

# Ozono, un patogeno per le piante

Lucia GUIDI ([lucia.guidi@unipi.it](mailto:lucia.guidi@unipi.it)) e Cristina NALI ([cristina.nali@unipi.it](mailto:cristina.nali@unipi.it))

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali  
Università di Pisa

## ... dieci anni dopo!



*Giornata di studio*

**OZONO E VEGETAZIONE:  
IL CONTRIBUTO DELLA RICERCA ITALIANA  
(dieci anni dopo ...)**

Pisa, 24 novembre 2016

# Analyze search results

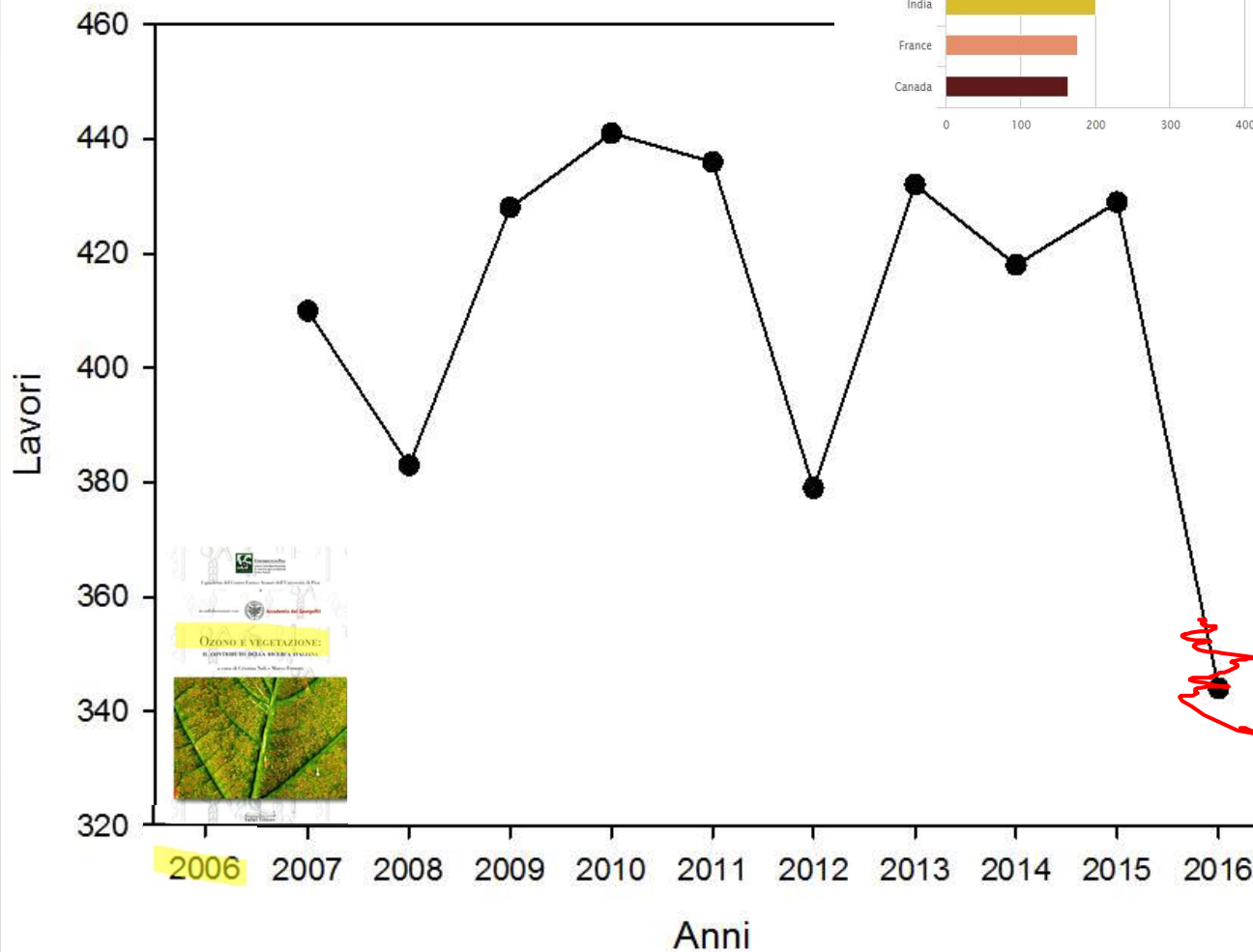
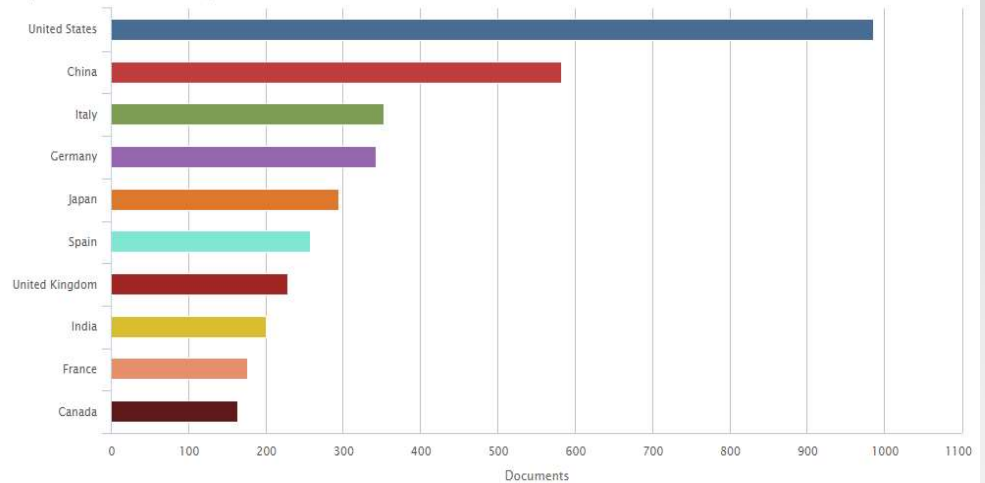
Analyze search results

( TITLE-ABS-KEY ( ozone plant ) OR TITLE-ABS-KEY ( o3 plant ) ) AND PUBYEAR > 2006 AND PUBYEAR < 2017

