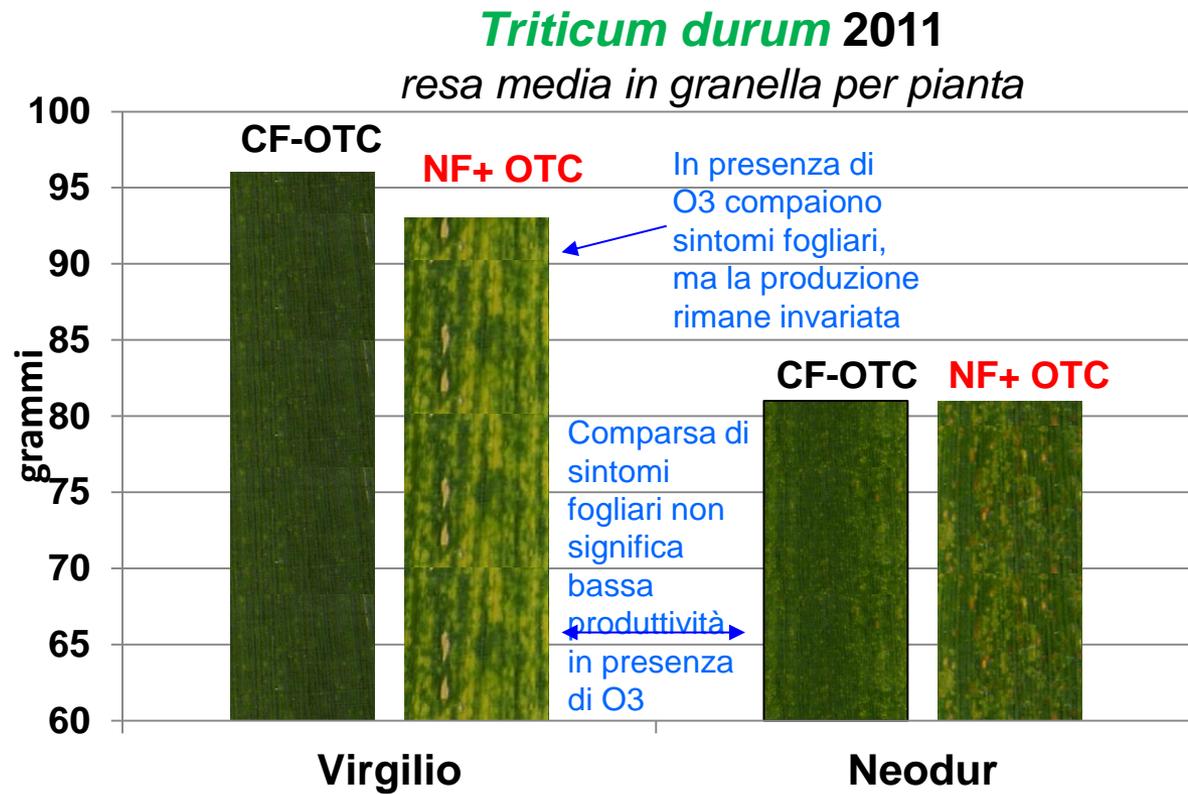




Cosa abbiamo imparato

Il primo determinante della risposta è la genetica

... e la comparsa di sintomi visibili non è necessariamente indice di un significativo impatto a livello di produttività ...



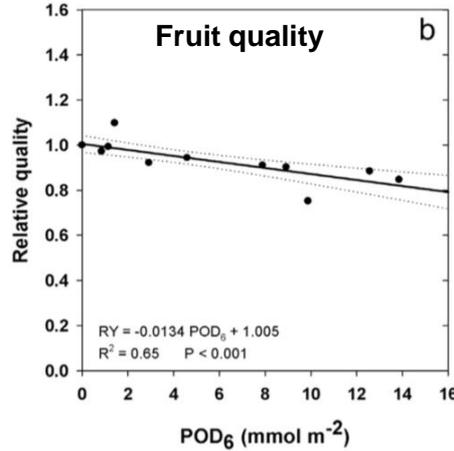
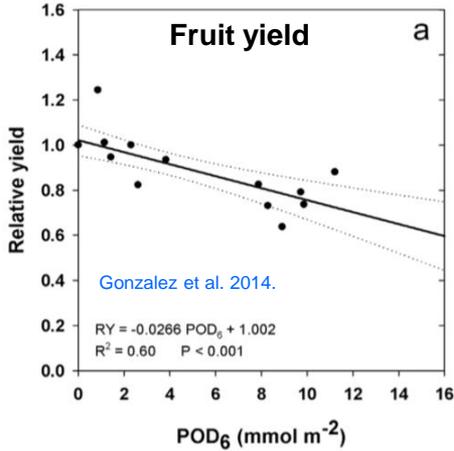
Gerosa G. et al. 2014. Contrasting effects of water salinity and ozone *Environmental Pollution* 193, 13-21



