

Aggiornamento sulla resistenza dei patogeni ai prodotti fitosanitari

M. Collina



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO
DI SCIENZE E TECNOLOGIE
AGRO-ALIMENTARI

AGENDA

Vite (*Plasmopara viticola*)

Pero (*Stemphylium vesicarium*)

VITE

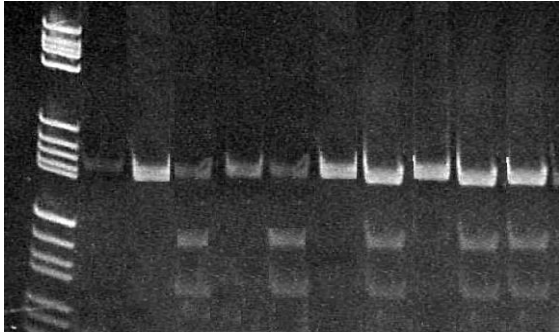
La resistenza di *Plasmopara viticola* agli antiperonosporici



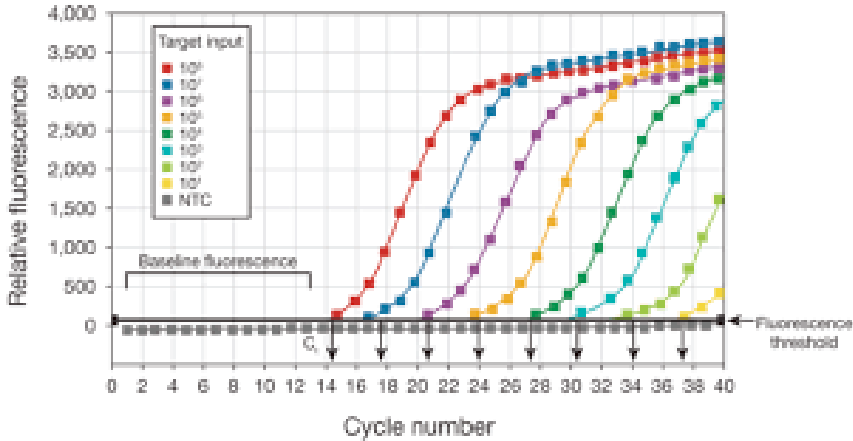
Saggi biologici



Approccio qualitativo



Approccio quantitativo



Famiglia chimica	Sostanza attiva	Esiti indagini monitoraggio passati e presenti	Attuale utilizzazione pratica
Fenilamidi	Metalaxyl, Metalaxyl-M	Casi sporadici di ridotta efficacia in diverse regioni a fine anni '80	Ripercussioni molto limitate sul piano pratico. Recenti valutazioni hanno evidenziato la presenza di rare situazioni di resistenza
	Benalaxyl-M		
Cianoacetamidi	Cymoxanil	Cali di efficacia riscontrati nelle regioni settentrionali nella seconda metà degli anni '90	Interrotto l'uso curativo-eradicante ma non sospeso l'impiego del p.a.. Recenti indagini evidenziano sporadici abbassamenti sensibilità in campo (resistenza instabile) specialmente dove utilizzato in passato come curativo
CAA	Dimethomorph	Segnalazioni di ridotta attività in alcune aree nord-orientali dal 2012-2013. Riscontrati cali di sensibilità che generalmente non causano problemi pratici specialmente se i p. a. sono utilizzati in miscela e all'interno di strategie antiresistenza	Ridotto l'impiego in alcune aree ma efficacia pratica nell'insieme ancora soddisfacente. in corso studi di proteomica per verificare la presenza di parziale resistenza incrociata tra i diversi principi attivi del gruppo
	Iprovalicarb Benthiavalicarb Valifenalate		
	Mandipropamid		
QoI	Azoxystrobin, Pyraclostrobin	Numerosi casi di inefficacia collegati a resistenza nelle regioni nord-orientali dai primi anni 2000 con progressiva riduzione dell'impiego in diverse aree dell'Italia centro-settentrionale	Attualmente l'utilizzo è molto limitato o nullo nei confronti di <i>P. viticola</i> anche grazie alla disponibilità di antiperonosporici a diverso meccanismo di azione. Recenti analisi di sensibilità svolte in Lombardia mostrano il perdurare del fenomeno.
	Famoxadone		
Qil	Cyazofamid	Importanti cali di attività dal 2017 in alcune aree settentrionali legate alla presenza di fenomeni di resistenza	Interruzioni di impiego nelle aree interessate. Il fenomeno non appare diffuso ma nelle aree inizialmente coinvolte il fenomeno non è regredito a tal punto da consentirne il reinserimento
QoSI	Ametoctradin	Presenza del fenomeno di AOX in alcune popolazioni di <i>P. viticola</i> che accomuna anche i QiI e QoI. Casi di resistenza <i>target site</i> non rilevati	Per minimizzare la comparsa di AOX si raccomanda di non ricorrere ai QoI, QoSI, QiI in applicazioni consecutive
Piridinilmetilbenzamid	Fluopicolide	Cali di attività dal 2017 in alcune aree settentrionali legate alla presenza di fenomeni di resistenza	Limitazioni/interruzioni di impiego nelle aree interessate

Indagine nella provincia di Trento



Caratteristiche dei campioni

2022

11 campioni provenienti da vigneti commerciali

Utilizzati in campo zoxamide, oxathiapiprolin, dithianon, metalaxyl, ametoctradin



Caratteristiche dei campioni

2023

15 campioni provenienti da vigneti commerciali

Si conferma la presenza nei programmi di intervento degli antiperonosporici utilizzati negli anni più recenti:

zoxamide, oxathiapiprolin, dithianon, metalaxyl, ametoctradin

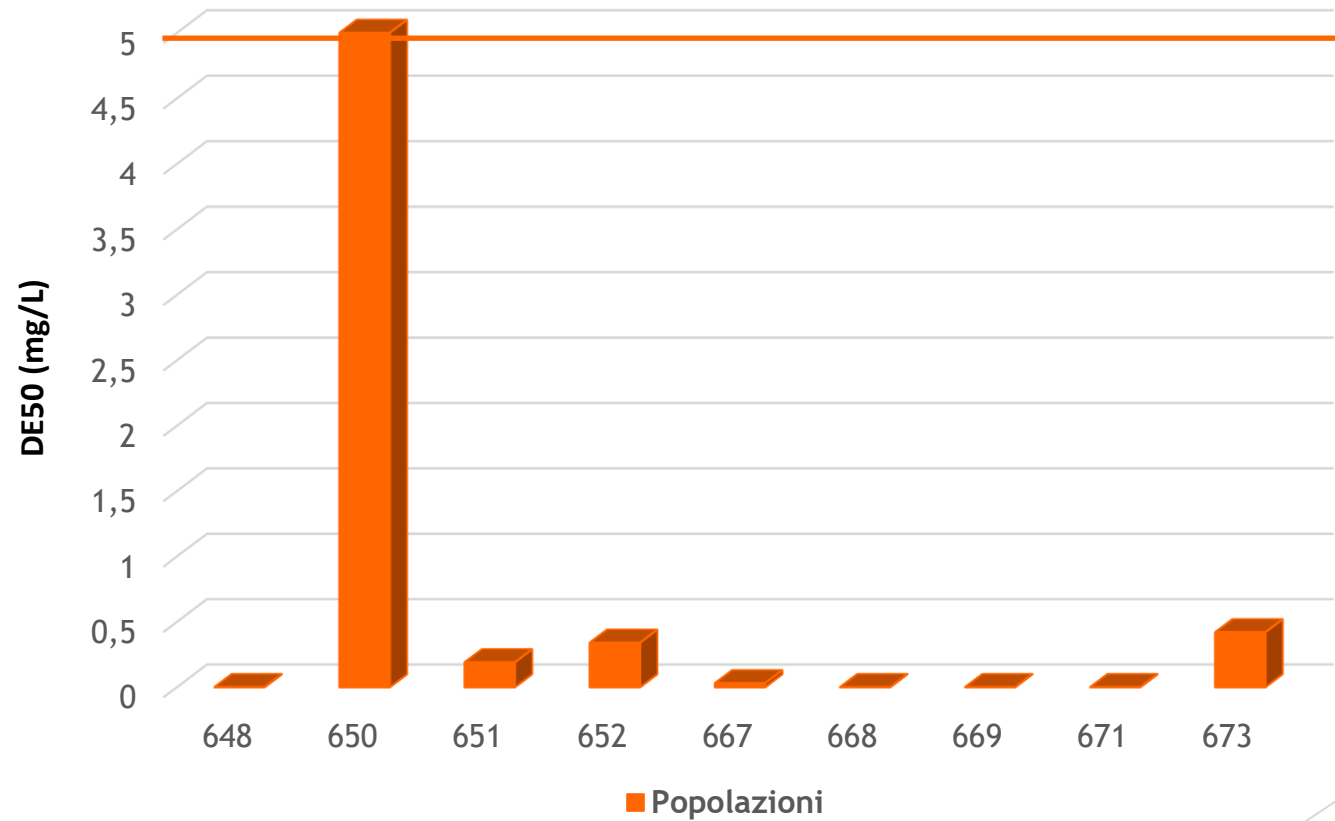
2020

Zoxamide

Baseline: DE50 < 5 mg/L

CMI < 100 mg/L

9 popolazioni analizzate



Concentrazione campo: \cong 180 mg/L

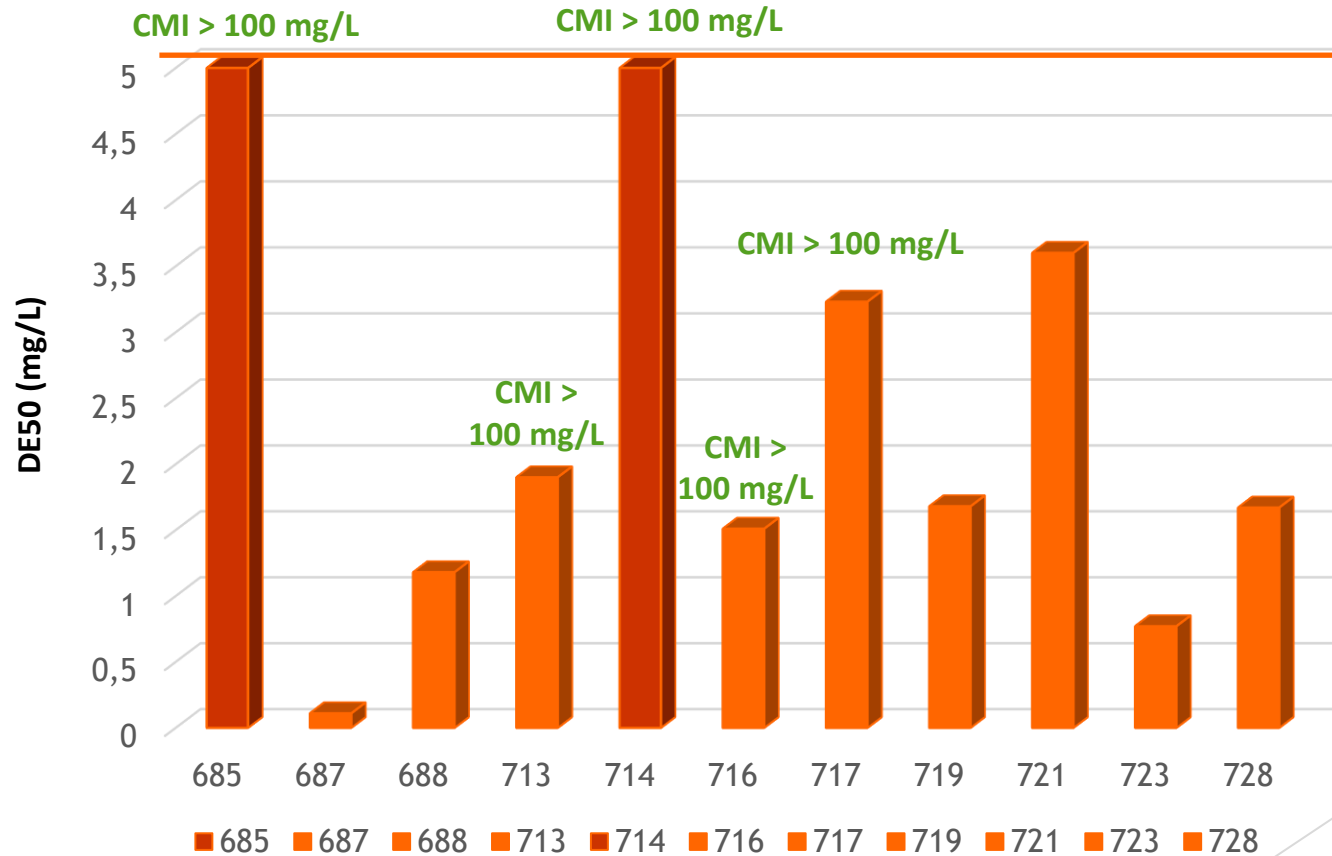
2021

Zoxamide

Baseline: DE50 < 5 mg/L

CMI < 100 mg/L

11 popolazioni analizzate



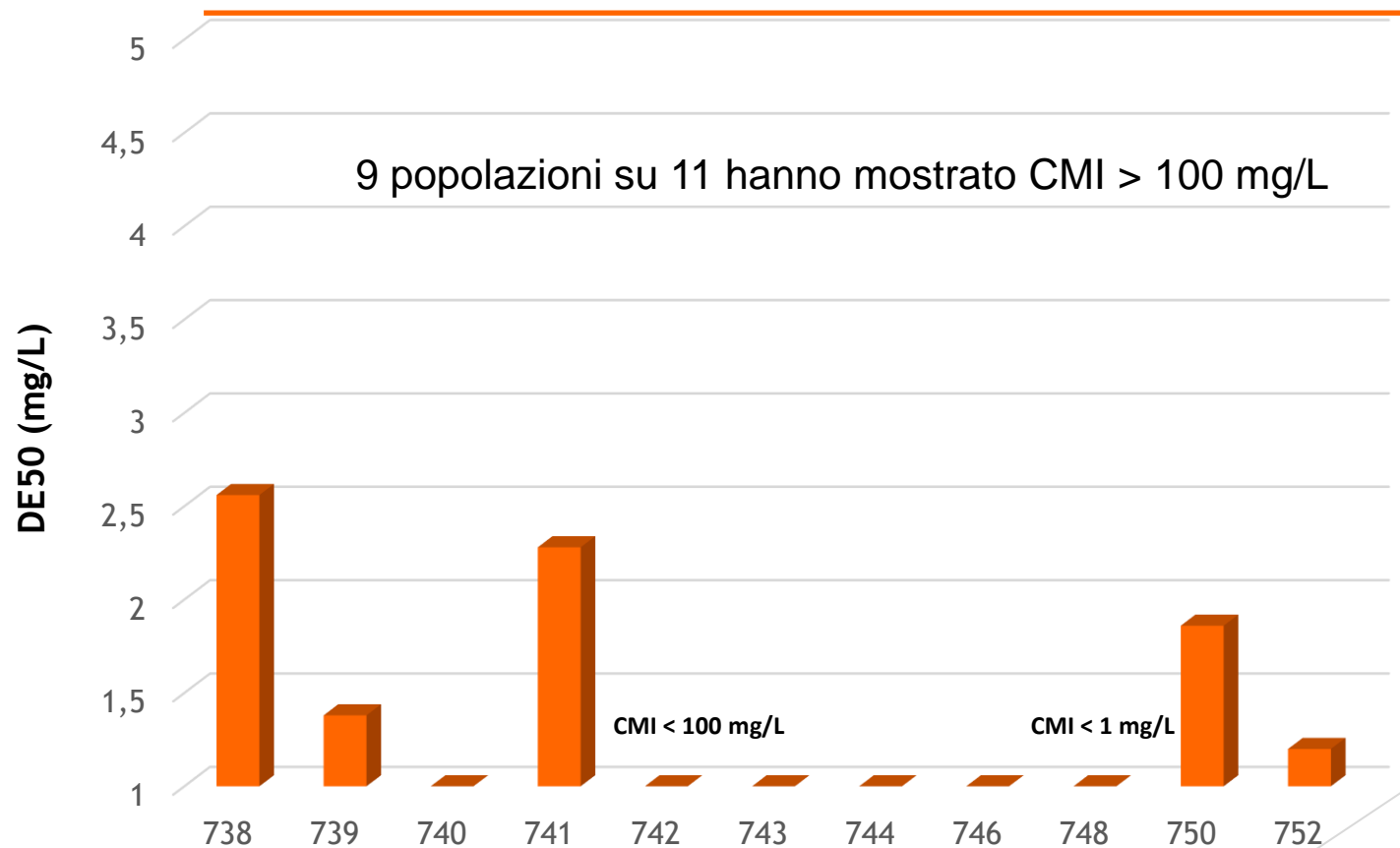
Concentrazione campo: \cong 180 mg/L

2022

Zoxamide

Baseline: DE50 < 5 mg/L

CMI < 100 mg/L



Concentrazione campo: \cong 180 mg/L

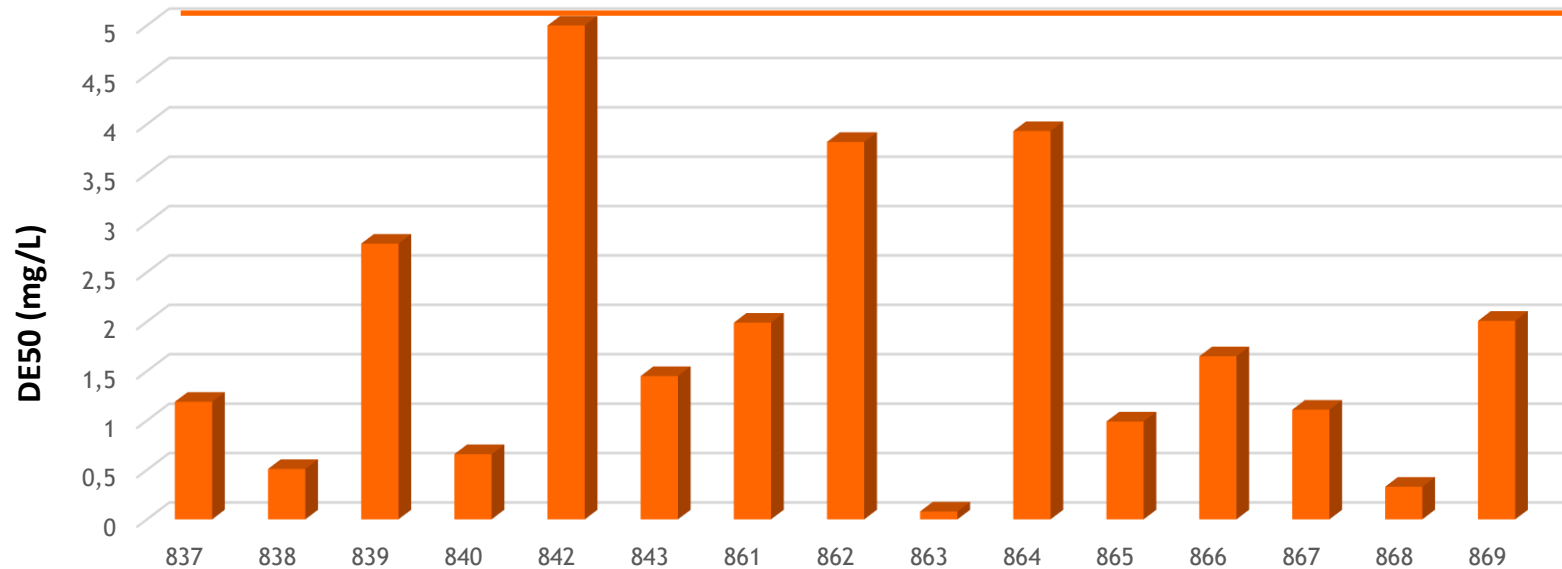
Zoxamide

Baseline: DE50 < 5 mg/L

CMI < 100 mg/L

2023

Tutte le popolazioni CMI > 100 mg/L



Concentrazione campo: \cong 180 mg/L

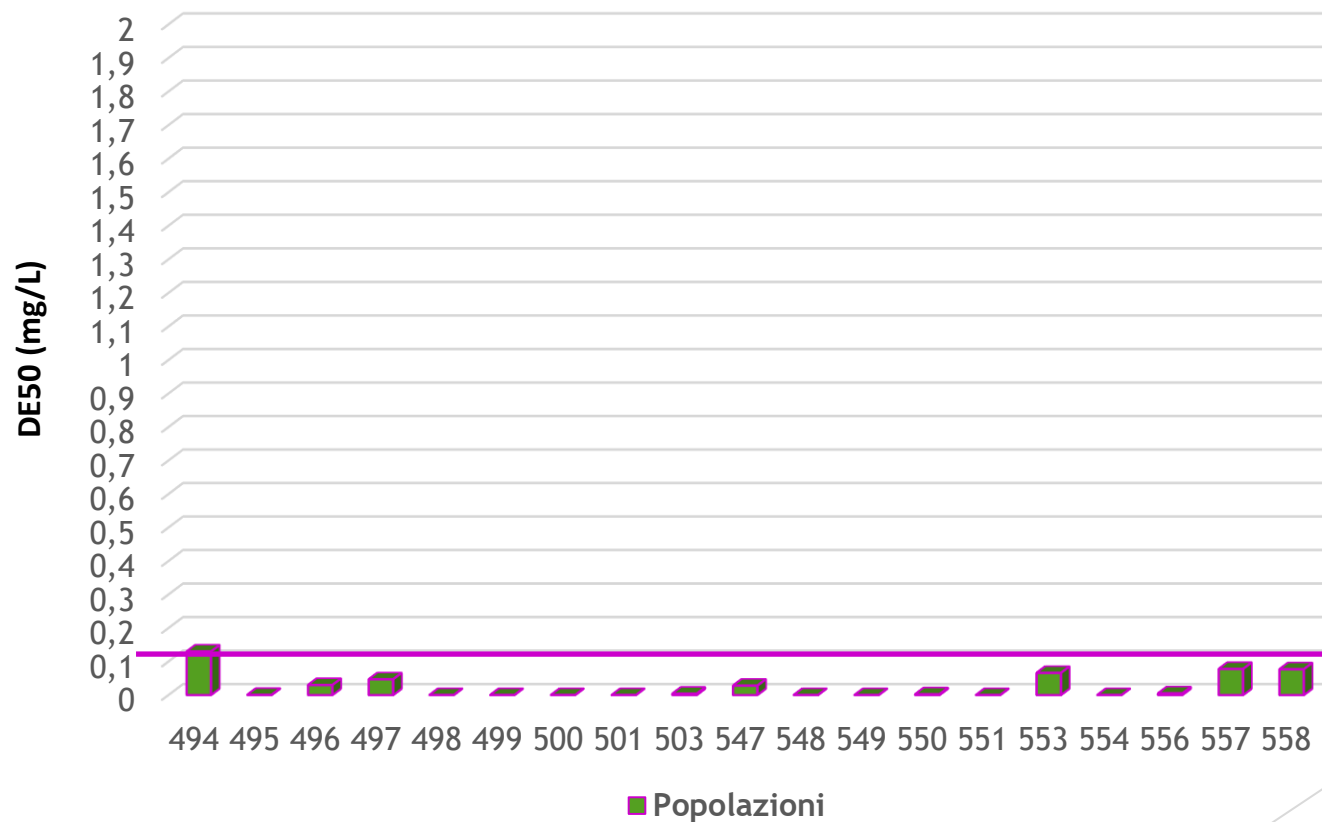
2018

Oxathiapiprolin

Baseline: DE50 < 0,1 mg/L



19 popolazioni analizzate



Concentrazione campo: \cong 40 mg/L

