

TRIFLOXYSTROBIN (CGA 279202): NUOVO FUNGICIDA A LARGO SPETTRO D'AZIONE

R. LIGUORI., A. BERTONA, R. BASSI, V. FILÌ, G. FILIPPI, M. SAPORITI, F. CASOLA
Novartis Protezione Piante S.p.A. - S.S.233 Km 20,5 - 21040 Origgio (VA)

RIASSUNTO

Trifloxystrobin è un nuovo fungicida ad ampio spettro d'azione sviluppato per trattamenti fogliari su vite, fruttiferi, orticole e floricole. Il principio attivo appartiene alla famiglia chimica delle strobilurine e agisce come inibitore della respirazione mitocondriale. Trifloxystrobin presenta proprietà preventive, curative, translaminari e specifiche caratteristiche di redistribuzione sulla pianta. Il profilo tossicologico è molto favorevole, si dissipa rapidamente nel terreno e nelle acque di superficie e non ha effetti negativi su organismi utili e fauna selvatica. Su vite, il contenimento di oidio è eccellente a 6,25-7,5 g p.a./hl. Le principali malattie del melo, oidio e ticchiolatura, vengono contenute a dosaggi di 75-100 g/ha p.a. con possibilità di effettuare trattamenti preventivi o curativi. Su pero, oltre a garantire una eccellente protezione da ticchiolatura, riduce significativamente l'incidenza degli attacchi di maculatura bruna. Infine, trifloxystrobin evidenzia una elevata efficacia contro l'oidio delle cucurbitacee a 7,5-12,5 g p.a./hl e della rosa a 12,5-18 g/hl.

Parole chiave: trifloxystrobin, strobilurine, *Uncinula necator*, *Venturia inaequalis*

SUMMARY

TRIFLOXYSTROBIN (CGA 279202): NEW BROAD SPECTRUM FUNGICIDE

Trifloxystrobin is a new strobilurin (oximinoacetate) fungicide developed by Novartis with a broad spectrum of activity as a foliar fungicide in many crops as grapes, pomefruits, vegetables and ornamentals. The biochemical mode of action is by the inhibition of mitochondrial respiration. Trifloxystrobin has protective, curative, translaminar and novel redistribution properties. The compound has a very favourable toxicological profile, dissipates rapidly from soils and surface water and is unlikely to cause any undue hazard to non-target organisms. On grapes, excellent control of powdery mildew is achieved at 6.25-7.5 g a.i./100 l. The pomefruit diseases, scab and powdery mildew, are controlled at relatively low use rates, in protective or curative schedules at 75-100 g a.i./ha; on pears, good control of *Stemphylium* black spot is also achieved. Control of powdery mildew of cucurbits is excellent at 7.5-12.5 g a.i./100 l; excellent activity against rose powdery mildew is obtained at 12.5-18 g ai/100 l.

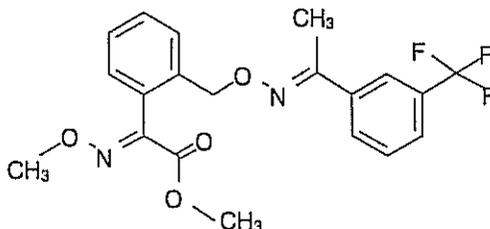
Key words: trifloxystrobin, strobilurin, *Uncinula necator*, *Venturia inaequalis*

INTRODUZIONE

CGA 279202 è una nuova molecola fungicida appartenente al gruppo degli oximinoacetati (analoghi delle strobilurine), dotata di ampio spettro d'azione e sviluppata da Novartis SpA per l'utilizzazione in applicazioni fogliari contro numerose malattie delle principali colture agrarie, incluso cereali, vite, fruttiferi, orticole e floricole (Margot *et al.*, 1998). E' attivo contro patogeni appartenenti a Ascomiceti, Basidiomiceti, Deuteromiceti e Oomiceti. CGA279202 è formulato come granuli idrodispersibili al 50% di principio attivo e verrà commercializzato tra l'altro con il nome Flint®. In questo lavoro vengono presentate le principali caratteristiche tecniche del principio attivo ed i risultati più significativi della sperimentazione di campo effettuata in Italia.

PROPRIETA' CHIMICHE E FISICHE

Numero di codice del p.a.:	CGA279202
Nome comune:	trifloxystrobin (proposto iso)
Classe chimica:	strobilurine (oximinoacetati)
Nome chimico (IUPAC):	(E,E)-methoxyimino-{2-[1-(3-trifluoromethyl-phenyl)-ethylideneaminooxymethyl]-phenyl}-acetic acid methyl ester
Formula molecolare:	C ₂₀ H ₁₉ F ₃ N ₂ O ₄



Punto di fusione:	72,9°C
Tensione di vapore:	3,4 x 10 ⁻⁶ Pa a 25°C
Volatilità: cost. Henry a 25°C:	2,3 x10 ⁻³ Pa · m ³ / mol
Coef. di partizione n-ottanolo / acqua:	log Pow at 25°C : 45
Solubilità in acqua:	610 µg / litro at 25°C

CARATTERISTICHE TOSSICOLOGICHE

CGA279202 ha un profilo tossicologico molto favorevole; si dissipa rapidamente nel terreno e nelle acque di superficie e non ha effetti negativi su organismi utili e fauna selvatica. Inoltre è risultato negativo negli studi a lungo termine (mutagenesi, teratogenesi e carcinogenesi).