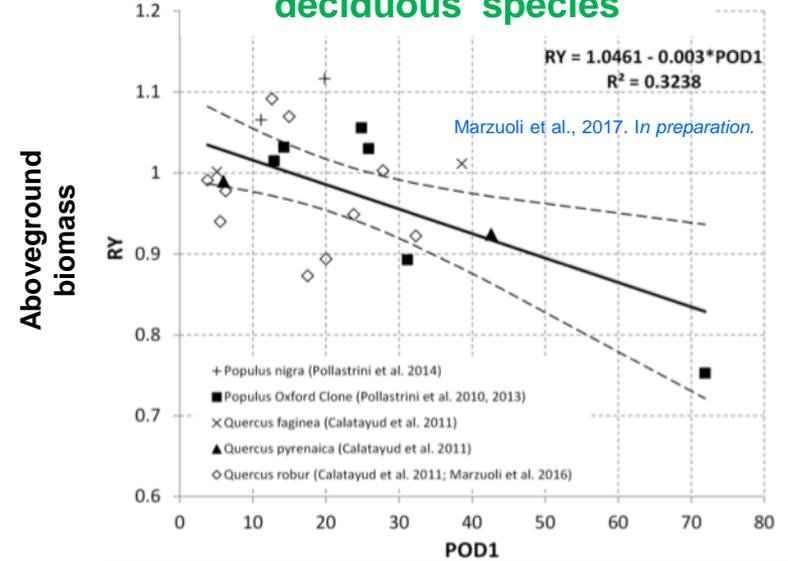
Cosa abbiamo imparato

Il secondo determinante della risposta è la dose stom.

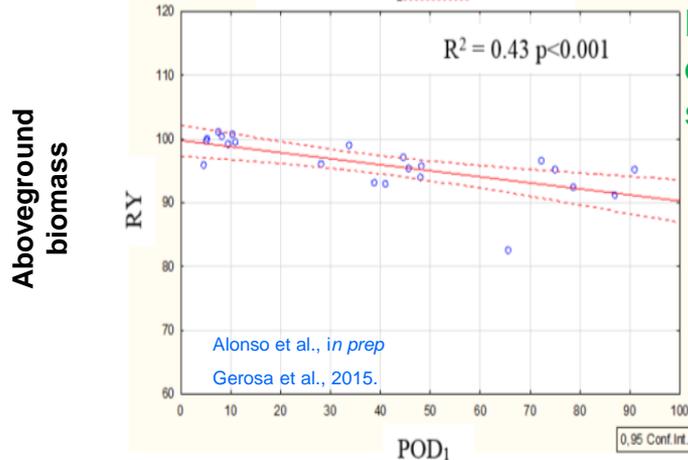
Tomato



Mediterranean broadleaved deciduous species

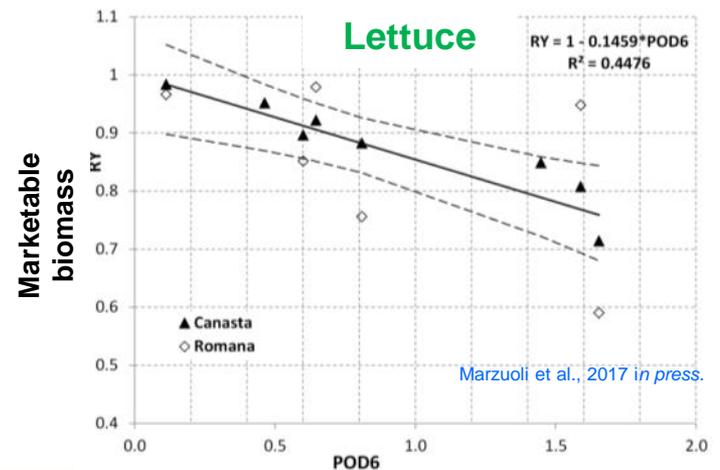


Dose-response function for AGB – Local paramet



Mediterranean evergreen species

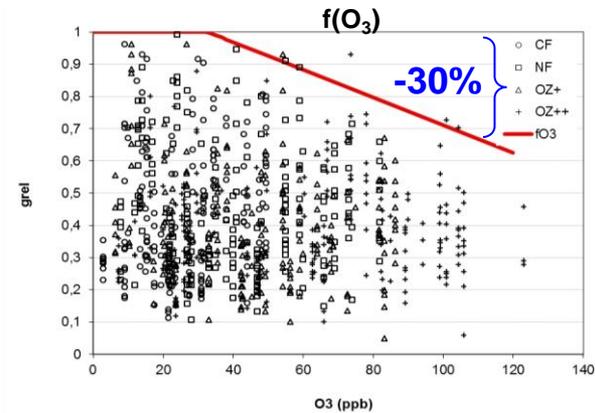
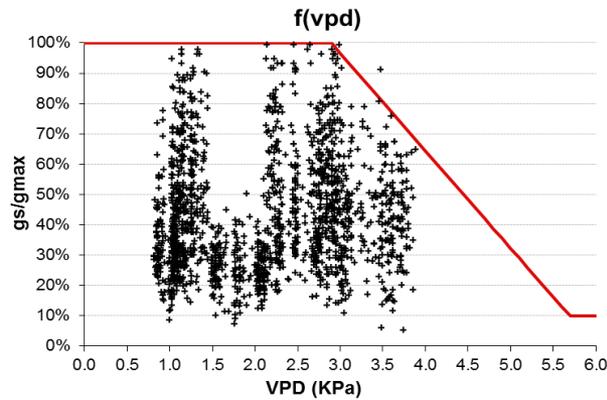
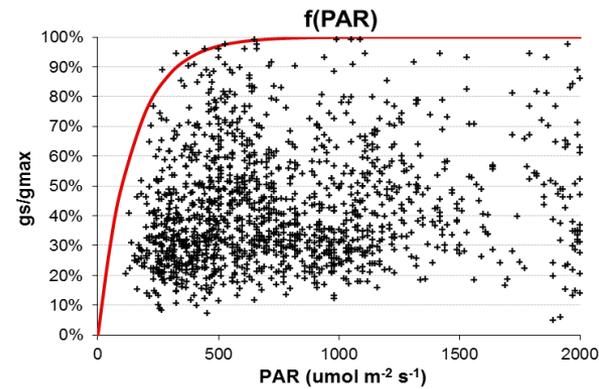
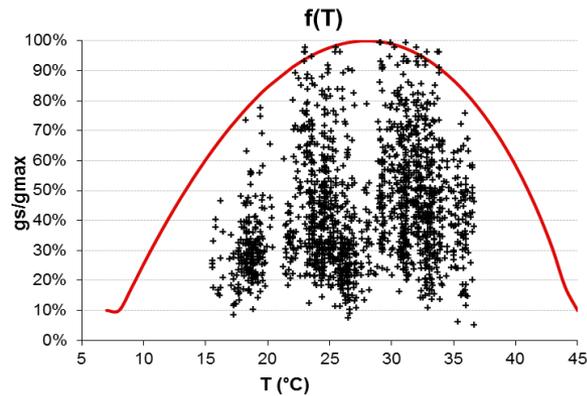
Lettuce