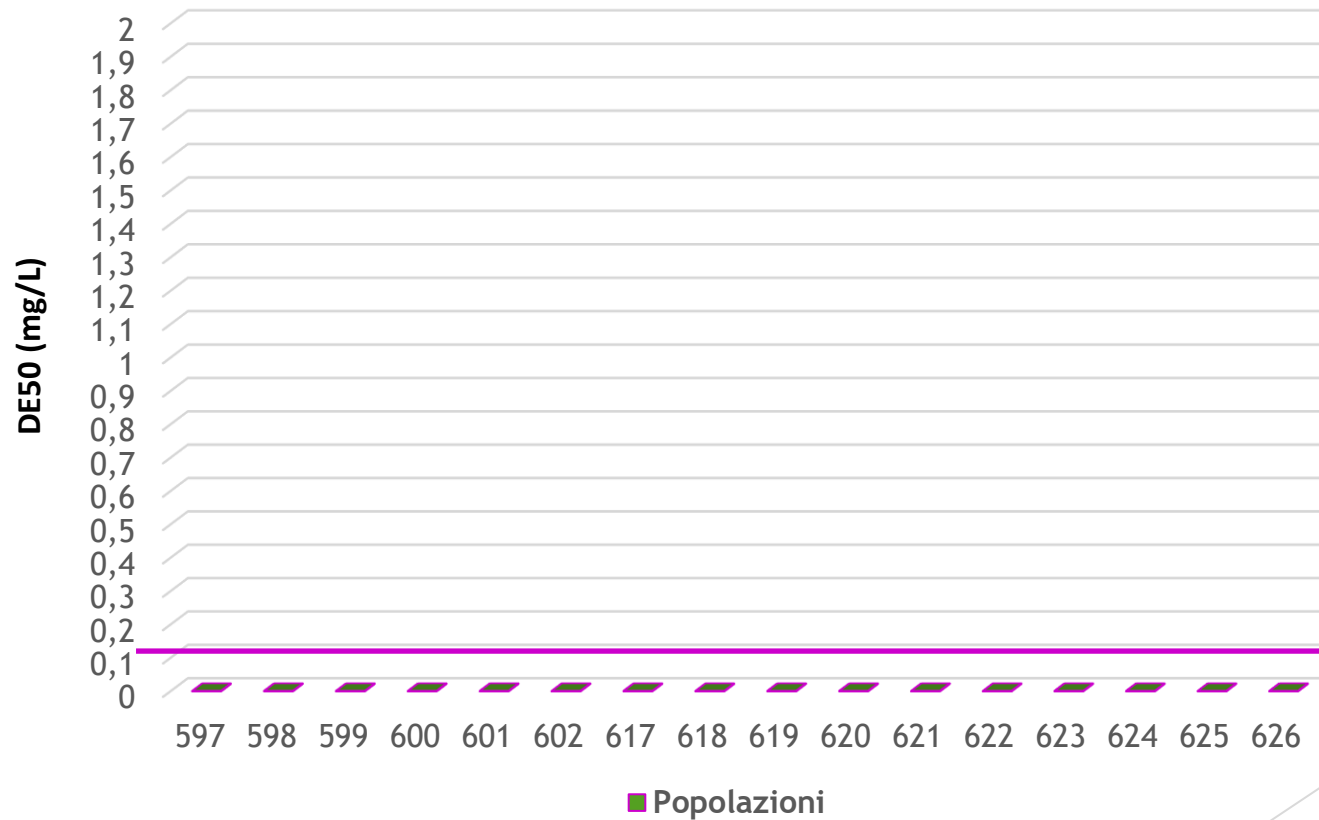
Oxathiapiprolin

Baseline: DE50 < 0,1 mg/L



2019

16 popolazioni analizzate



Concentrazione campo: \cong 40 mg/L

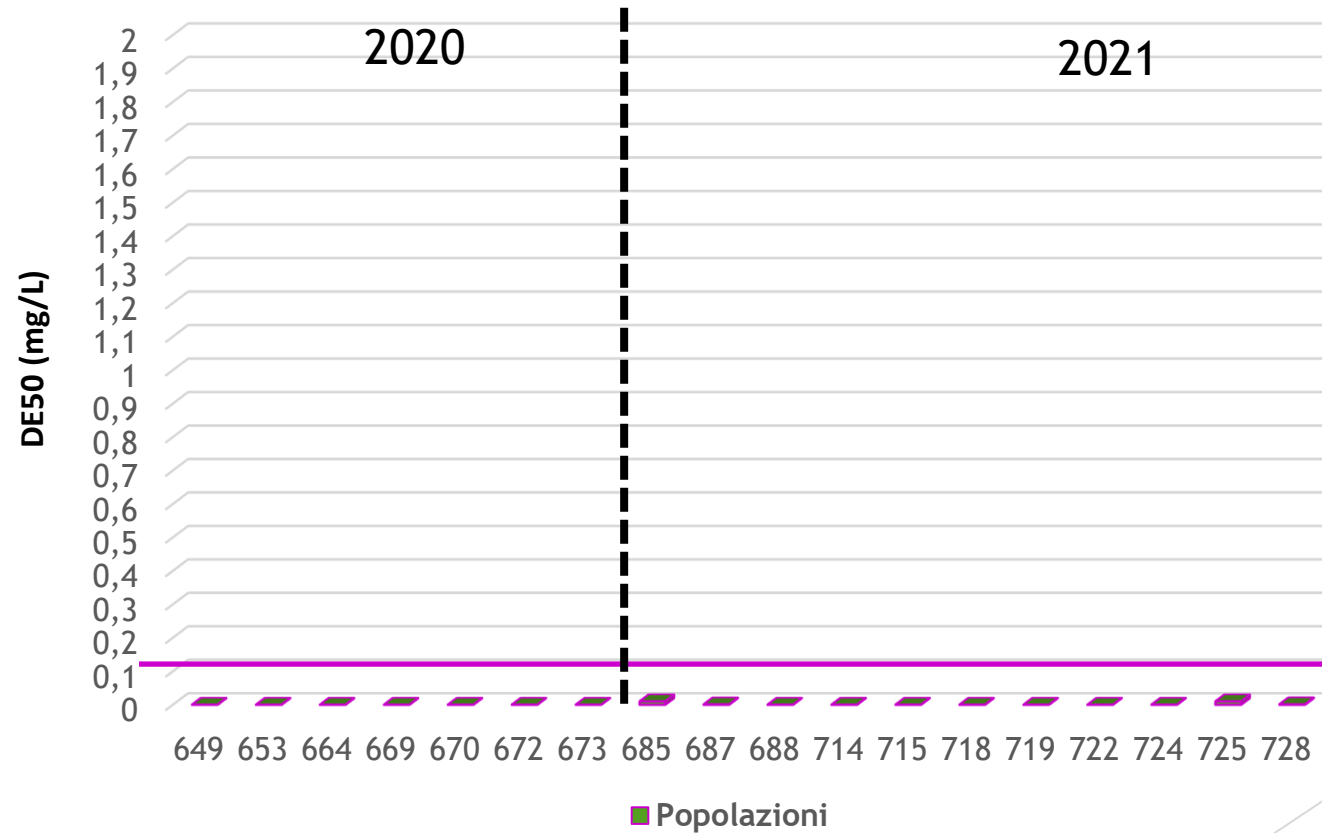
2020-2021

Oxathiapiprolin

Baseline: DE50 < 0,1 mg/L



18 popolazioni analizzate
(7 nel 2020 e 11 nel 2021)



Concentrazione campo: \cong 40 mg/L

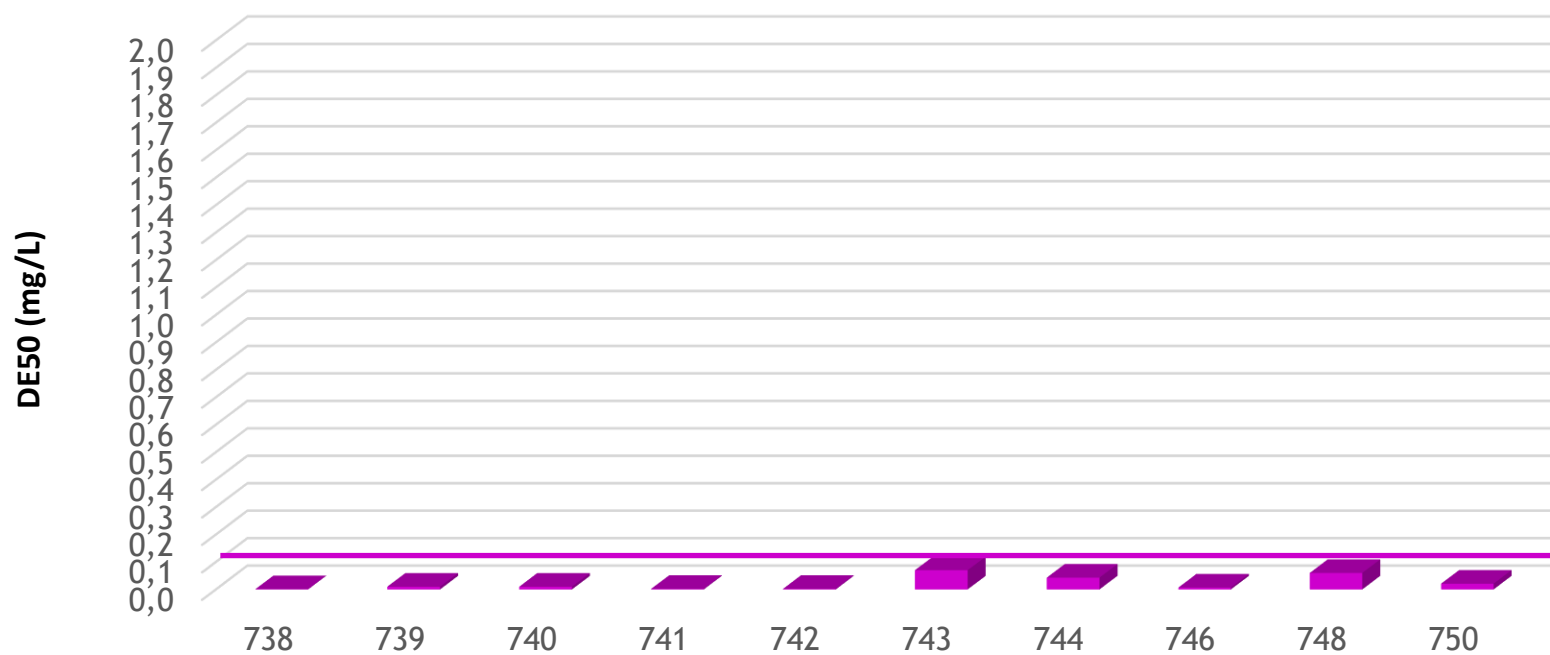
2022

Oxathiapiprolin

Baseline: DE50 < 0,1 mg/L



10 popolazioni analizzate



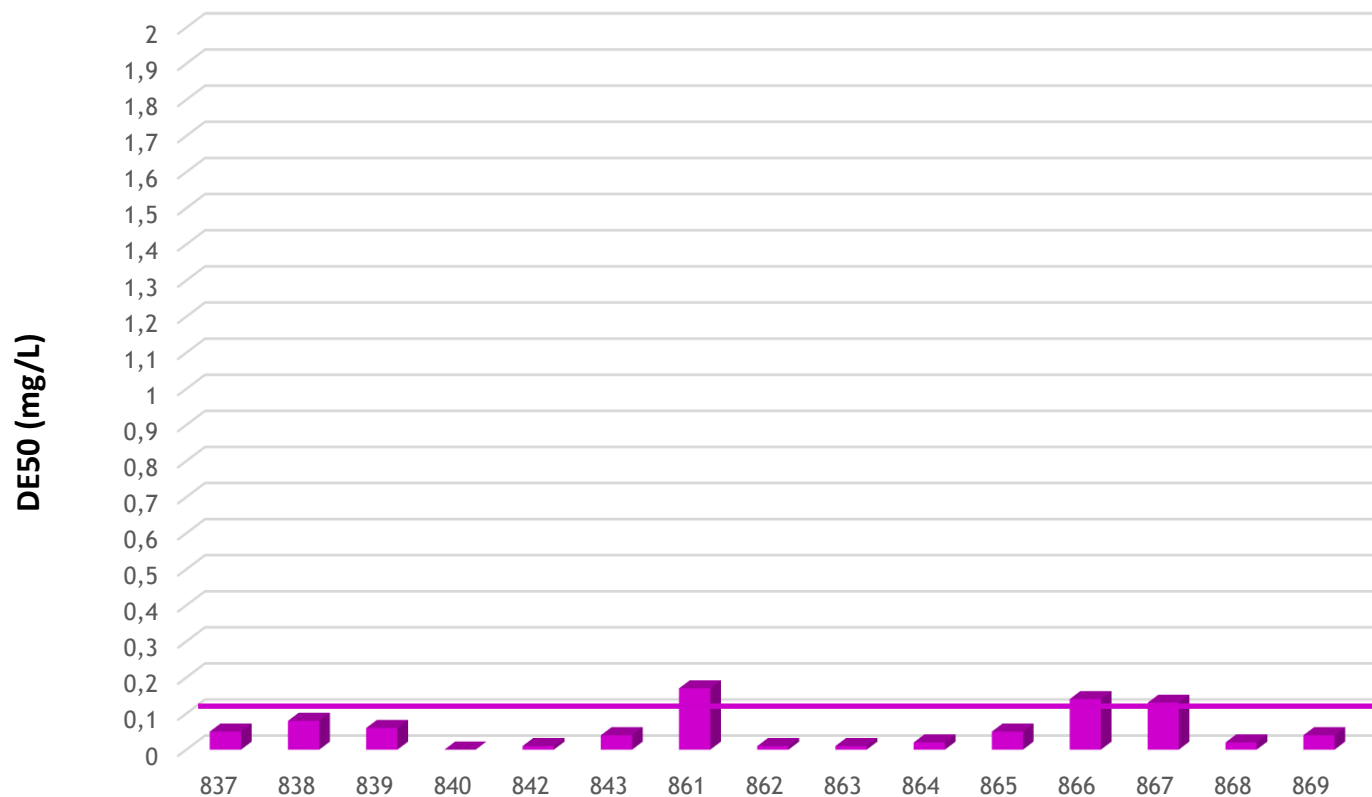
Concentrazione campo: \cong 40 mg/L

2023

Oxathiapiprolin

Baseline: DE50 < 0,1 mg/L

15 popolazioni analizzate



Concentrazione campo: \cong 40 mg/L

Indagine Regione Friuli Venezia Giulia



Caratteristiche dei campioni

2022

10 campioni provenienti da vigneti commerciali

Utilizzati in campo zoxamide, oxathiapiprolin, dithianon, metalaxyl, ametoctradin, dimethomorph