4100 document results Choose date range to analyze: 2007 to 2016 Analyze

## Documents by country/territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories

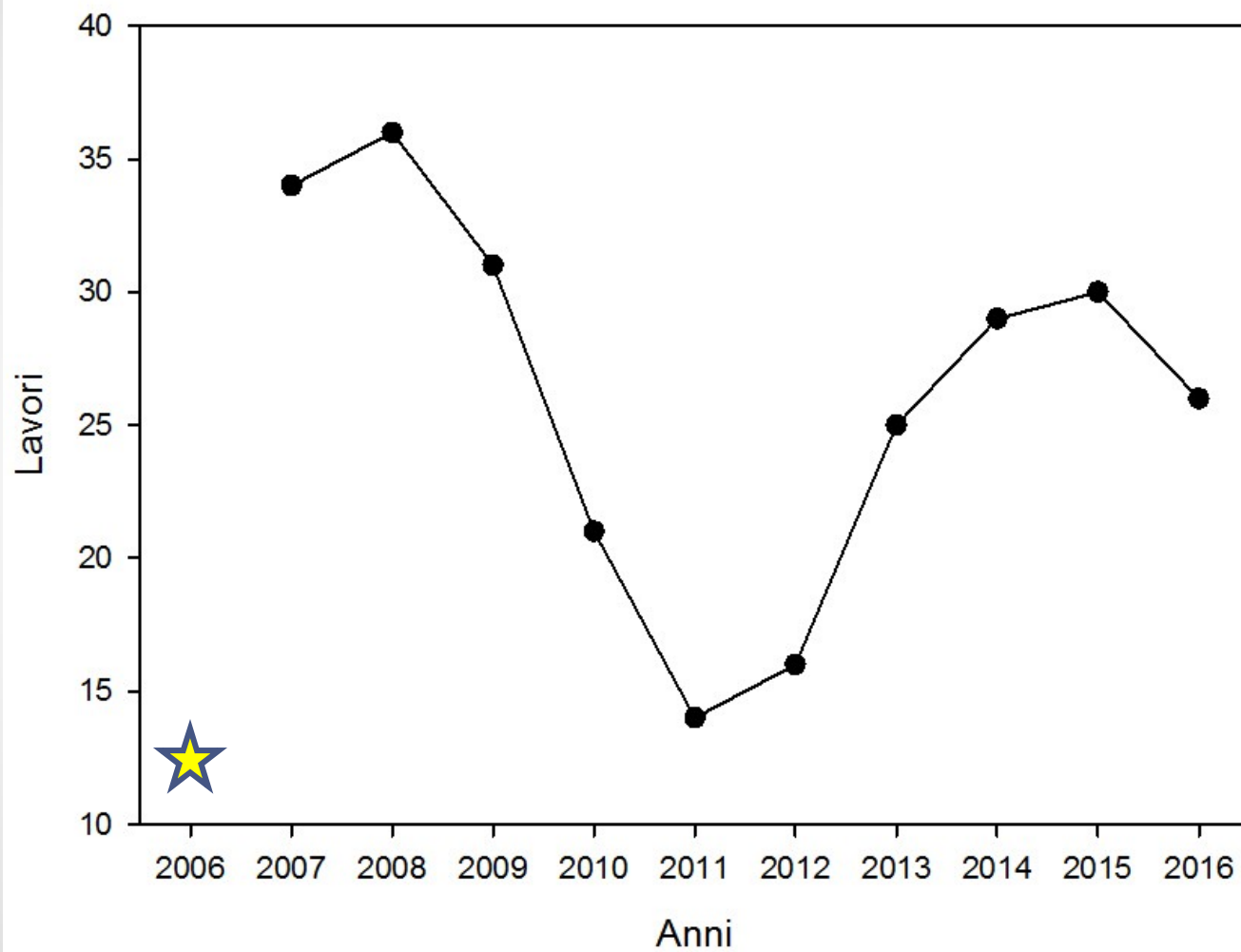


1997-2006:

- 2918 lavori pubblicati
- Italia al IV posto

# Scopus

262 document results Choose date range to analyze: 2007 to 2016 Analyze



1997-2006:  
128 lavori pubblicati

# I gruppi di ricerca

1997-2006



- UNIRC
- UNICATT (BS)
- UNIFI
- UNINA
- CNR MI
- TerraData
- UNIPI
- CNR (Roma)
- La Sapienza
- UNIPG
- Sant'Anna
- CNR FI

2007-2016

- UNIFI
- UNIMI Bicocca
- ENEA
- UNINA
- UNIMI
- CREA
- TerraData
- UNICATT (BS)
- FEM
- UNIPI
- La Sapienza
- CNR FI
- UNIPG
- UNITS
- UNITUS



## The winner is

- Fotosintesi
- Antiossidanti
- BVOC
- Analisi istologiche
- Aspetti genetici: 3
- Induzione molecole-segnale: 3
- Stress multipli: 6 (CO<sub>2</sub>, metalli pesanti e carenza idrica)
- EDU: 2

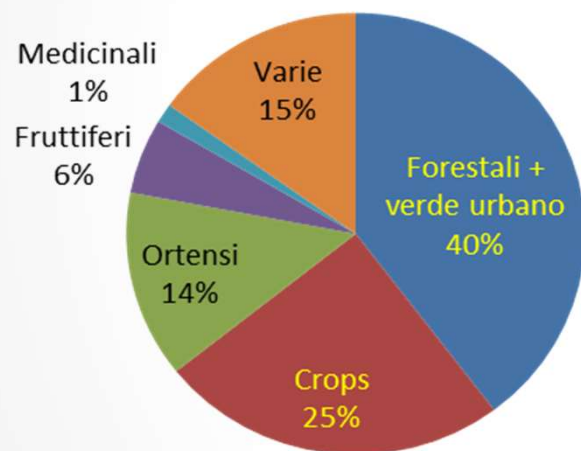
Categoria	Linee di attività	Priorità
Aspetti agronomici	Sistemi colturali, ruolo dell'irrigazione	Sensibilità di specie e varietà, effetti in relazione alle agrotecniche ed allo stato idrico
Aspetti biochimici	Ozono come modello per lo studio dei meccanismi di resistenza, difese antiossidanti in <i>stress</i> abiotici, trasduzione del segnale, metabolismo secondario, ozono-isoprenoidi, concentrazione intracellulare di ozono, proteomica, meccanismi biochimici, antiossidanti	Meccanismi di difesa-risposta intracellulari, uniformità dei metodi ed indicatori, difficoltà di reperimento di dati utili a livello territoriale, upscale foglia-ecosistema, introduzione nei modelli del ruolo degli isoprenoidi, meccanismi di trasmissione del segnale
Aspetti fisiologici	Risposte del pioppo all'ozono; <i>stress</i> ossidativi, molecole segnale e difesa, fisiologia della risposta, alterazioni ecofisiologiche sui licheni e <i>slow kinetics</i>	Meccanismi biochimici e molecolari, miglioramento del monitoraggio, suolo e dinamiche, flussi stomatici e non e detossificazione, fluorescenza della clorofilla
Aspetti istologici	Analisi strutturali effetti ozono e metalli pesanti	Localizzazione a livello tissutale e cellulare dei metalli pesanti
Aspetti genetici	Geni attivati da <i>stress</i> da ozono, regolazione espressione genica, marcatori per selezione piante resistenti	Geni implicati nella trasduzione del segnale e loro promotori, sequenze non codificanti
Valutazione e monitoraggio effetti	Reti di monitoraggio, indicatori, risultati, effetti sulle piante, ambiente mediterraneo, biomonitoraggio, effetti sulla etilendiurea	
Analisi e valutazione di rischio	Reti chimiche, inquinanti gassosi, particolato, aree urbane, flussi di ozono atmosfera-vegetazione, ecofisiologia, valutazione rischio, assorbimento di ozono, uso delle tecniche di <i>eddy covariance</i> , ripartizione dei flussi, modellizzazione flussi	Precisi, mappe di rischio, relazione con cambiamento di rischio integrata, vegetazione mediterranea, sig, del flusso, livelli di ozono in aree, di flussi su ecosistemi non studiati, dose-risposta, aumento dei siti di misura, studi di nuovi modelli di conduttanza
Stress multipli	Interazione tra ozono e <i>stress</i> abiotici (sale, metalli pesanti, temperature eccessive, ecc.), risposte comuni a <i>stress</i> multipli	Studio delle risposte a <i>stress</i> multipli, <i>cross-talk</i> nell'adattamento allo <i>stress</i>
Suolo	Relazione suolo-pianta, meccanismi di risposta mediati dal suolo	Meccanismi biochimici e molecolari di risposta