Il calcolo della dose richiede la modellazione della conduttanza stomatica

Quercus robur ($g_{max} = 355 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)



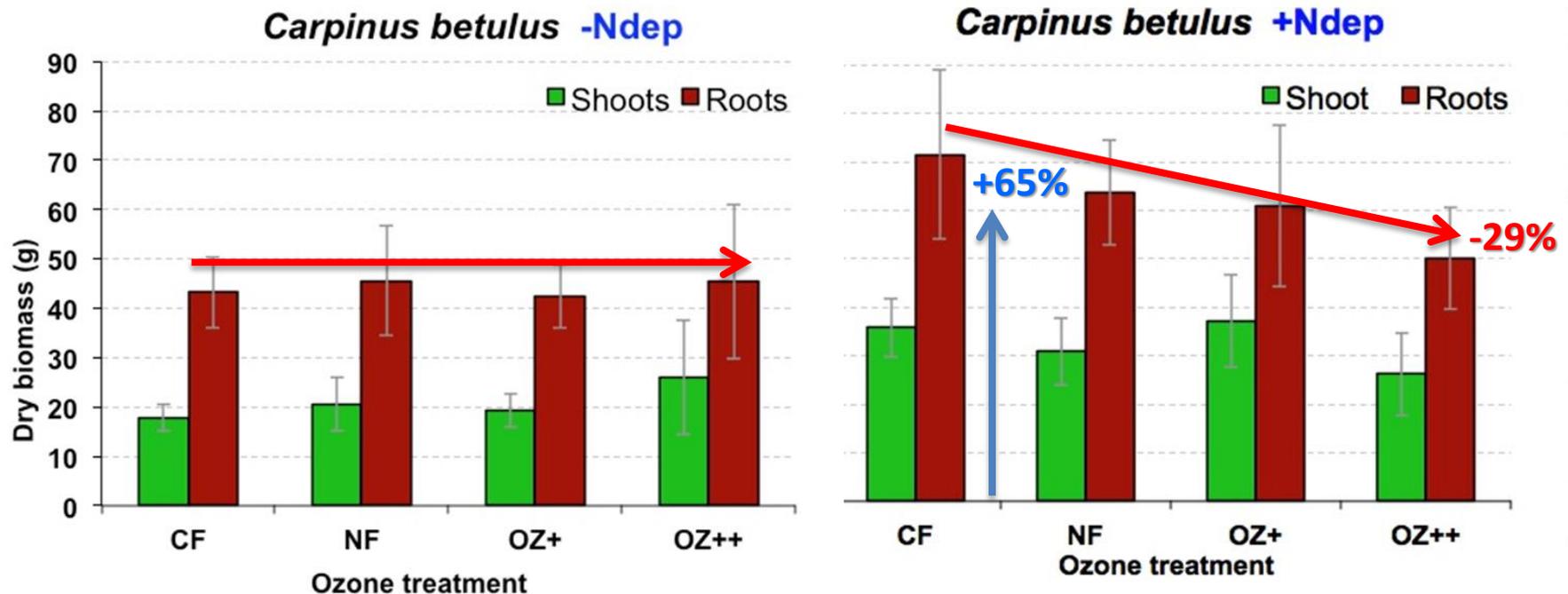
Unpublished data

Il danno è legato alla dose stomatica di ozono
Il calcolo della dose richiede la modellazione della conduttanza stomatica



Cosa abbiamo imparato

L'interazione con altri fattori di stress abiotici può causare deviazioni nelle risposte all'O₃



Effetto di differenti livelli di deposizione azotata sulla produzione di biomassa



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Misure micrometeorologiche a livello di ecosistema