Caratteristiche dei campioni

2023

24 campioni provenienti da vigneti commerciali

Si conferma la presenza nei programmi di intervento degli antiperonosporici utilizzati negli anni più recenti:

zoxamide, oxathiapiprolin, dithianon, metalaxyl, ametoctradin

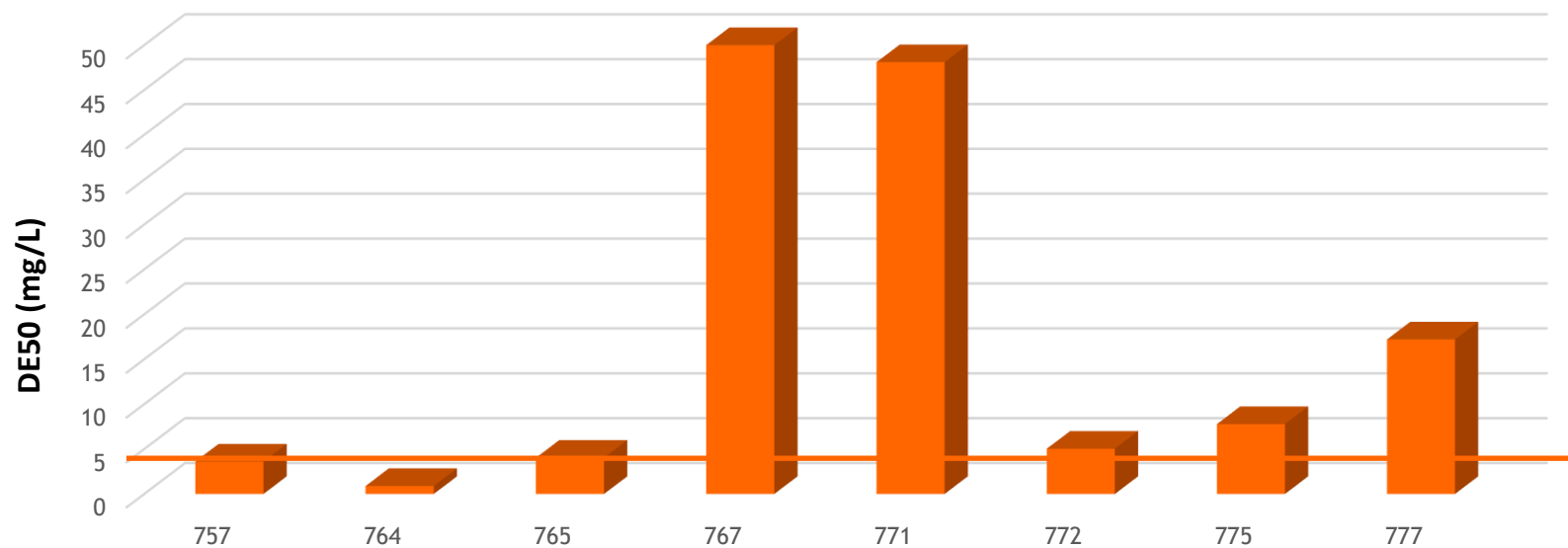
Zoxamide

Baseline: DE50 < 5 mg/L

CMI < 100 mg/L

2022

Tutte le popolazioni CMI > 100 mg/L



Concentrazione campo: \cong 180 mg/L

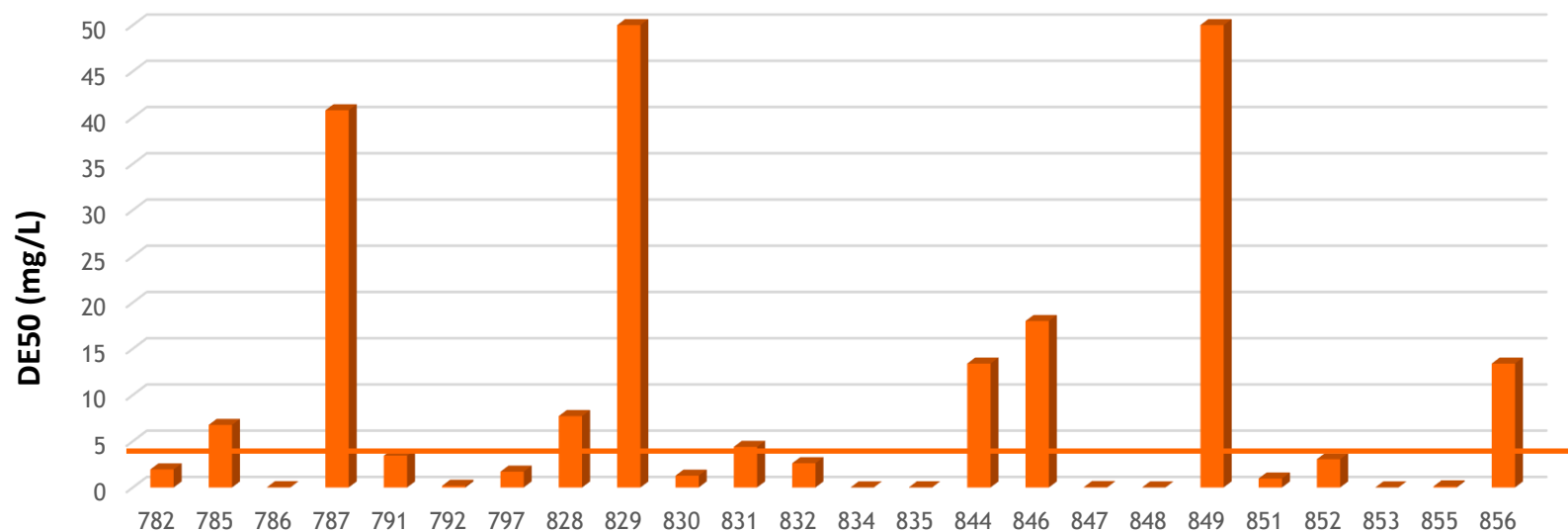
Zoxamide

Baseline: DE50 < 5 mg/L

CMI < 100 mg/L

2023

18 popolazioni > 100 mg/L



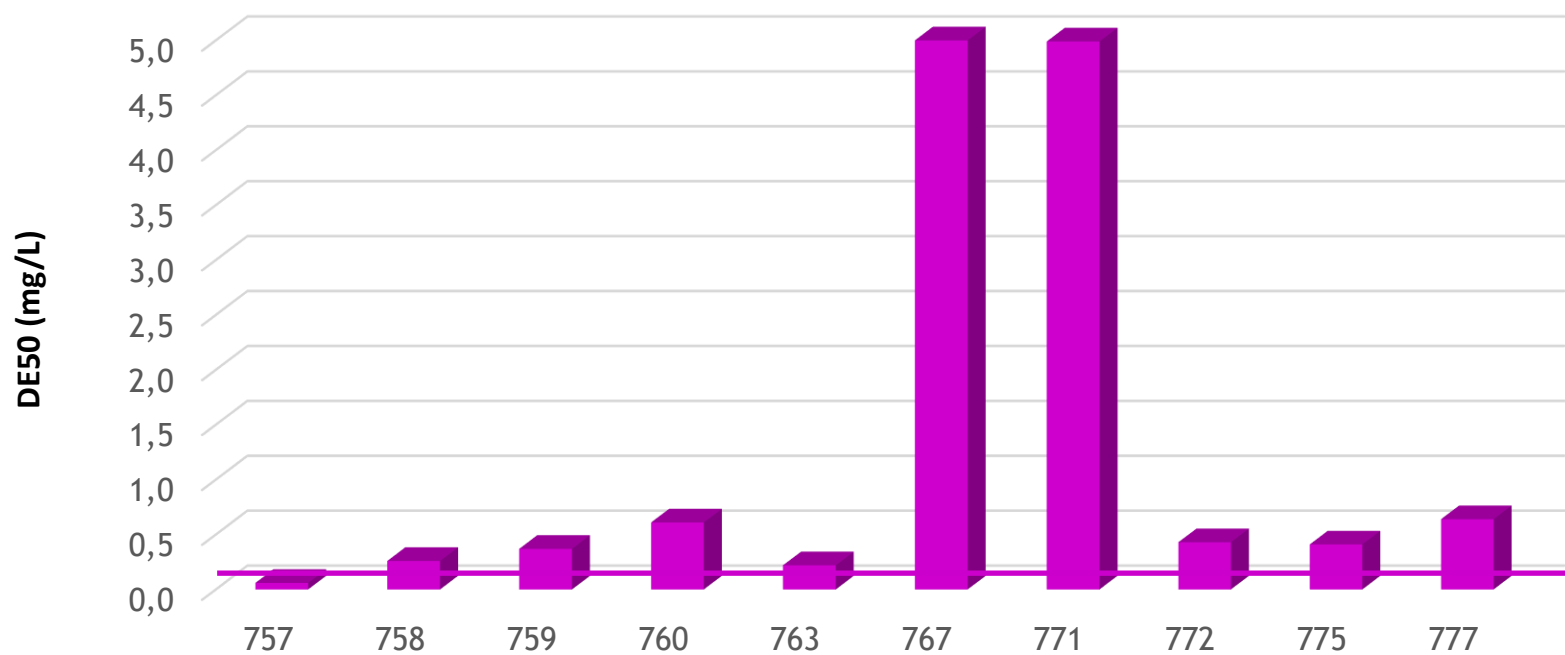
Concentrazione campo: \cong 180 mg/L

2022

Oxathiapiprolin

Baseline: DE50 < 0,1 mg/L

5 popolazioni con CMI >5



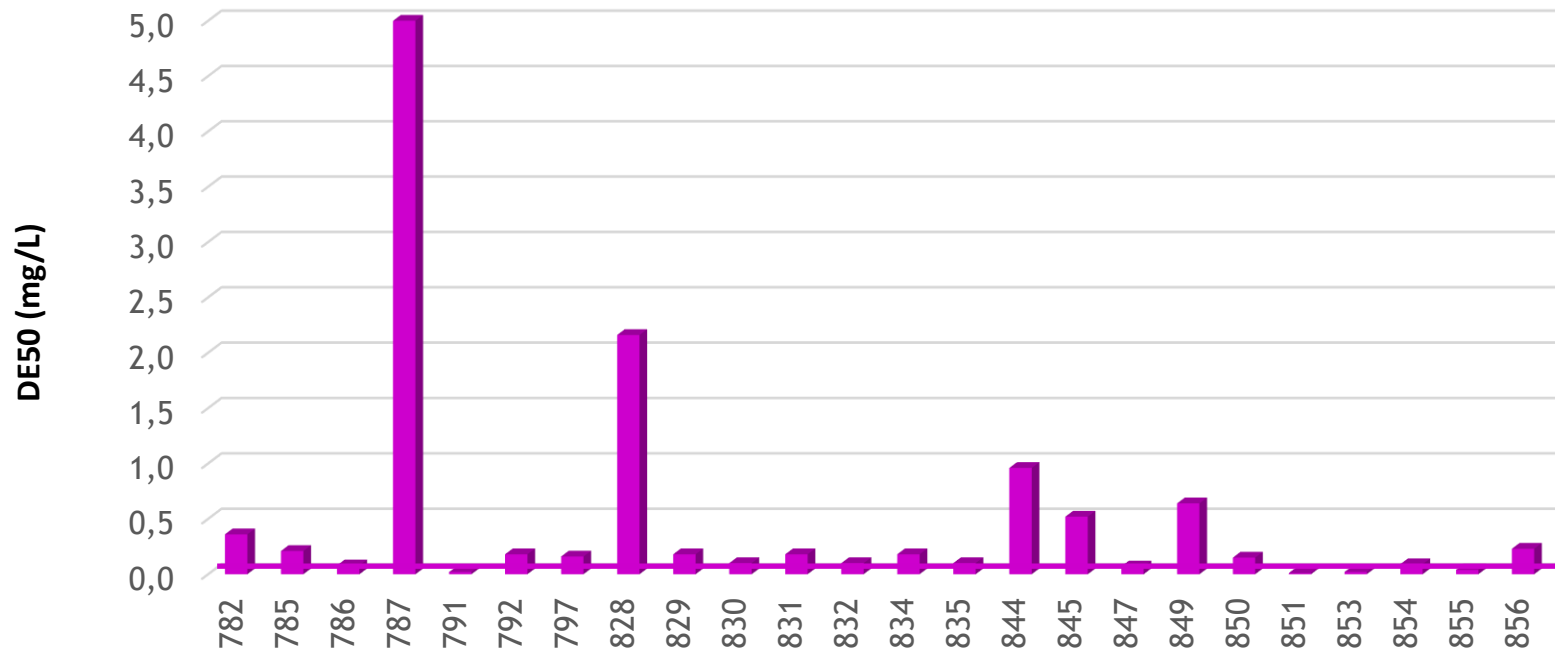
Concentrazione campo: \cong 40 mg/L

2023

Oxathiapiprolin

Baseline: DE50 < 0,1 mg/L

13 popolazioni con CMI >5



Concentrazione campo: \cong 40 mg/L

Concludendo su zoxamide

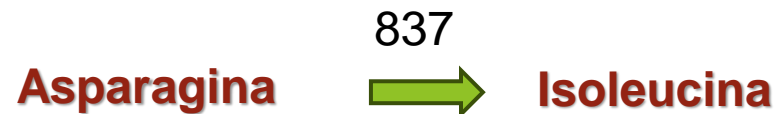
- ✓ Saggiata in 7 anni di indagine (2017-2023). Nel 2020 è stato riscontrato un caso sospetto con un aumento negli anni successivi. Il suo diffuso utilizzo sta conducendo ad un logoramento della molecola in termini di sensibilità seppure in sostanziale assenza di cali di efficacia
- ✓ Per rallentare la diffusione del fenomeno e, soprattutto, evitare perdite di produzione è essenziale ricorrere a stringenti strategie antiresistenza che, in alcune aree, potrà significare una forte riduzione nell'uso della molecola, specialmente da sola
- ✓ Attenzione alle miscele con altre sostanze che, seppure a diverso meccanismo di azione, presentano abbassamenti di sensibilità
- ✓ Sono in corso analisi molecolari sulla ricerca della sostituzione aminoacidica nella β tubulina («target site»): **C239S**



Conclusioni su oxathiapiprolin

- ✓ Saggiato a partire dal primo anno di autorizzazione (2018) ha sempre dimostrato la sua elevata attività e assenza di cali di sensibilità. Negli ultimi due anni il timore di un cedimento legato ad abbassamenti di sensibilità, in particolare in alcuni areali (regione FVG), ha condotto, oltre che a suggerire più stringenti strategie antiresistenza e utilizzi esclusivamente preventivi, anche alla riduzione del numero di trattamenti
- ✓ Sono in corso analisi molecolari sulla ricerca della sostituzione aminoacidica in PvORP1 («target site»):

N837I



Research Article

Received: 15 July 2022 Revised: 27 October 2022 Accepted article published: 26 November 2022 Published online in Wiley Online Library: 8 December 2022