# ... dieci anni dopo!

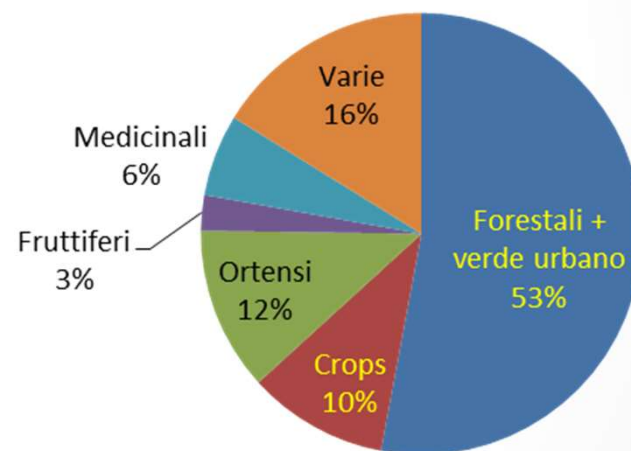
- Fotosintesi
- Antiossidanti (composti fenolici)
- BVOC
  
- Aspetti genetici: 10
- Induzione molecole-segnale: 10
- Stress multipli: 25 (CO<sub>2</sub>, metalli pesanti, carenza idrica, salinità, azoto)
  
- EDU (e altri fitoprotettori): 16
- Spettroscopia: 4
- Interazione con stress biotici: 4
  
- Suolo (micorrize, lettiera)
- Contrasto malattie in post-raccolta
- Elicitore di metaboliti secondari

# Le piante

Ieri



Oggi



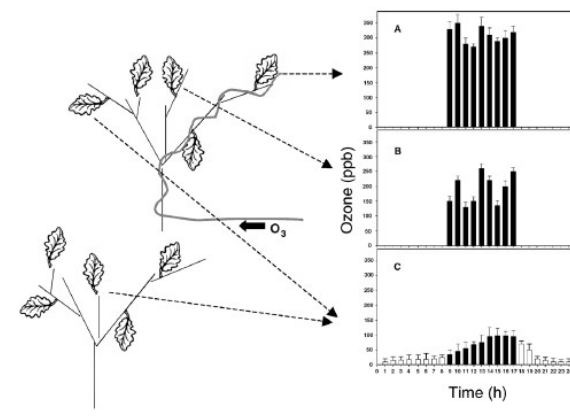
# Sistemi di fumigazione

Tree Physiology 25, 1523–1532  
© 2005 Heron Publishing—Victoria, Canada



**Localized ozone fumigation system for studying ozone effects on photosynthesis, respiration, electron transport rate and isoprene emission in field-grown Mediterranean oak species**

VIOLETA VELIKOVA,<sup>1</sup> TSONKO TSONEV,<sup>1</sup> PAOLA PINELLI,<sup>2</sup> GIORGIO A. ALESSIO<sup>2</sup> and FRANCESCO LORETO<sup>2,3</sup>



Research Article

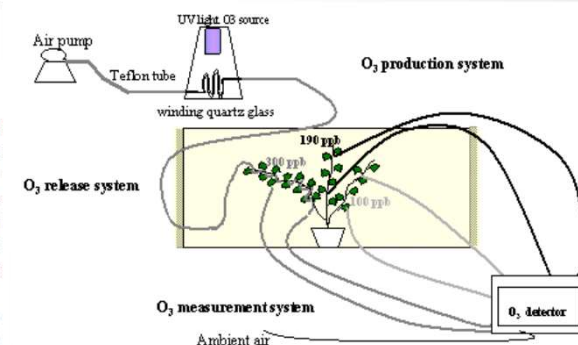
© i Forest - Biogeosciences and Forestry

**A new approach to ozone plant fumigation: The Web-O<sub>3</sub>-Fumigation. Isoprene response to a gradient of ozone stress in leaves of *Quercus pubescens***

Pinelli P\*, Tricoli D

the crop continuously releases O<sub>3</sub> into the plant canopy at various rates in different plots. This method avoids some of the artificial conditions inside chambers but is more expensive. Another disadvantage is the low maximum enrichment achieved by this technique, because of the continuous mixing with ambient air.

In this work we used a new technique, hereby referred to as WEB-O<sub>3</sub>-fumigation, to