Oak-Hornbeam mixed forest



Wheat



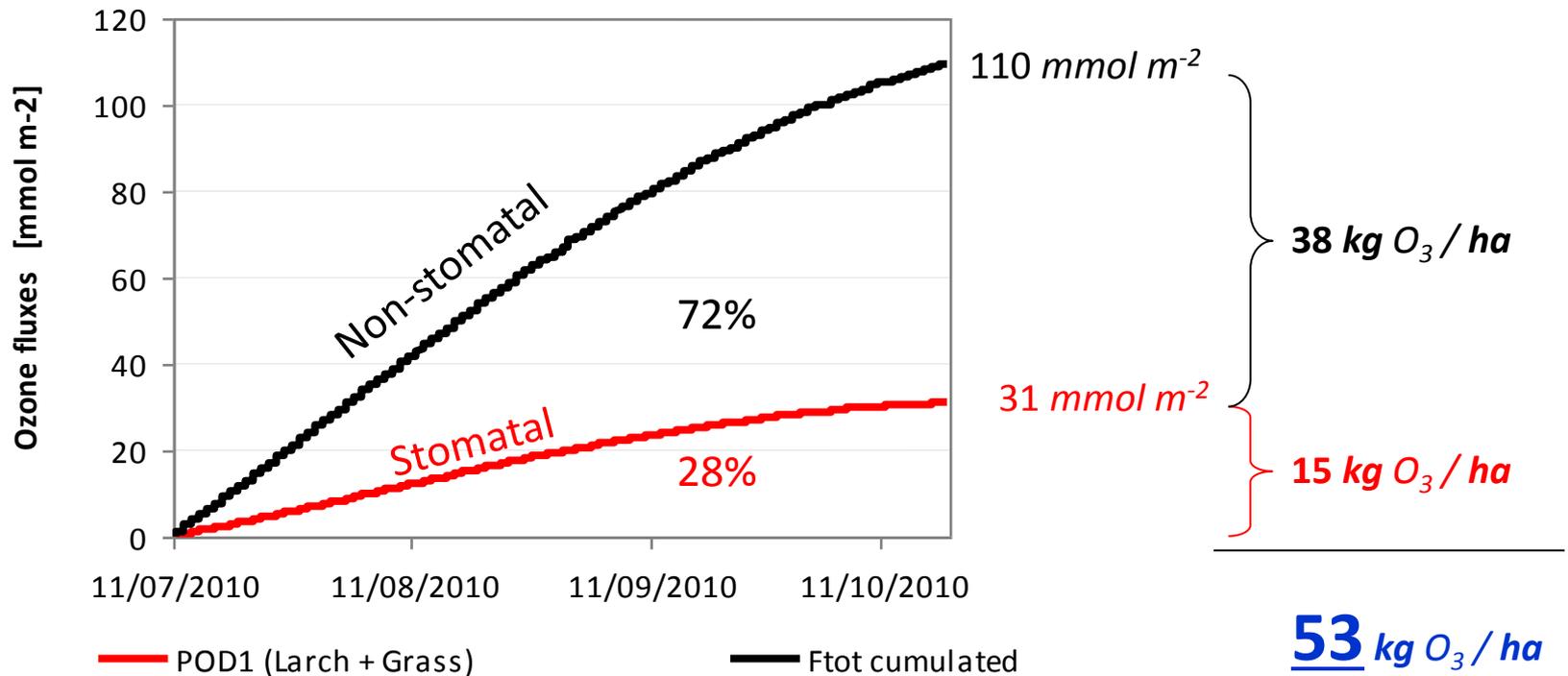
Holmoak



Cala Violina



L'assorbimento stomatico è solo una frazione (in genere piccola) dell'ozono rimosso a livello ecosistemico



53 kg O₃ / ha

In 3 months

Lariceto, Valcamonica, 2010

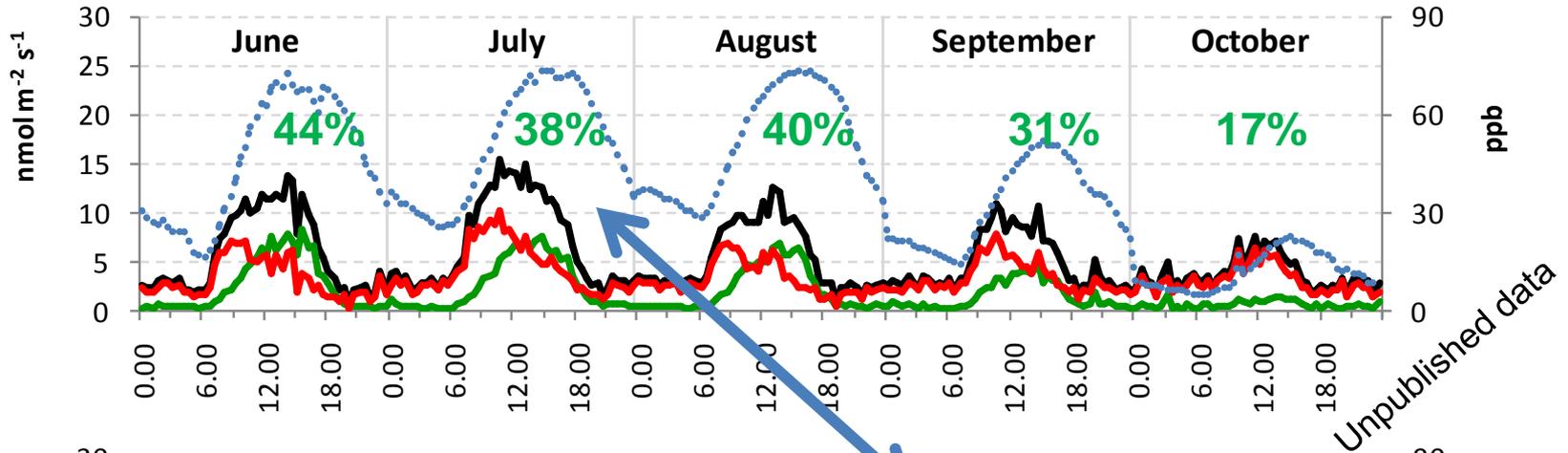
Gerosa et al. 2013. Ozone Fluxes to a Larch Forest Ecosystem at the Timberline in the Italian Alps. *In: Management Strategies to Adapt Alpine Space Forests to Climate Change Risks*, Intech, Rieka .