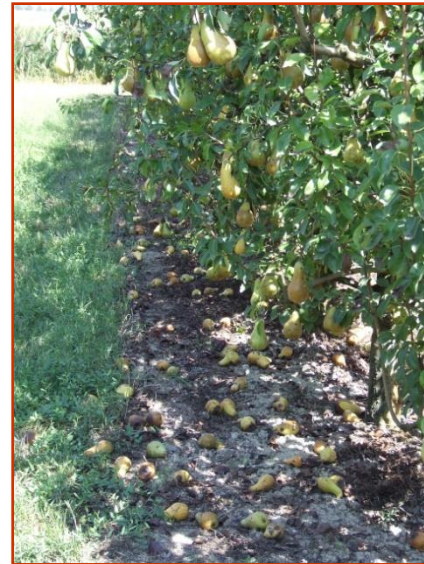
(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/ps.7302

Characterization of Italian *Plasmopara viticola* populations for resistance to oxathiapiprolin

Federico Massi,^a Stefano FF Torriani,^b Maya Waldner-Zulauf,^b Piero A Bianco,^a Mauro Coatti,^c Paolo Borsa,^c Lorenzo Borghi^b and Silvia L Toffolatti^{a*}

PERO

La resistenza di
Stemphylium vesicarium ai fungicidi



Indagini sulla sensibilità di *S. vesicarium* ai fungicidi

2022

Campioni provenienti da	N. di frutteti
Emilia-Romagna	
Bologna	21
Ferrara	51
Modena	35
Ravenna	33
TOTALE	140

SDHI: boscalid, fluopyram, fluxapyroxad, penthiopyrad

captan

fludioxonil

fluazinam

tebuconazole, difenoconazole, mefentrifluconazole

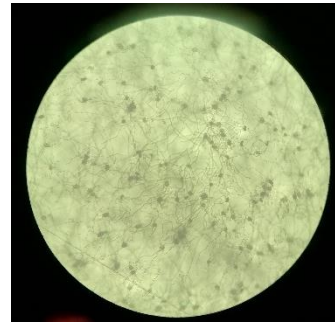
Indagini sulla sensibilità di *S. vesicarium* ai fungicidi

2023

Campioni provenienti da	N. di frutteti
Emilia-Romagna	
Bologna	2
Ferrara	8
Modena	1
Ravenna	1
Reggio Emilia	4
TOTALE	16

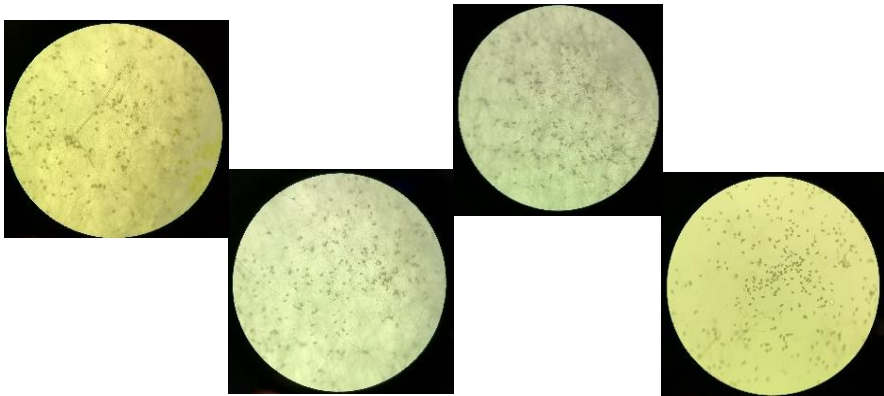
SDHI: boscalid, fluopyram, fluxapyroxad, penthiopyrad
captan
fludioxonil
fluazinam
tebuconazole, difenoconazole, mefentrifluconazole

ANALISI SPETTROFOTOMETRICHE



FLUAZINAM

DE50 mg/L di p.a.



$0,06 < DE50 < 0,43 \text{ mg/L}$

2022

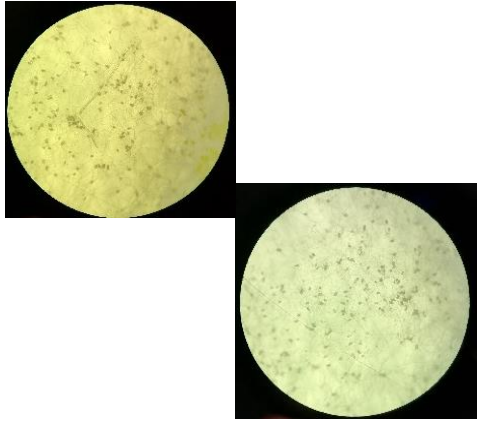
$0,03 < DE50 < 0,27 \text{ mg/L}$

2023

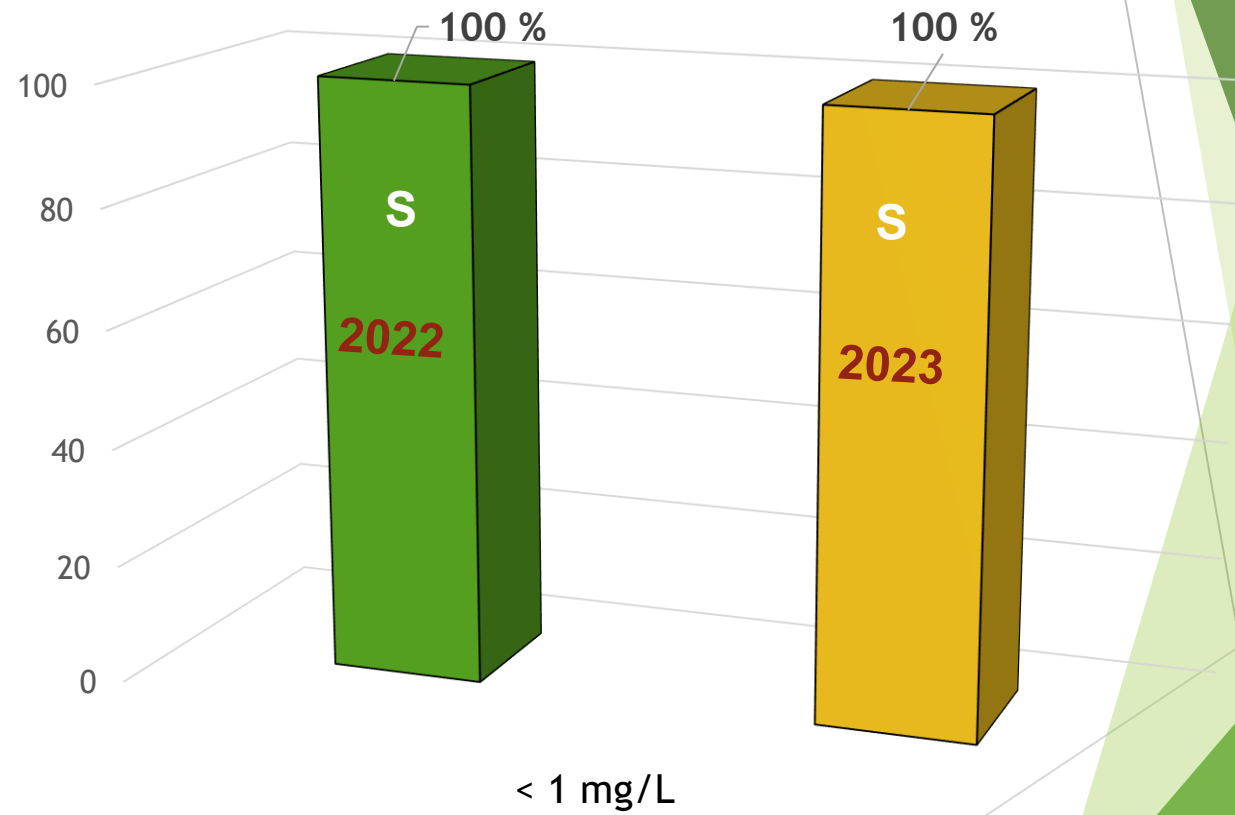
Completa sensibilità

DIFENOCONAZOLE

DE50 mg/L di p.a.

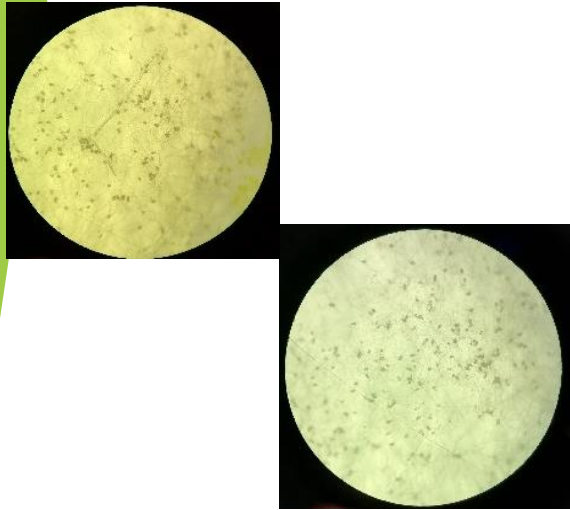


S = Sensibili

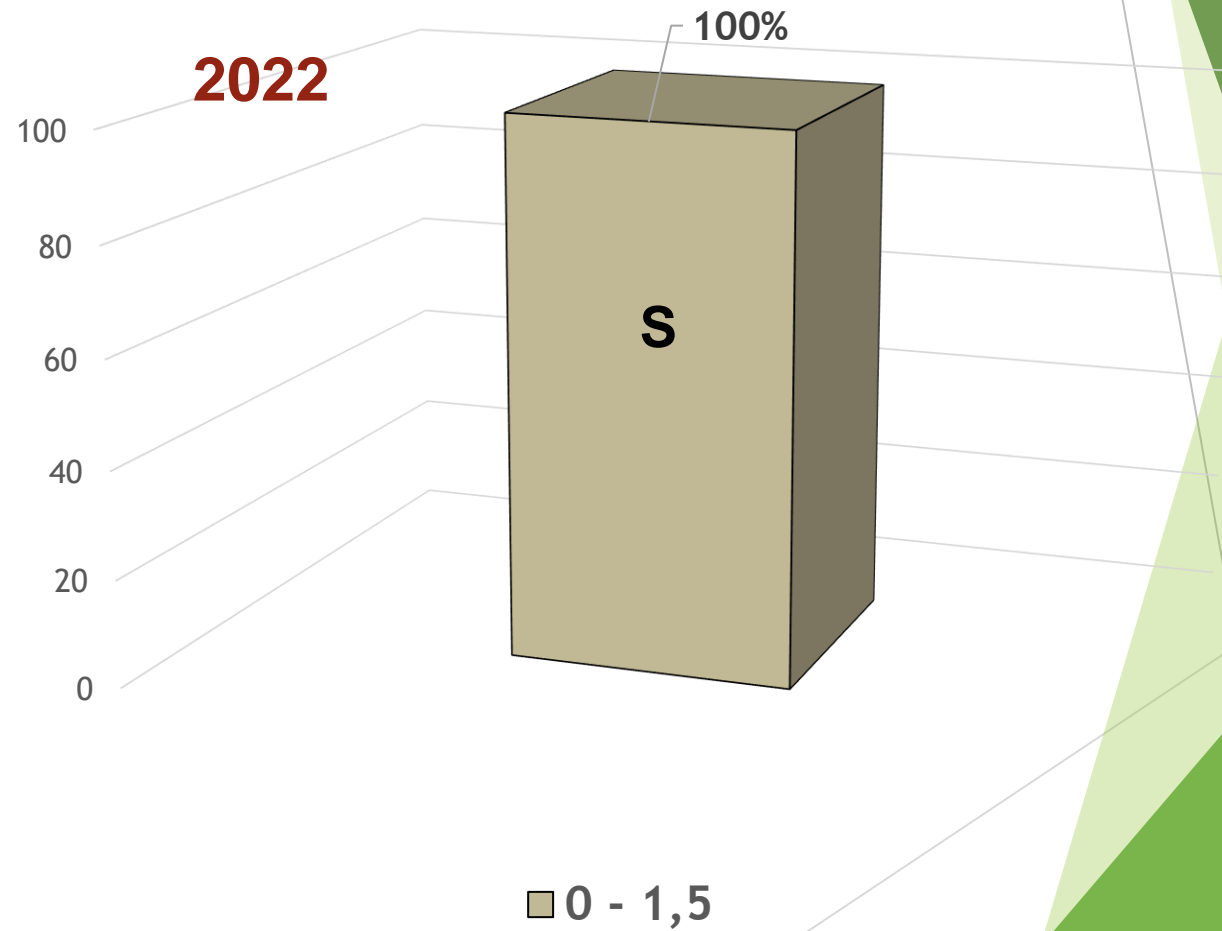


MEFENTRIFLUCONAZOLE (REVYSOL)

DE50 mg/L di p.a.