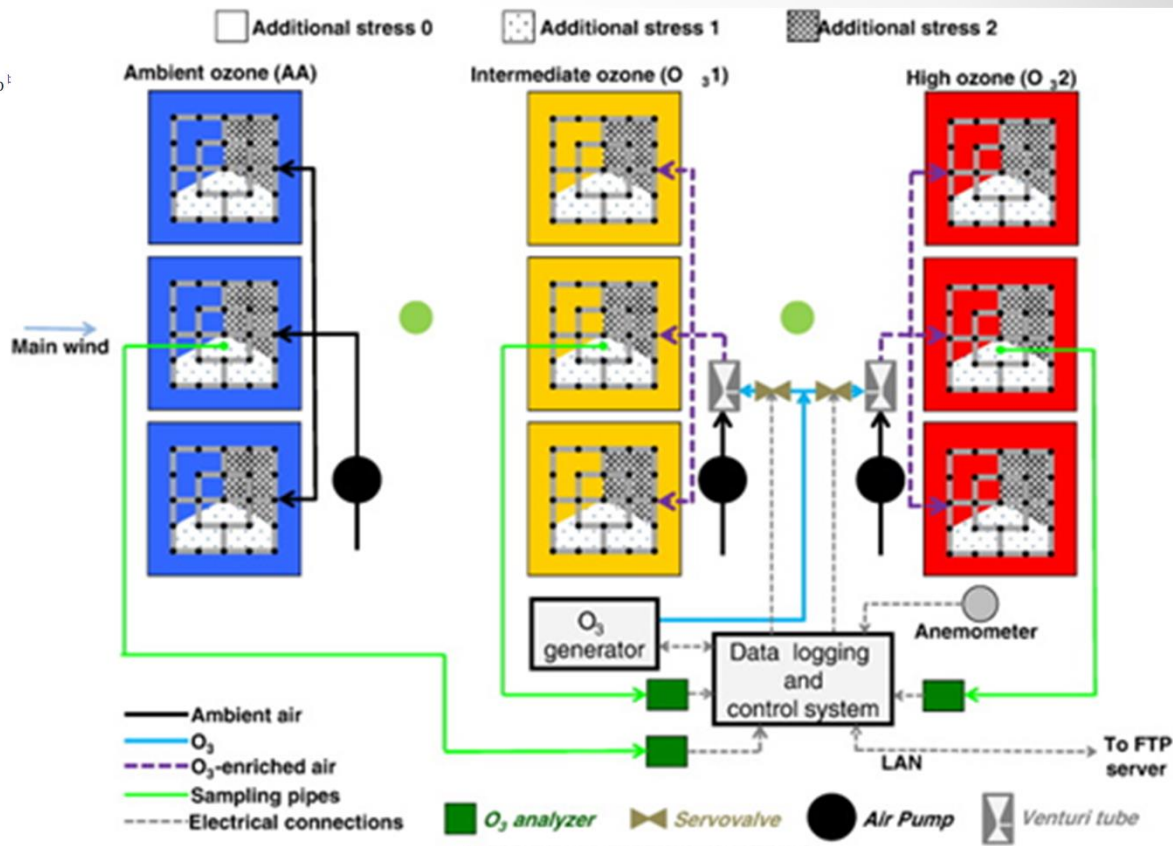




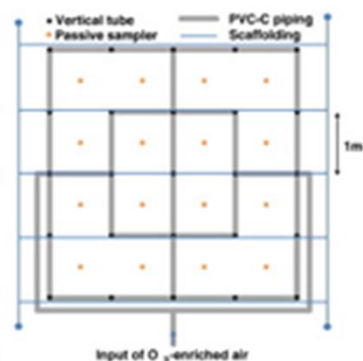


### A new-generation 3D ozone FACE (Free Air Controlled Exposure)

Elena Paoletti <sup>a,\*</sup>, Alessandro Materassi <sup>b</sup>, Gianni Fasano <sup>b</sup>, Yasutomo Hoshika <sup>a</sup>, Giulia Carriero <sup>1</sup>, Diana Silaghi <sup>c</sup>, Ovidiu Badea <sup>c</sup>