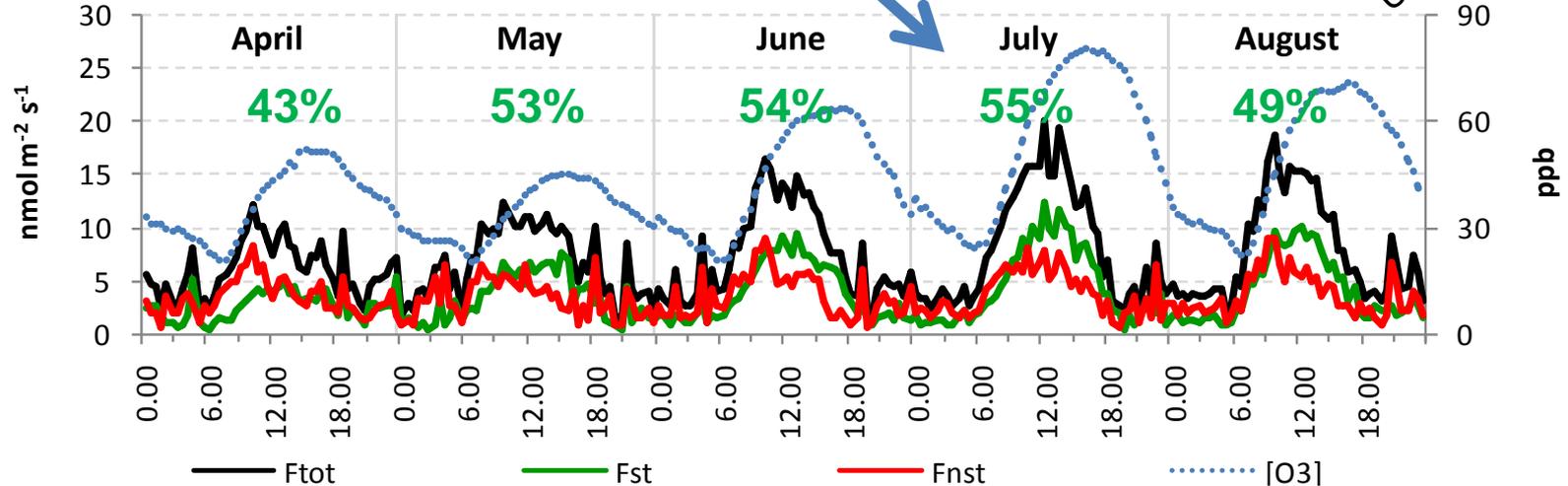
L'uptake stomatico varia nella stagione ed anche tra un anno e l'altro