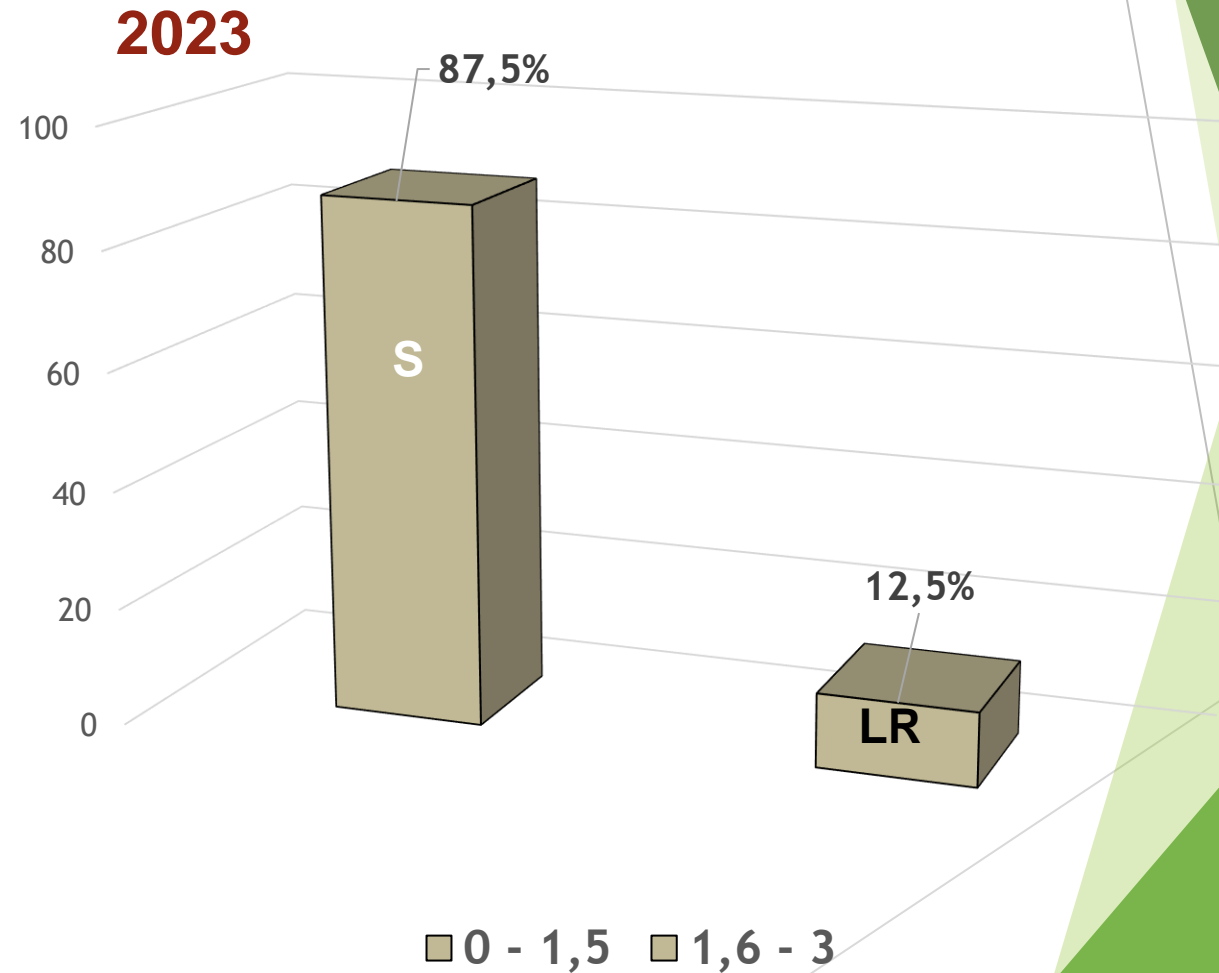
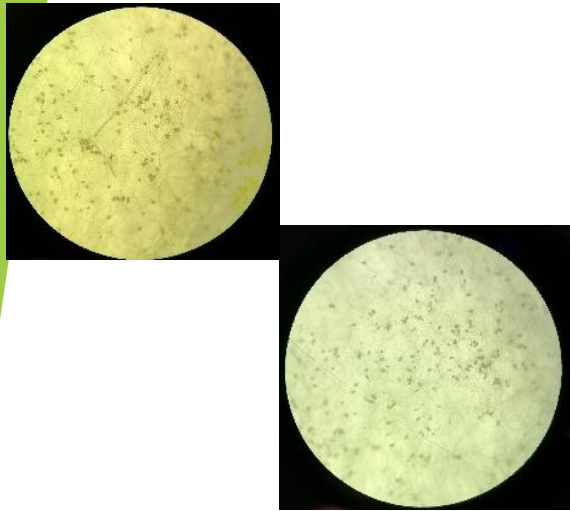


S = Sensibili



MEFENTRIFLUCONAZOLE (REVYSOL)

DE50 mg/L di p.a.



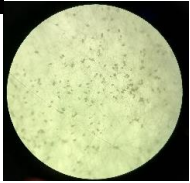
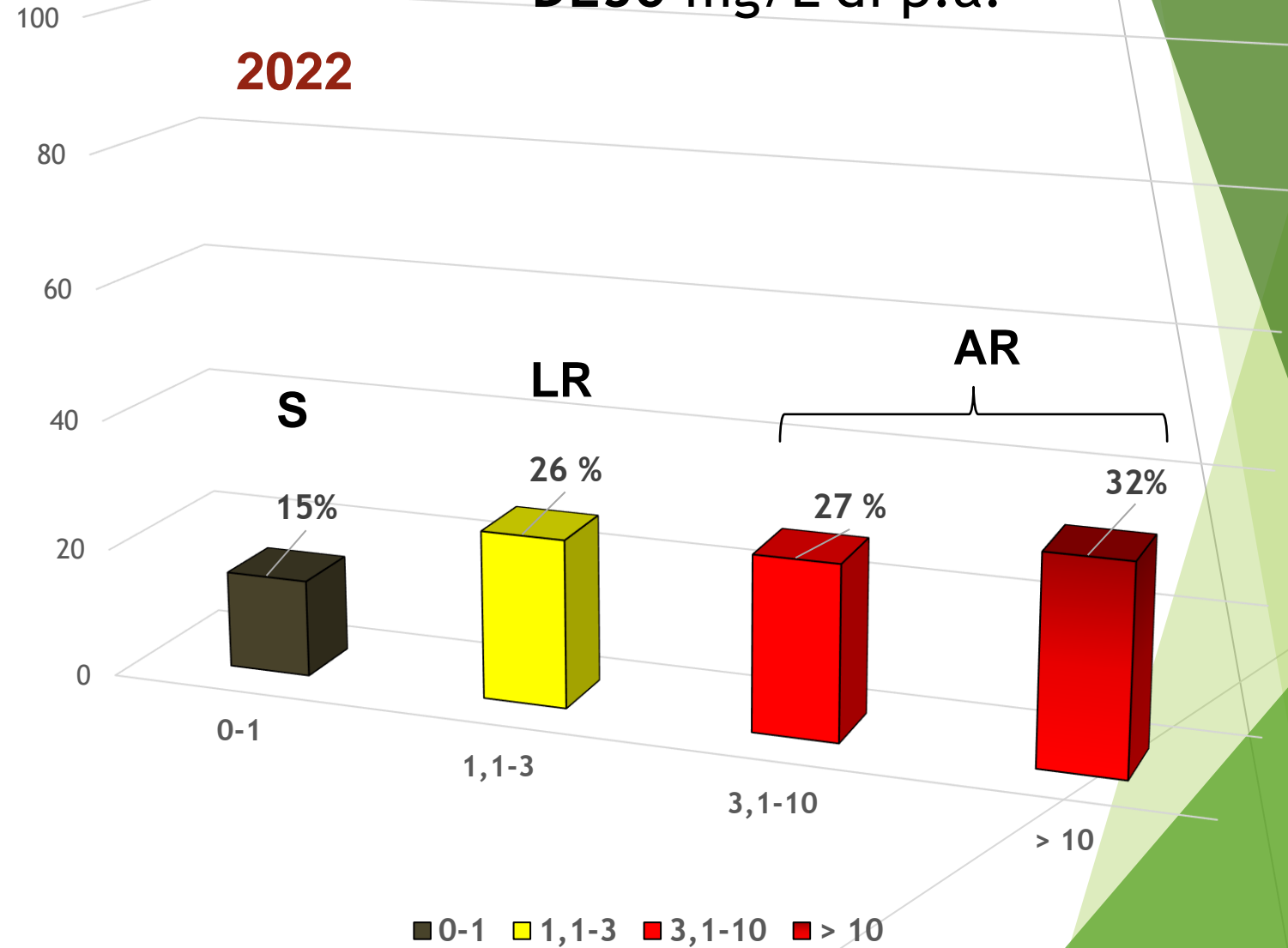
S = Sensibili

LR = Lievemente Resistenti

TEBUCONAZOLE

DE50 mg/L di p.a.

2022



S = Sensibili

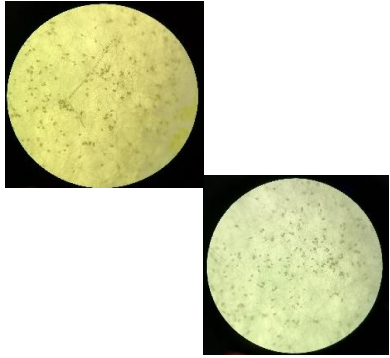
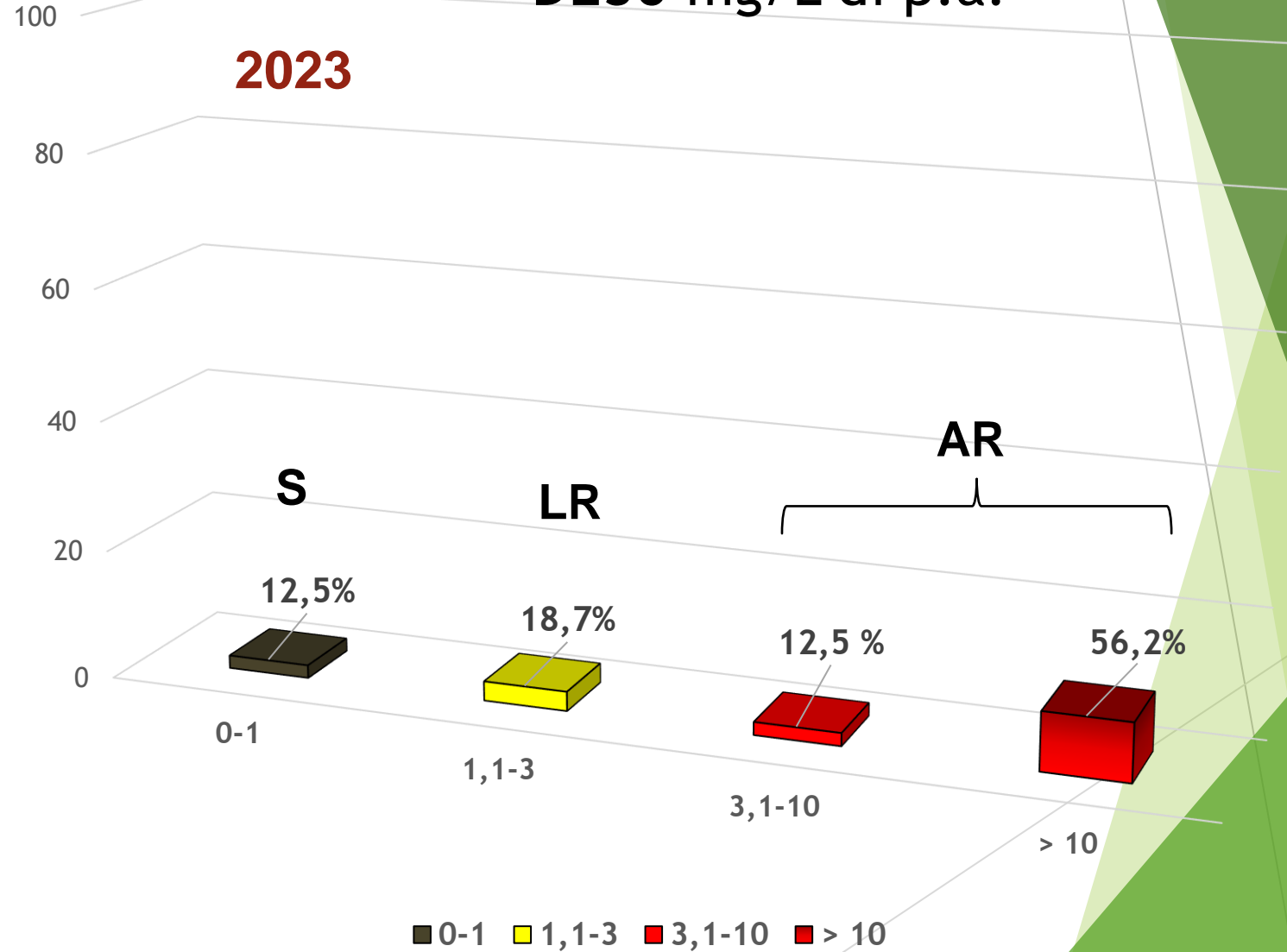
LR = Lievemente Resistenti

AR = Altamente Resistenti

TEBUCONAZOLE

DE50 mg/L di p.a.