**a. EXPERIMENTAL SET UP**

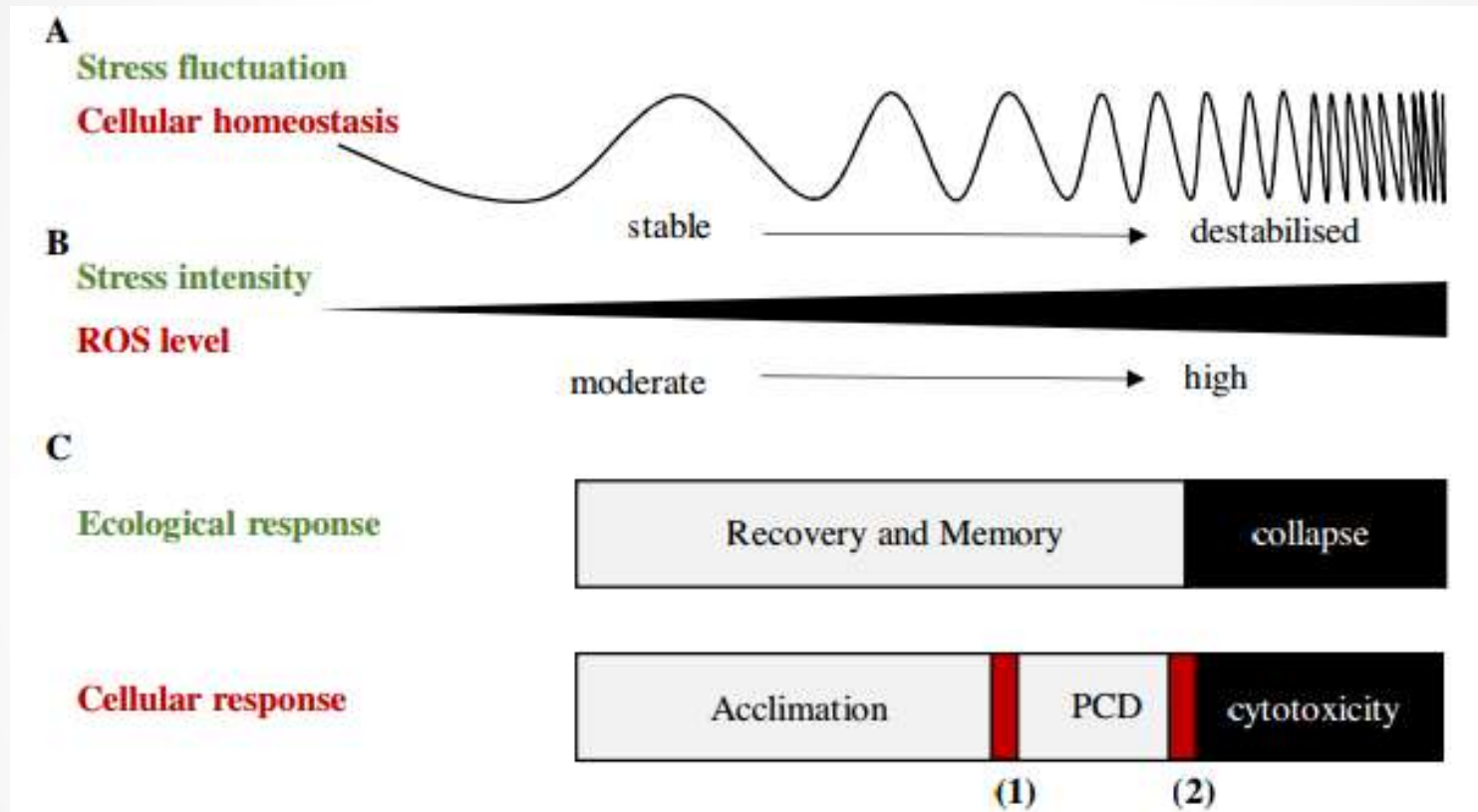


**b. PLOT VIEW FROM ABOVE**



**c. LATERAL VIEW OF A PLOT**

# Ozono: un (nuovo) patogeno per le piante

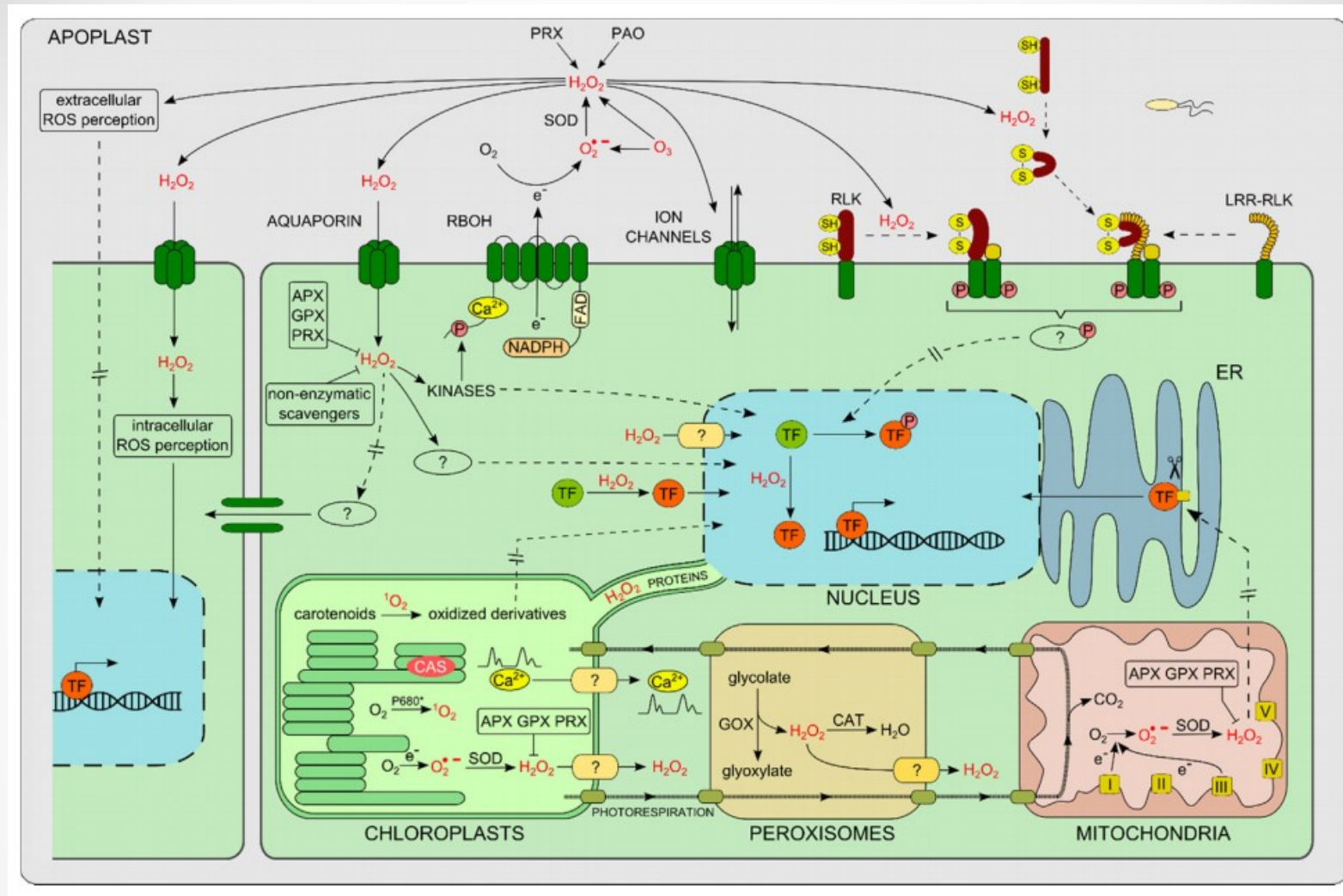


A livello molecolare, sono le soglie di ROS che consentono alle piante di adattarsi e sopravvivere, attraverso acclimatazione o PCD

# Ozono: un patogeno per le piante

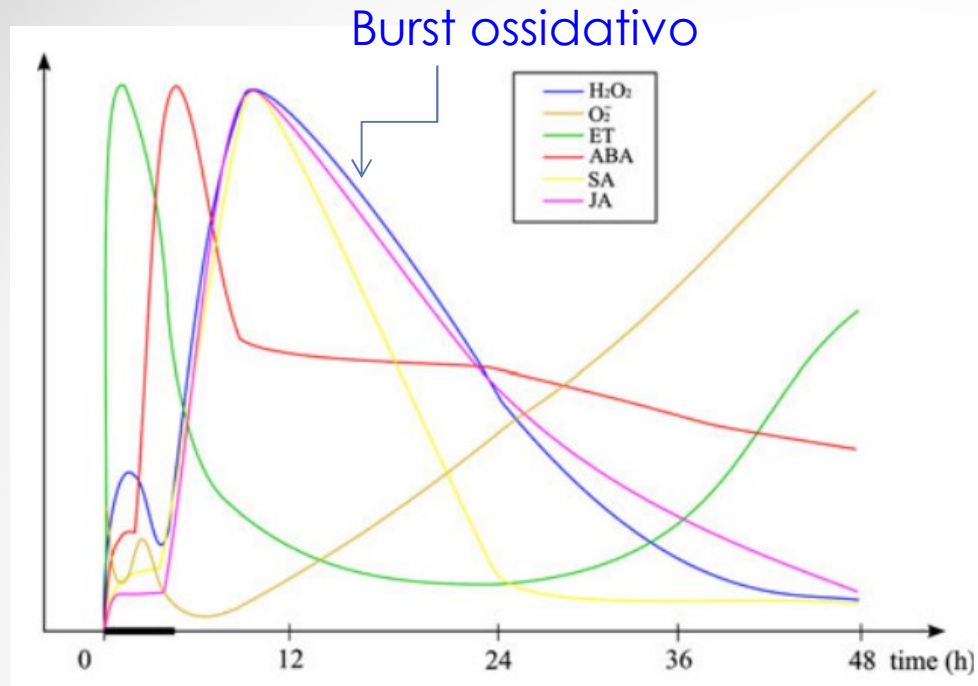
Una volta raggiunto l'apoplasto, l'ozono rapidamente degrada nelle ROS che inducono stress ossidativo, con profonde modificazioni a carico di molecole strutturali e/o funzionali, che inducono - in ultima analisi - un'alterazione del metabolismo

Quando l'equilibrio tra produzione ed eliminazione, da parte dei sistemi antiossidanti, delle ROS specie chimiche ossidanti, volge in favore dell'accumulo, questo attiva una cascata di eventi, regolati dall'induzione di molecole-segnale, che mediano la stimolazione di risposte, come la produzione di metaboliti secondari e l'attivazione di geni comunemente indotti durante l'interazione pianta-patogeno



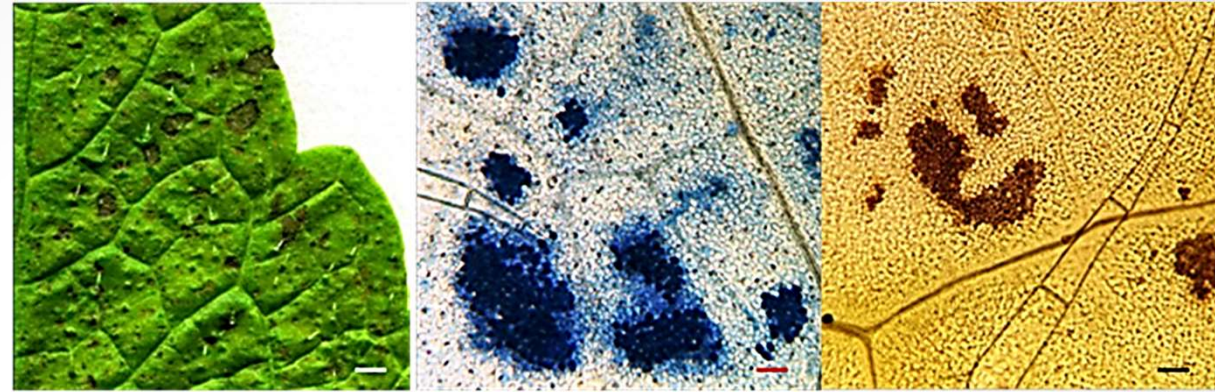
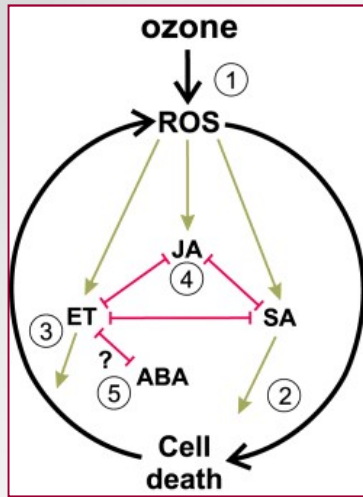
ROS: perossisomi, cloroplasti, mitocondri e apoplasto