Querco-Carpineto, Bosco Fontana

2012



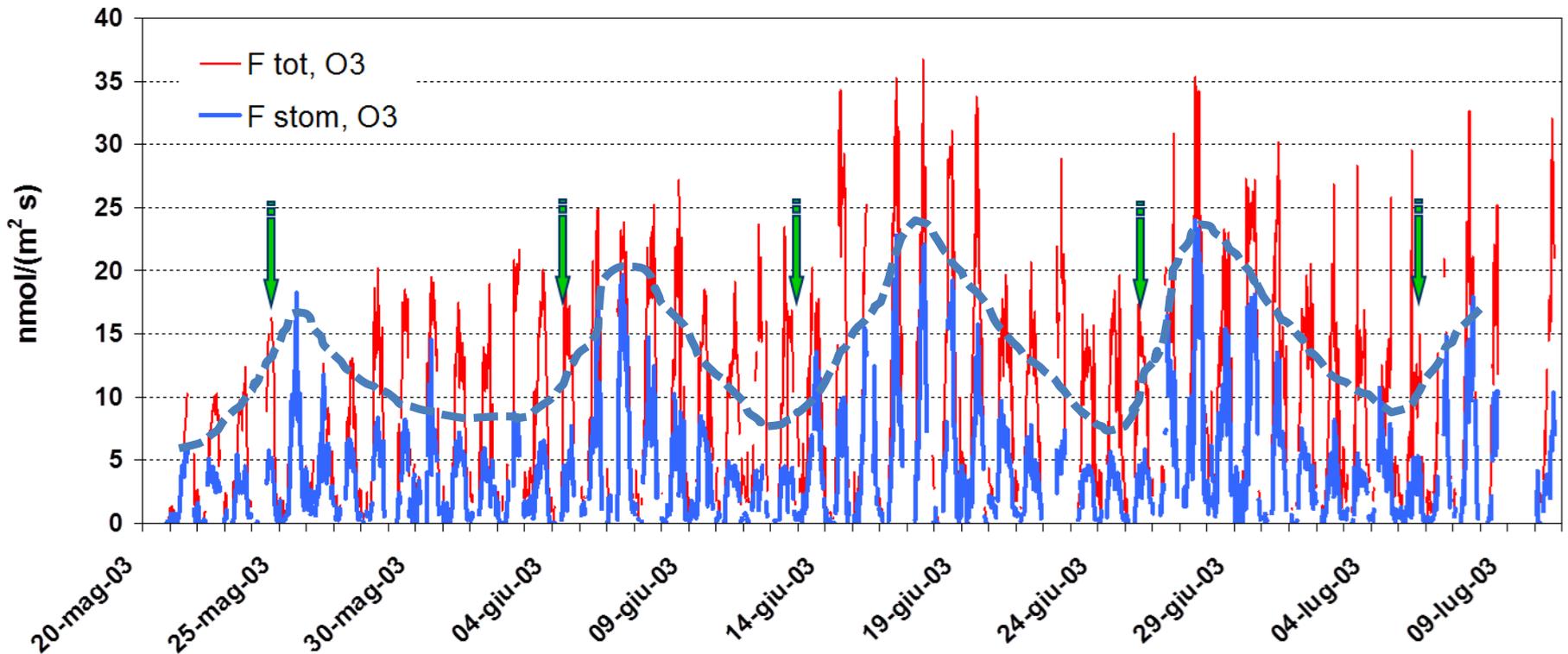
2013





L'uptake stomatico varia in funzione della disponibilità idrica della vegetazione

Cipolla, Voghera (PV), 2004 5 irrigazioni



Gerosa et al. 2007. Comparison of different algorithms for stomatal ozone flux determination from micrometeorological measurements. *Water Air Soil Pollution* 179, 309–321.

La deposizione non stomatica: il ruolo della soil biochemistry (denitrificazione)

Soil biochemistry (denitrification):

NO emissions and NO₂ deposition (fluxes) at the mixed Oak-Hornbeam forest

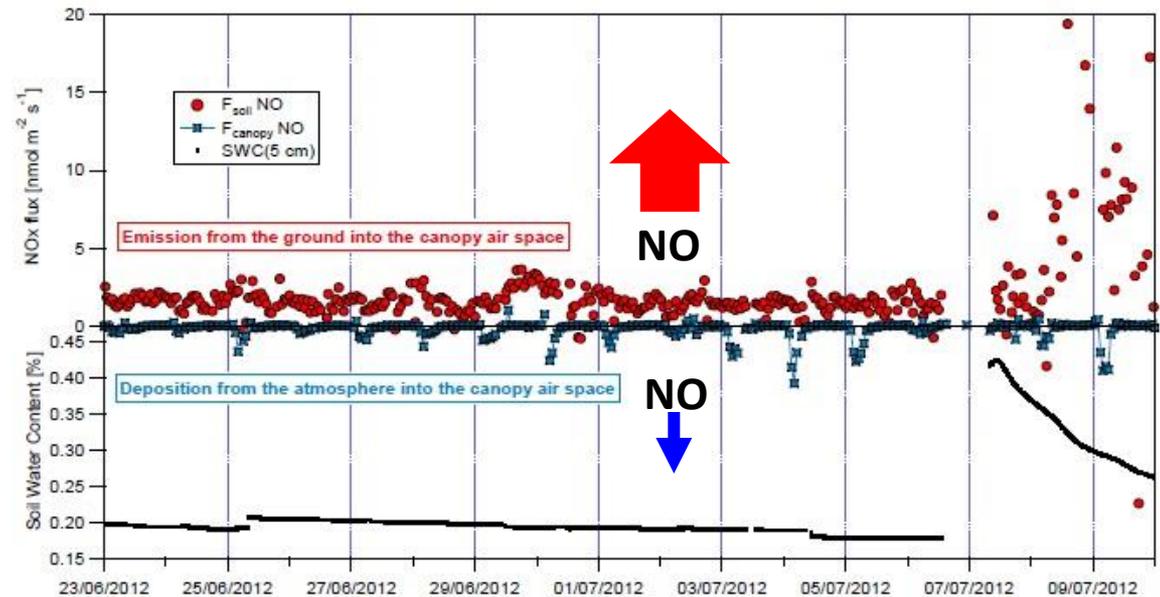
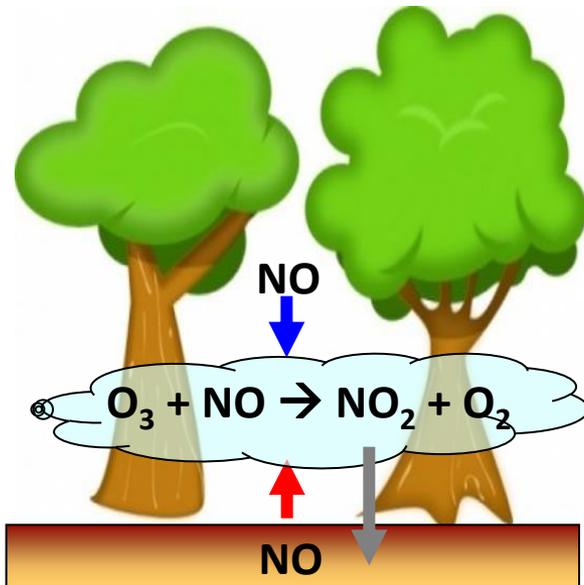