2023



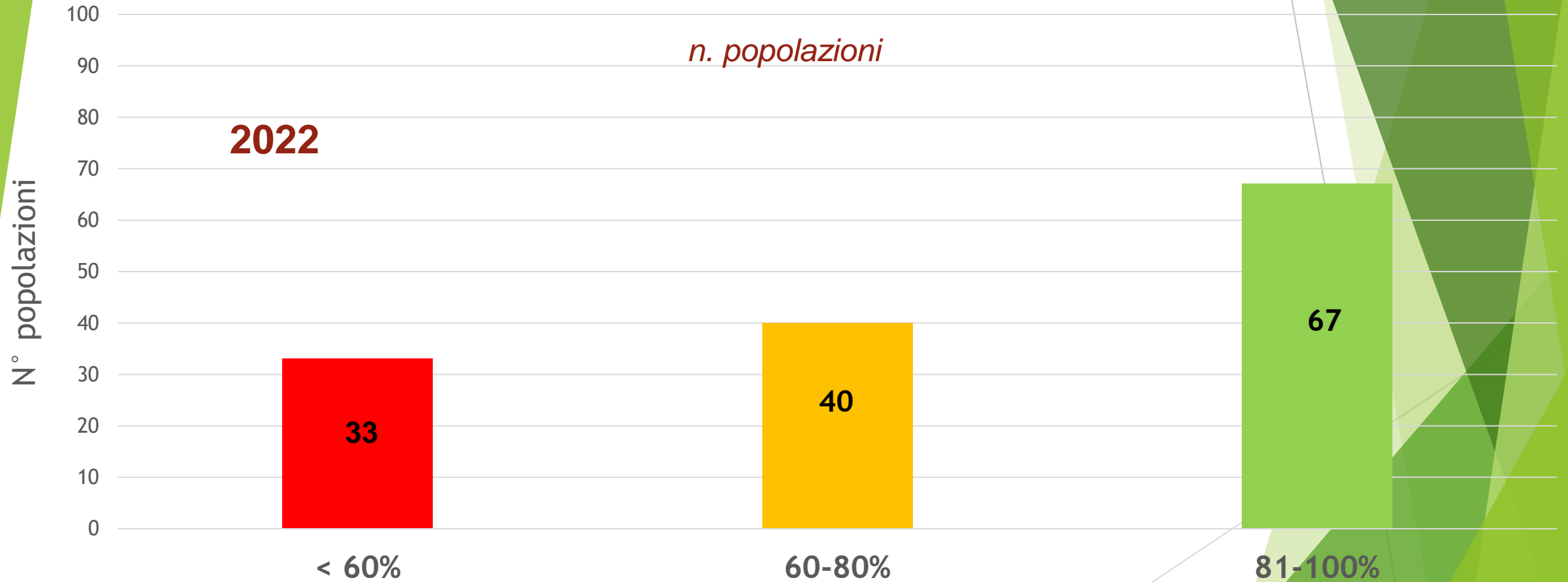
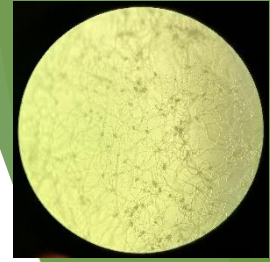
S = Sensibili

LR = Lievemente Resistenti

AR = Altamente Resistenti

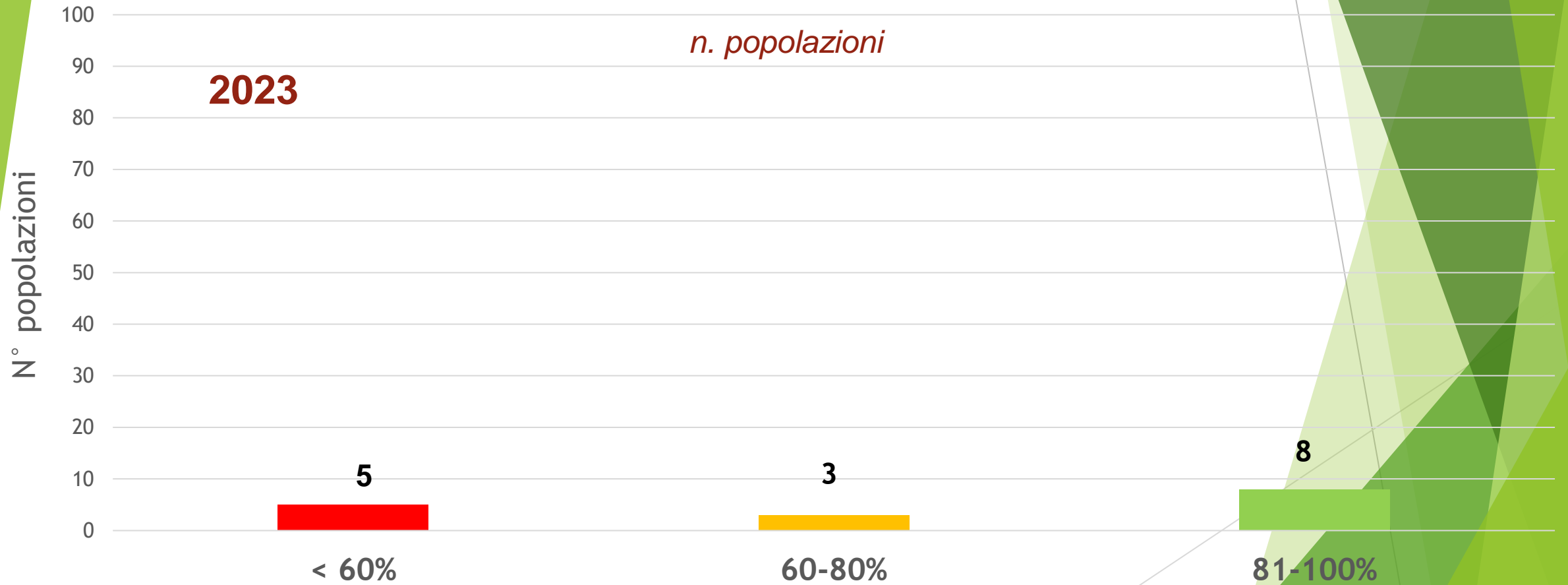
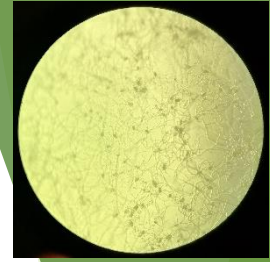
CAPTAN

Grado di azione a 100 mg/L di p.a.



CAPTAN

Grado di azione a 100 mg/L di p.a.

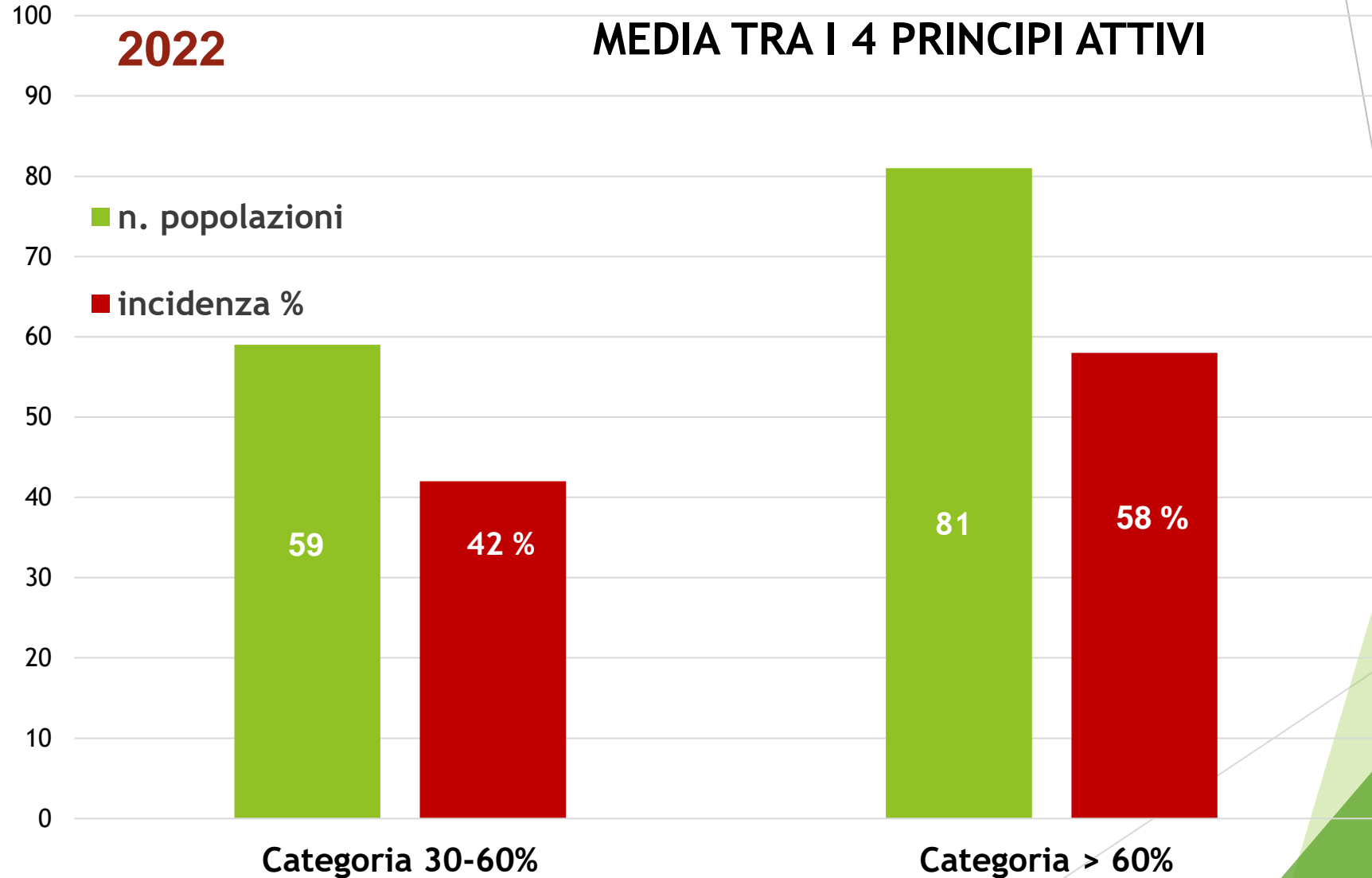


SDHI

Grado di azione a 30 mg/L di p.a.