Elevati livelli di ROS funzionano come segnali precoci: la loro percezione e gli eventi di trasduzione del segnale permettono alle piante di adattare la risposta trascrizionale allo stress

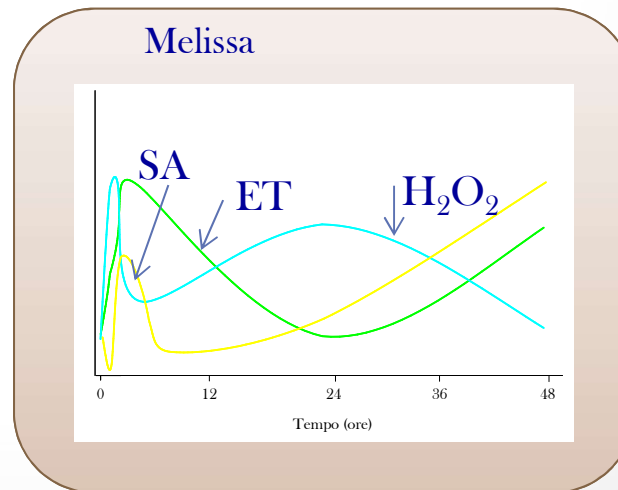
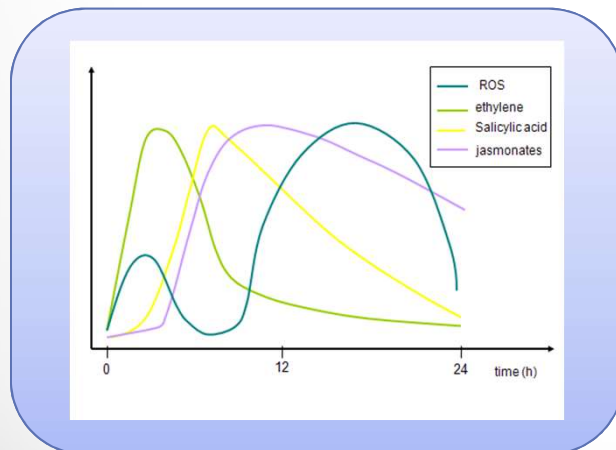


### Interazione pianta-patogeno

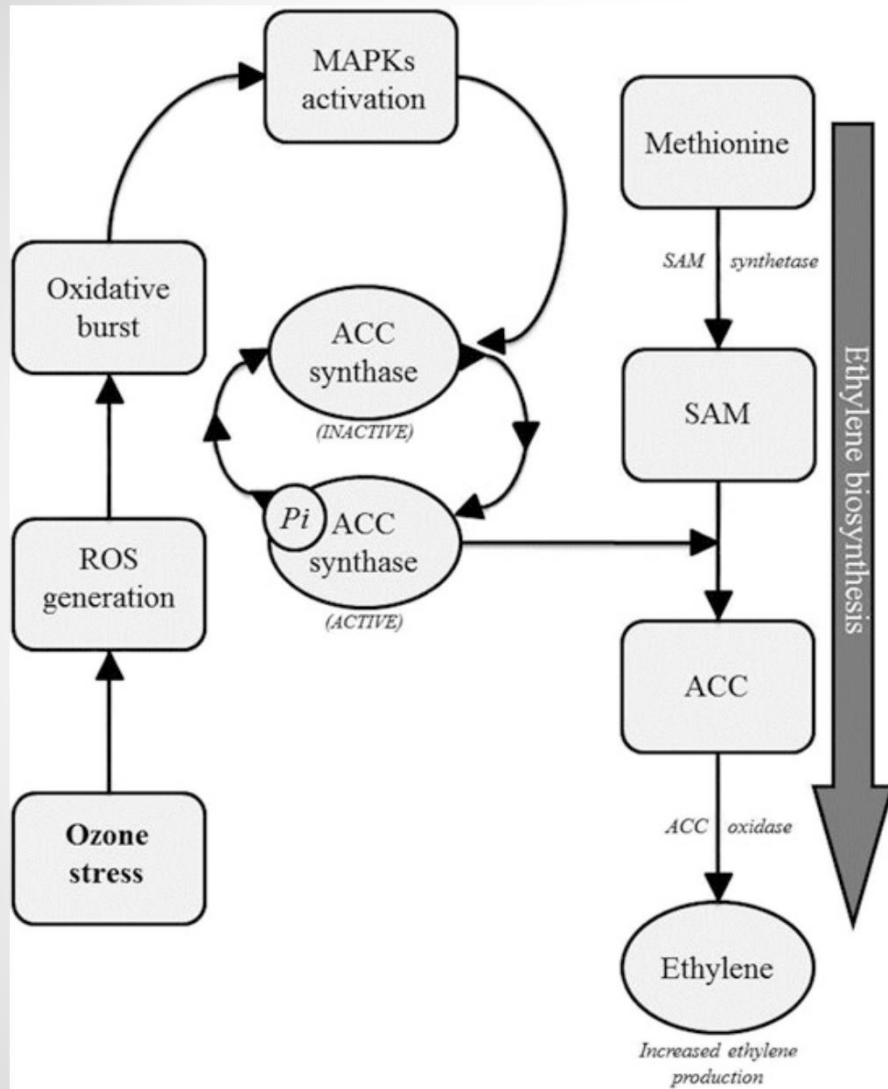
- Attività APX e CAT soppressa da SA e NO
- PCD, che limita la diffusione della lesione
- Burst ossidativo induce la produzione di PAMPs (pathogen-associated molecular patterns)
- Attivazione delle reazioni di difesa: chiusura stomatica mediata dall'ABA, ispessimento pareti cellulari, produzione di sostanze antimicrobiche, induzione di PRP