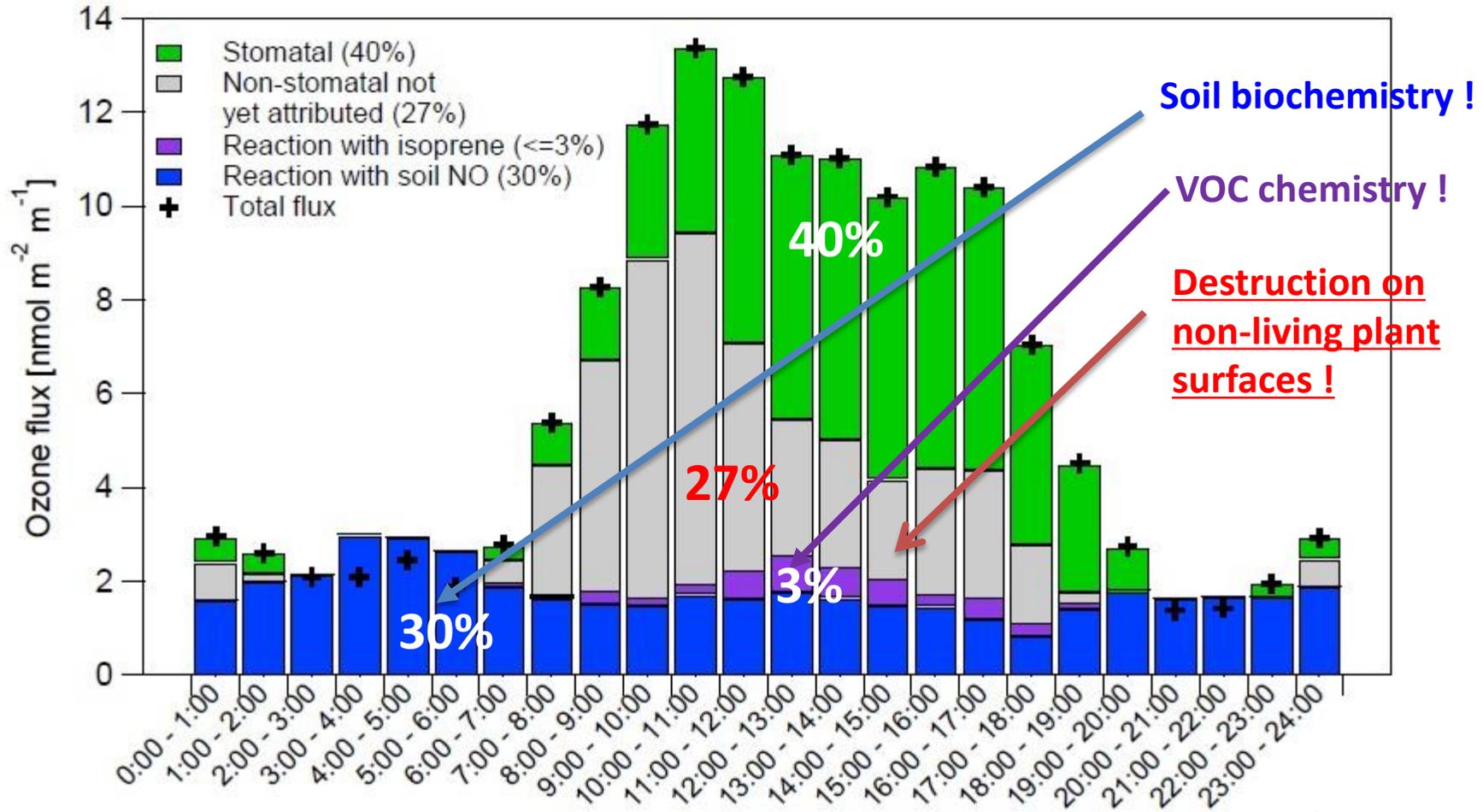
Figure 3. Fluxes of NO from the soil and above the canopy, in relation to soil water content and rain fall. The difference is due to reaction with ozone, forming NO₂, which is partly emitted (not measured) and partly taken up by plants and soil.