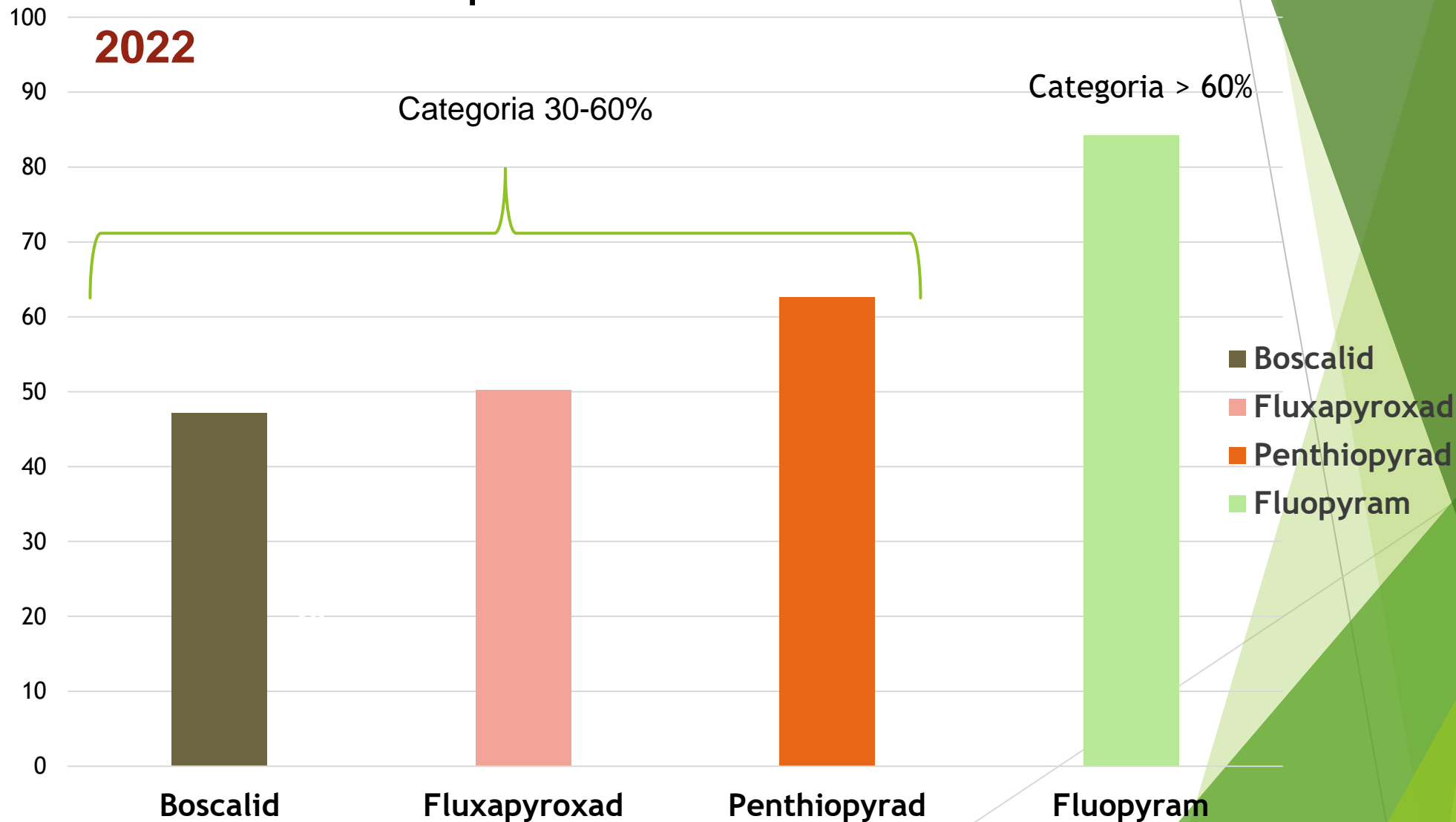
MEDIA TRA I 4 PRINCIPI ATTIVI

2022



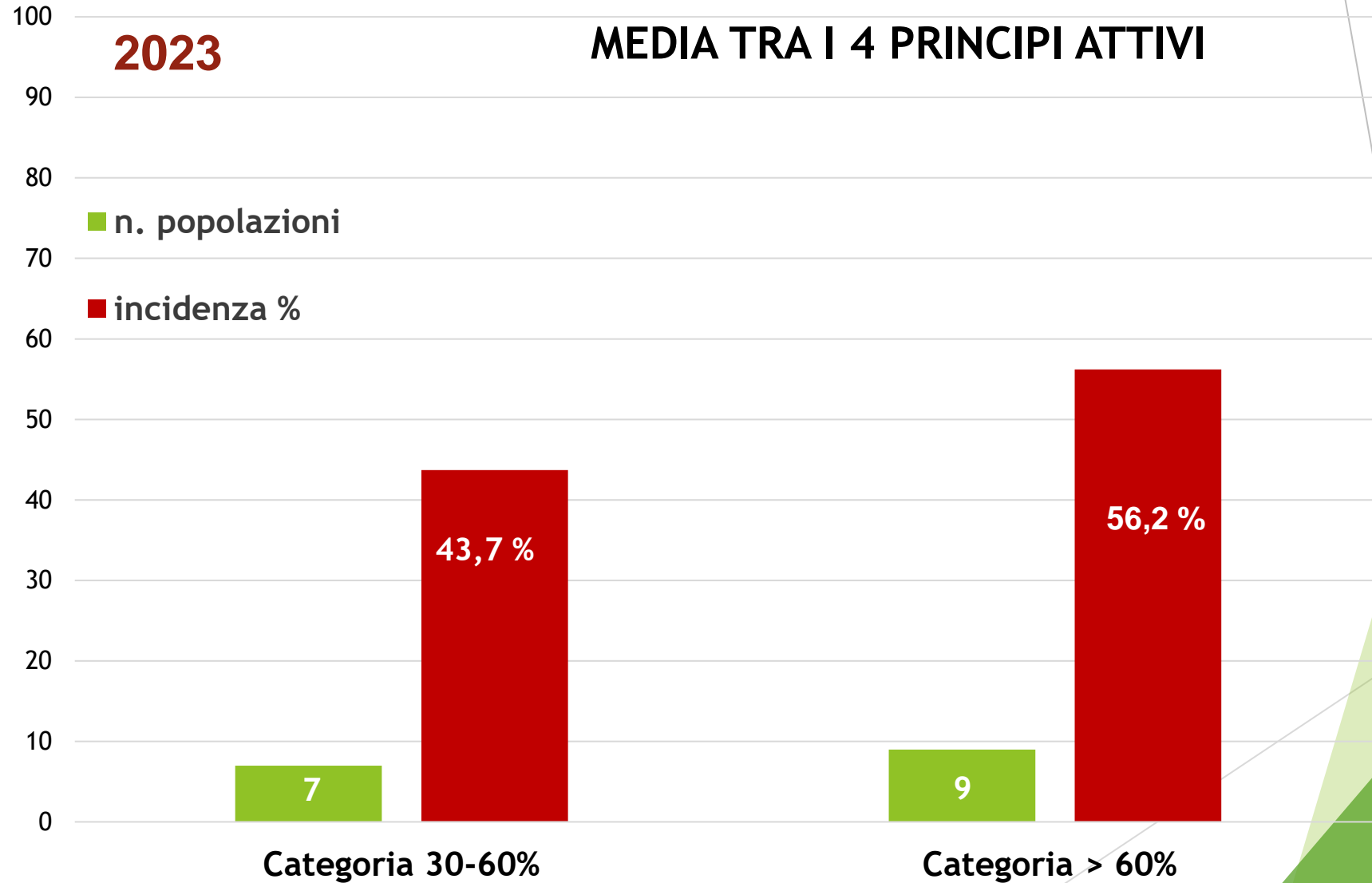
SDHI

Grado di azione a 30 mg/L di p.a.
MEDIA per SINGOLO PRINCIPIO ATTIVO



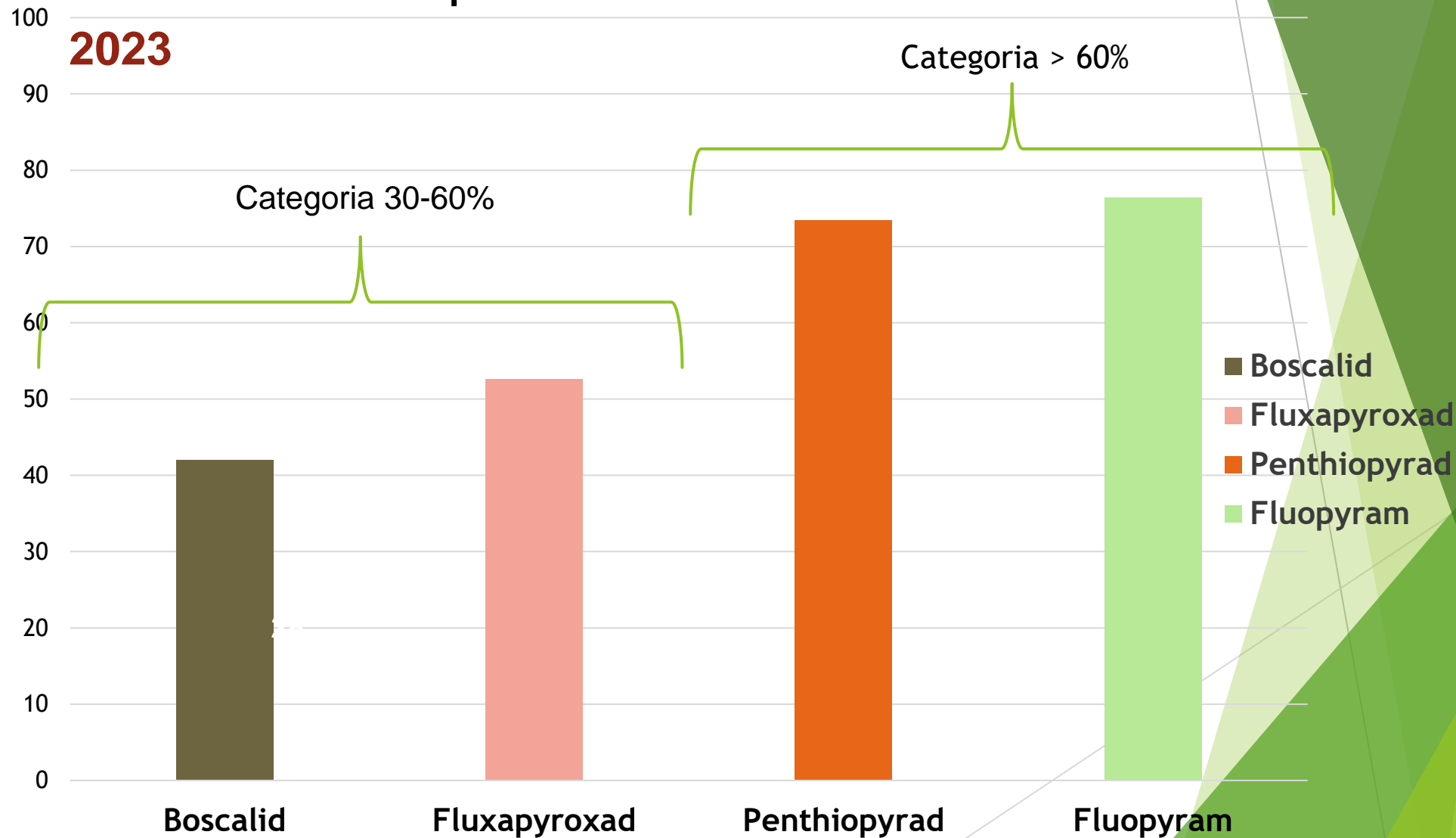
SDHI

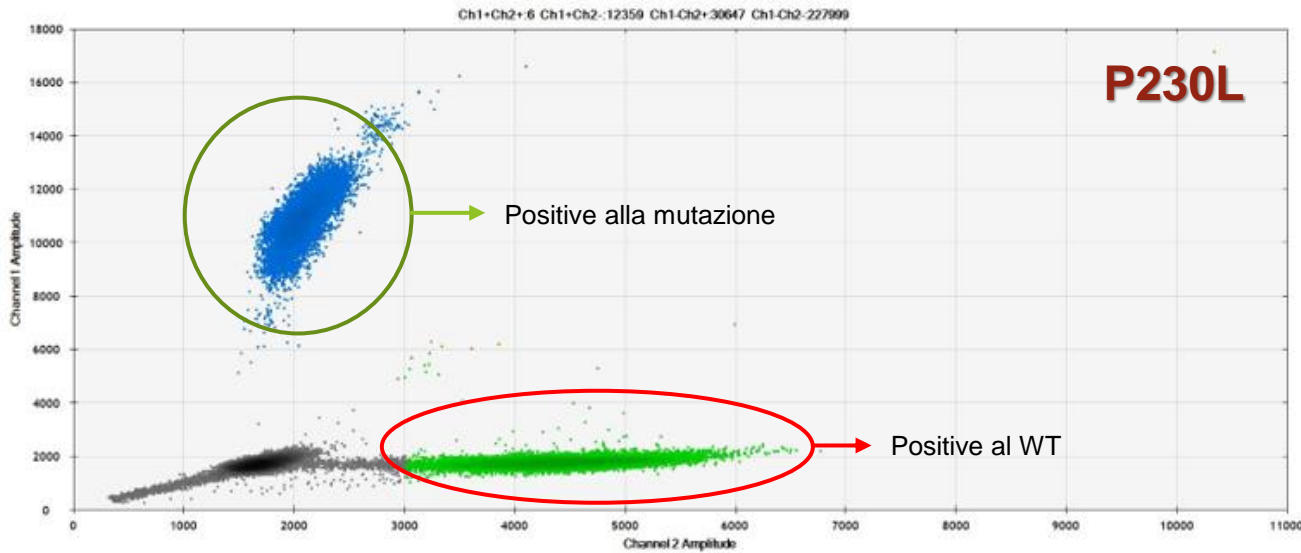
Grado di azione a 30 mg/L di p.a.



SDHI

Grado di azione a 30 mg/L di p.a.
MEDIA per SINGOLO PRINCIPIO ATTIVO

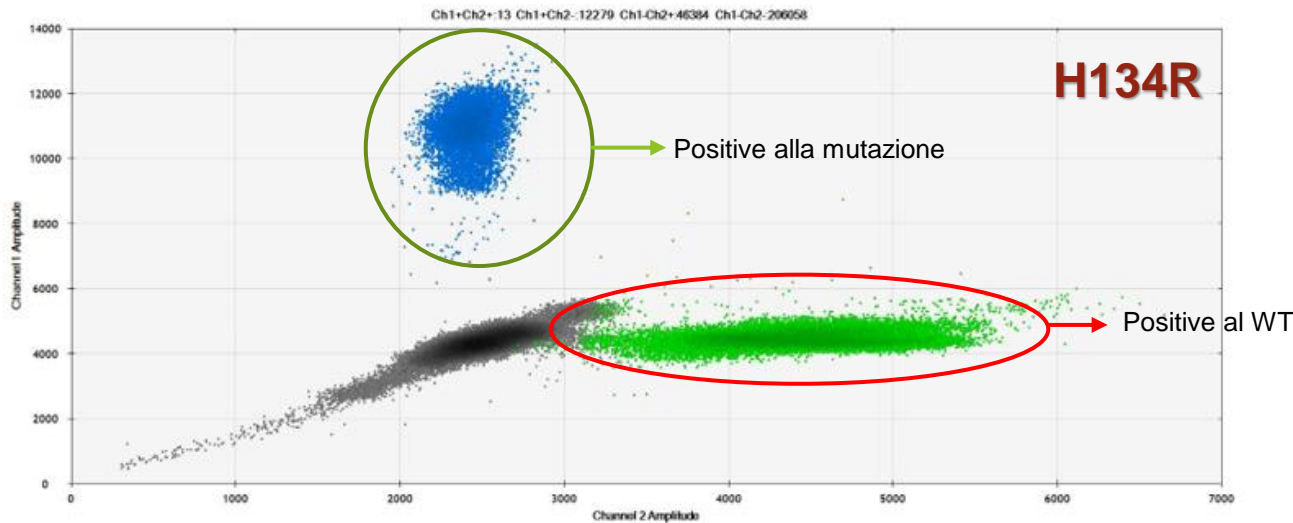




ddPCR

Mutazioni Sv vs SDHI

Prolina $\xrightarrow{230}$ **Leucina** SDHB



Istidina $\xrightarrow{134}$ **Arginina** SDHC

CONSIDERAZIONI SULL'ANDAMENTO DELLA SENSIBILITA' DEGLI SDHI

2022-2023

Nel 2020 si era consolidata l'importante riduzione delle popolazioni con grado di azione <30%, una diminuzione della classe intermedia a netto favore di quella a normale sensibilità (>60%). I risultati ottenuti nel 2021 mostravano la scomparsa delle popolazioni giudicate come «resistenti» (grado azione <30%), una forte diminuzione della classe intermedia a netto favore della classe a normale sensibilità.

Nel 2022 (e 2023) si conferma l'assenza della classe a sensibilità a più bassa (<30%) in tutte le sostanze attive e prosegue il ritrovamento di popolazioni fungine aventi differente comportamento nei confronti dei 4 principi attivi che approfondimenti con analisi molecolari potranno meglio chiarire

IMPORTANTE: UTILIZZO DI CIASCUN SDHI SEMPRE IN MISCELA CON PRINCIPI ATTIVI A DIVERSO MECCANISMO DI AZIONE E DI PROVATA EFFICACIA (e assenza di resistenza) NEI CONFRONTI DEL PATOGENO

Irene



Massimiliano



Giulia



Maria



Ivan



Filippo