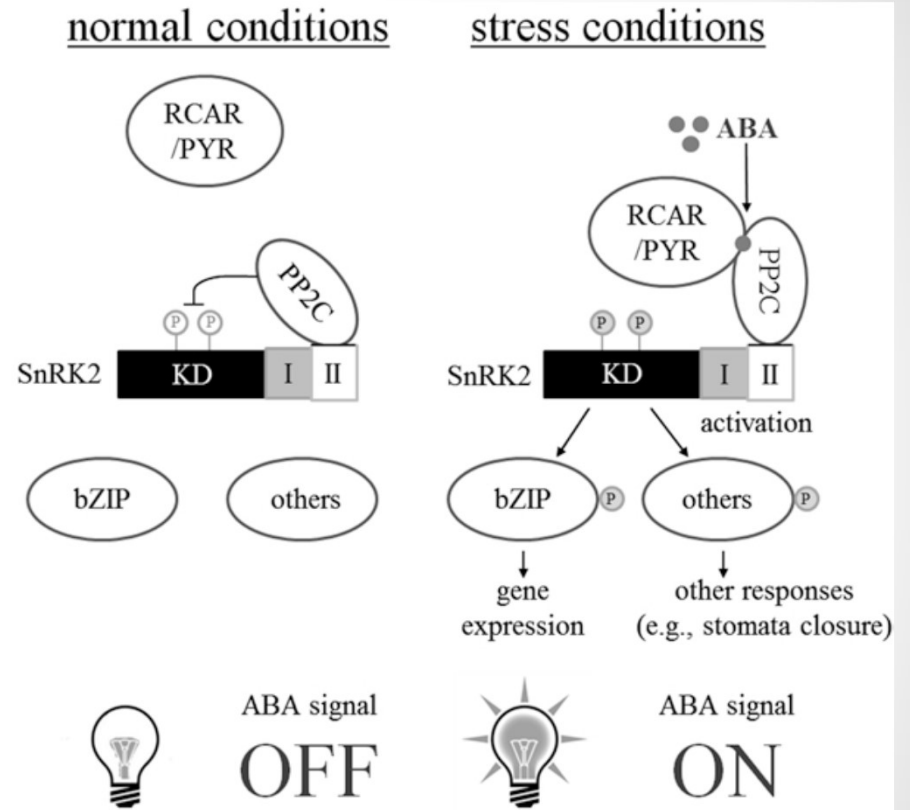
1. Produzione di ROS
2. Accumulo di SA e PCD
3. PCD porta alla produzione di ET → Propagazione della lesione
4. JA contrasta la morte cellulare → Contenimento della lesione
5. ABA antagonista di ET