Finco et al. 2017. Ozone fluxes and concentrations at five levels above and inside a forest canopy: interactions with nitric oxide and implications for the ozone flux partition. *In preparation*



La deposizione non stomatica: contributo relativo dei diversi processi

Quercio-Carpineto, Bosco Fontana, 2012

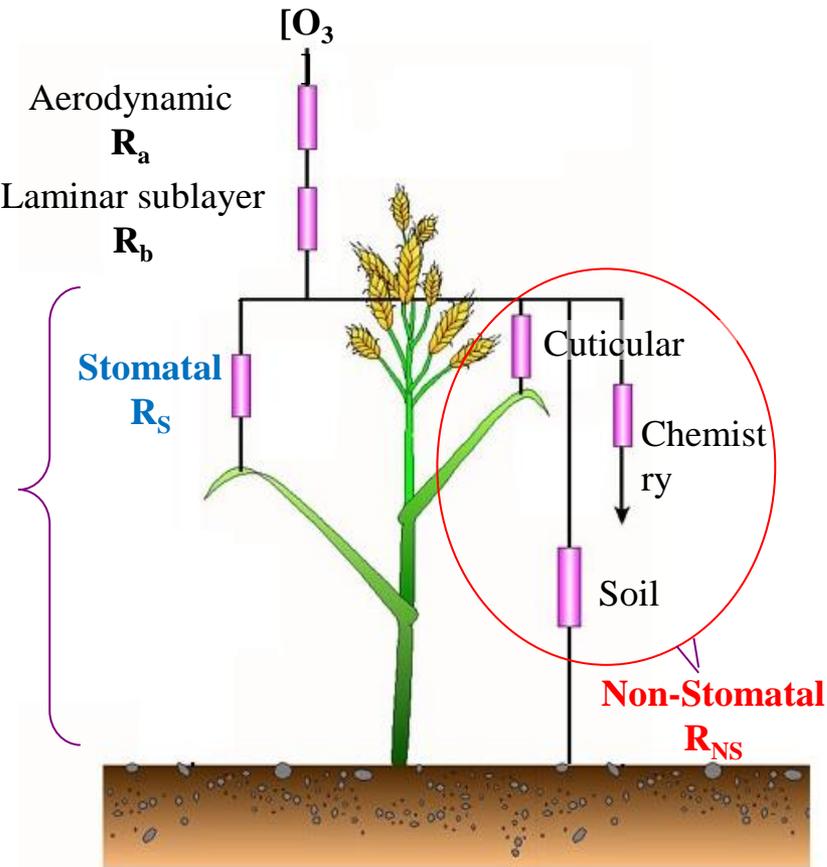
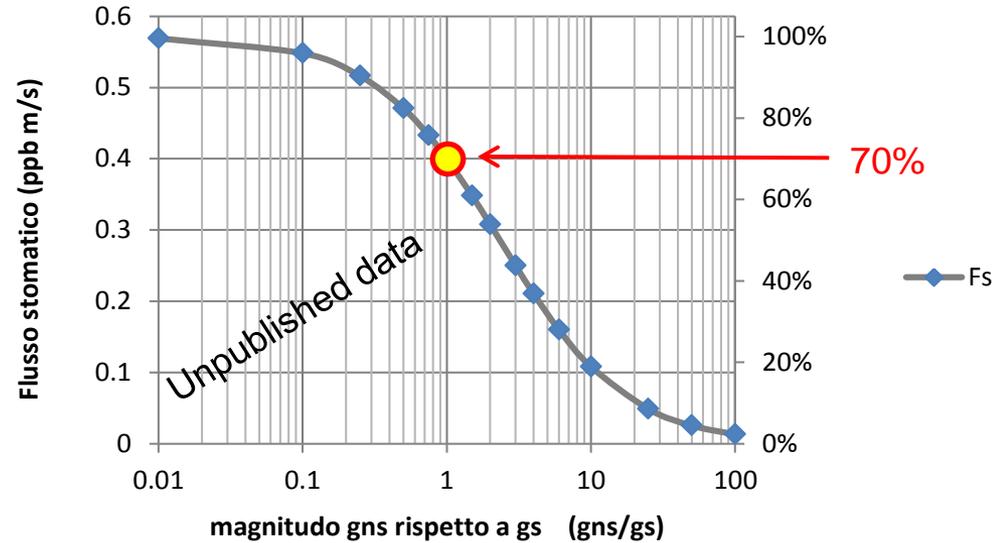


(Nemitz et al. 2013)



La dep. non-stomatica è importante: solo quantificandola è possibile stimare correttamente la dose stomatica

Flusso stomatico



$O_3 = 100$ ppb

$R_a = 50$ s/m

$R_b = 25$ s/m

$R_s = 100$ s/m → **fissa**

(uno si aspetta che la dose stomatica non cambi ...)

$R_{NS} =$ variabile



Prospettive e sinergie

- Approfondire **risposte incrociate** (interazioni) con cambiamento climatico (T, UV)
- Studio delle **basi genetiche della risposta**
- **Misure pluriannuali/decennali** (istituire siti permanenti rappresentativi dei diversi ecosistemi/condizioni)
- Puntare alla **comprensione dei processi** di deposizione anche allargando lo spettro delle misure (e.g. ossidi di azoto)



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Prospettive future...



I nostri siti sono disponibili per fare ricerca con voi



Angelo



Riccardo



Maria

**Grazie per
l'attenzione**



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Con la collaborazione di

- Università degli Studi di Firenze – Prof. Filippo Bussotti & co.
- Università degli Studi di Milano – Prof. Franco Faoro & co.
- Università Bicocca di Milano – Prof. Roberto Colombo & co.
- Università La Sapienza di Roma – Prof. Fausto Manes & co.
- IPLA Torino – Dr. Francesco Tagliaferro & co.
- Università degli Studi di Sassari – Prof.ssa Donatella Spano & co.
- CIEMAT, Madrid – Dr. Rocío Alonso & co.
- CIHEAM, Bari – Dr. Mladen Todorovic & co.