## Biosintesi ET

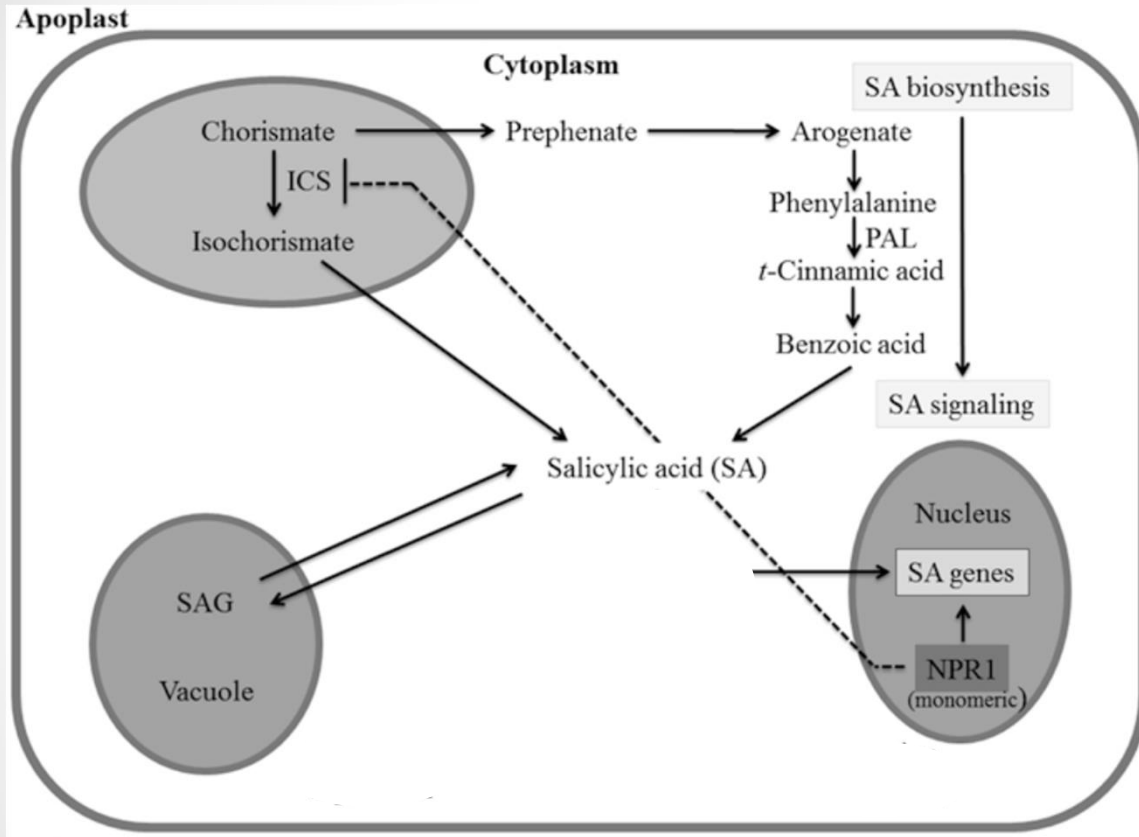


## Biosintesi ABA

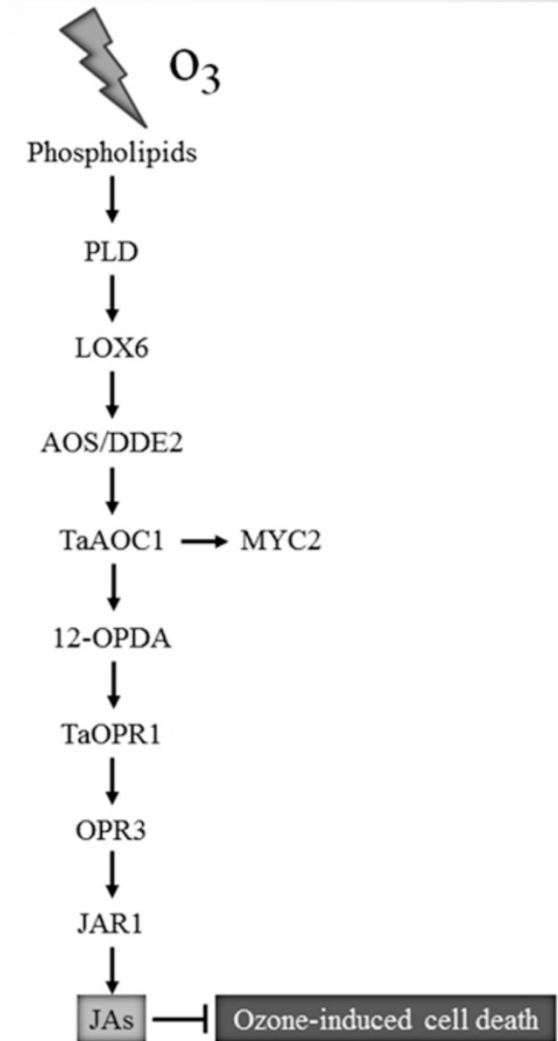


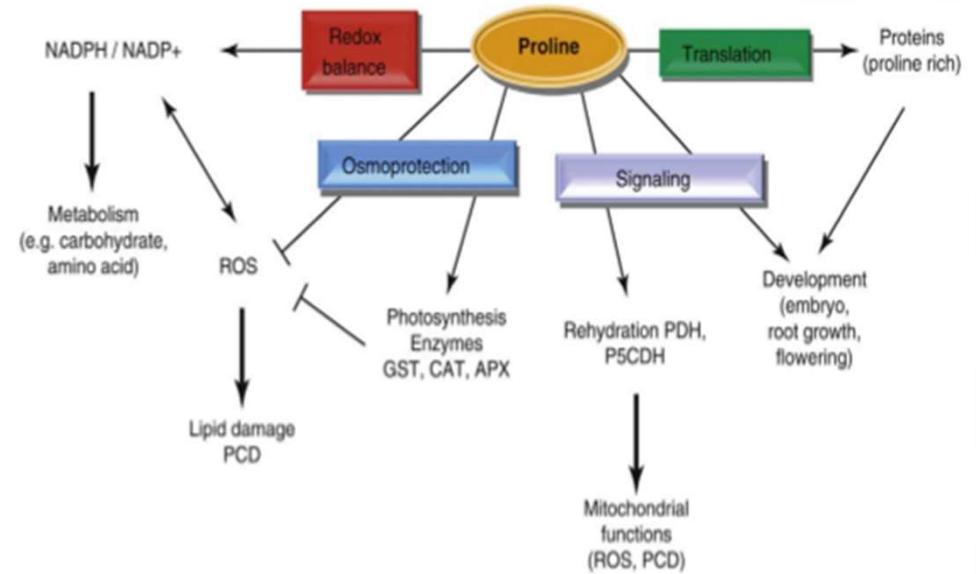
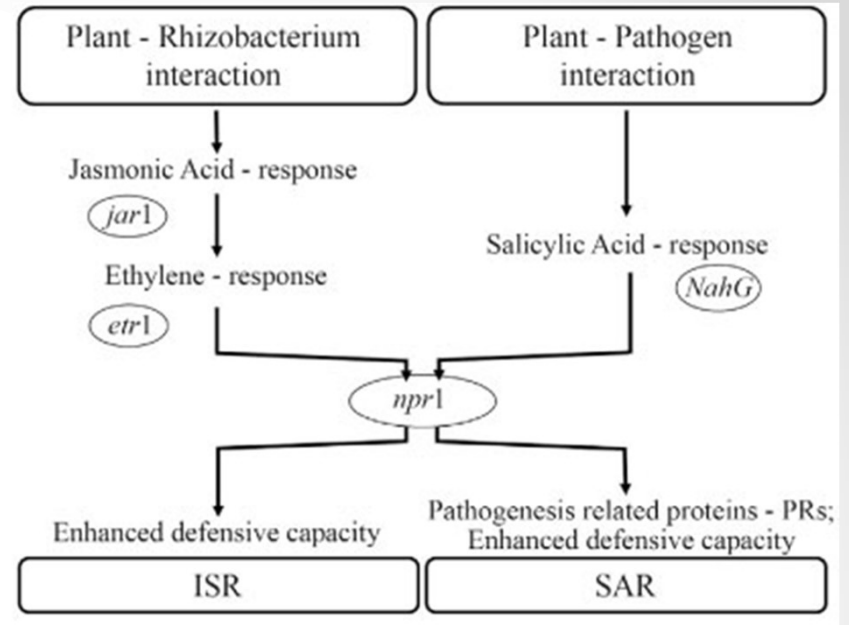
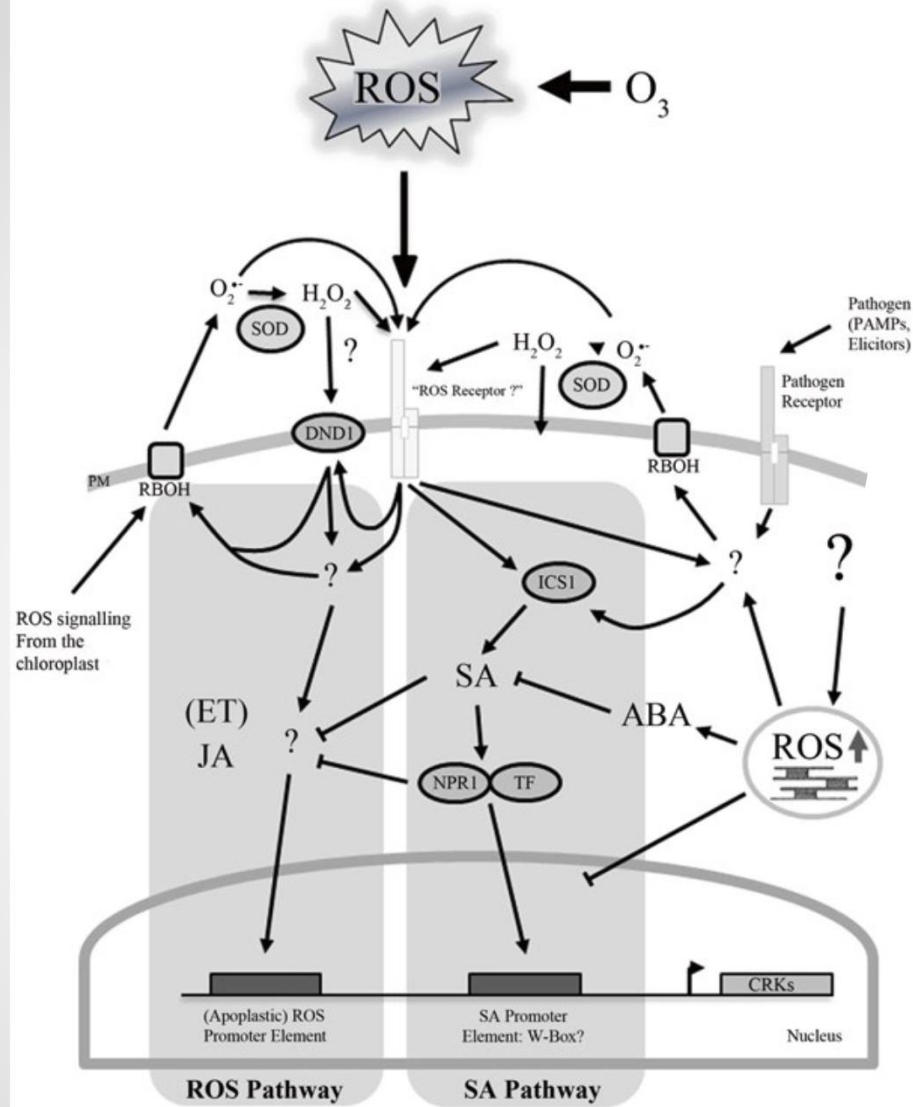


## Biosintesi SA



## Biosintesi JA





# ... Tra 20 anni ~~do~~!

- **Modello per lo studio delle risposte allo stress ossidativo nelle piante**

- Esposizione con condizioni definite e in assenza di fattori interferenti
- Ripetibilità dei parametri sperimentali
- Dosi di ozono modulabili
- Assenza di residui

- **Elicitore di metaboliti secondari**

esposizione (deliberata) ad ozono per arricchire nella pianta la concentrazione di composti fenolici bioattivi, a patto ovviamente di non influenzare negativamente la produzione quali- e quantitativa

- **Relazioni tritrofiche** (pianta/ozono/organismo nocivo)