Mammiferi:		
Acuta orale LD ₅₀	Ratto	> 5000 mg / kg
Acuta dermale LD ₅₀	Ratto	> 2000 mg / kg
Acuta inalazione LC ₅₀	Ratto	> 4646 mg / m ³
Irritazione oculare e dermale	Coniglio	non irritante
Sensibilizzazione (Buehler)	Cavia	non-sensibilizzante
Fauna selvatica:		
Uccelli	Quaglia Bobwhite	LD ₅₀ > 2000 mg/kg
Pesci	Trota Rainbow	LC ₅₀ 0,015 mg/litro
Ape (orale)		LD ₅₀ > 200 µg/bee
Ambiente		
Idrolisi in acqua	DT50	stabile a pH 5, 11,4 settimane a pH 7
Fotolisi in acqua	DT50	31,5 h a pH 7 e 25°C
Mobilità nel terreno	Koc	1642-3745 ml / g
Degradazione nel terreno (studi di campo)	DT50	5,4 giorni (1,9-16)

PROPRIETA' BIOLOGICHE

Con il termine strobilurine si intende il gruppo di fungicidi analoghi della strobilurina A, prodotta da funghi saprofiti quali *Strobilurus tenacellus*. Questa famiglia chimica si divide in due sottogruppi: CGA279202 appartiene agli oximinoacetati che per diversi aspetti differiscono dal sottogruppo dei metoxiacrilati.

Meccanismo d'azione e sito biologico

Le strobilurine presentano tutte lo stesso meccanismo d'azione, cioè inibiscono la respirazione cellulare bloccando il trasferimento di elettroni all'interno dei mitocondri, agendo sul complesso bc₁ (conosciuto anche come complesso III) che incanala gli elettroni dall'ubichinone al citocromo c in modo da ridurre l'ossigeno molecolare in acqua. L'interruzione del flusso di elettroni blocca la produzione di ATP, il principale vettore di energia che alimenta le funzioni della cellula. Di conseguenza, vengono interrotti importanti processi biochimici cellulari, portando alla morte del fungo. CGA 279202 non evidenzia resistenza incrociata nei confronti di altri gruppi di fungicidi quali morfoline, triazoli, fenilammidi, anilinoipirimidine e fenilpirroli. Esiste, invece, resistenza incrociata fra CGA 279202 ed altri fungicidi analoghi delle strobilurine.

CGA 279202 presenta un ampio spettro d'azione: risulta particolarmente efficace contro oidii e ticchiolatura, ma esercita anche una significativa protezione da ruggini, peronosspore ed altre malattie. Il prodotto inibisce fortemente gli stadi precoci del ciclo del patogeno, incluso la germinazione delle spore, l'estensione del tubo germinativo e la formazione degli appressori, prevenendo, quindi, il processo di infezione. Su peronospora, vengono inibiti il rilascio delle zoospore dagli sporangi e la mobilità delle zoospore. Possiede, inoltre, proprietà curative contro alcuni patogeni che si sviluppano superficialmente: nel caso di *Venturia inaequalis* viene inibita la crescita del micelio sub-cuticolare. (Laird *et al.*, 1998)

Comportamento nella pianta

Trifloxystrobin evidenzia una combinazione di proprietà nel comportamento, sia sulla superficie che all'interno dei tessuti vegetali, che contribuiscono all'eccellente efficacia biologica. Una volta sulla pianta trattata, il deposito di CGA 279202 funge da riserva di principio attivo. Questo possiede una elevata affinità con la superficie dei tessuti vegetali e viene assorbita dagli strati cerosi; si ridistribuisce sulla superficie della pianta tramite movimenti in fase di vapore e successiva ri-deposizione anche sulle parti prossime non trattate. Penetra nei tessuti vegetali e si muove in senso translaminare ma presenta uno scarso (o nullo) trasporto nel sistema vascolare. Per descrivere l'insieme di questi aspetti che caratterizzano il comportamento di CGA279202 viene utilizzato il termine "mesostemico" (Hermann *et al.*, 1998).

RISULTATI DELLE PROVE DI CAMPO

Si riportano i risultati delle prove effettuate in Italia su vite, pomacee, orticole e floricole. La sperimentazione è stata effettuata su parcelle di 20-75 m², con 3 o 4 ripetizioni disposte a blocchi randomizzati, utilizzando per i trattamenti attrezzatura sperimentale di precisione con lancia a mano, in grado di erogare volumi di acqua da 600 a 1500 litri per ettaro. Le singole prove sono sempre state sottoposte ad analisi statistica.

Vite

CGA 279202 è attivo contro le principali malattie del grappolo e della vegetazione della vite. Il punto di forza del prodotto è l'elevata attività contro l'oidio (*Uncinula necator*) sia su foglia che su grappolo. Con applicazioni preventive a dosaggi di 6,25-7,5 g p.a./hl, si ottiene un eccellente contenimento della malattia anche con livelli elevati di pressione di infezione (tabella 1). Nelle prove è stato mantenuto un intervallo di 12-14 giorni fra i trattamenti; la lunga durata d'azione è anche confermata dai rilievi effettuati sui rachidi di uva da tavola.

Tabella 1. Attività di trifloxystrobin contro l'oidio della vite negli anni 1995-99

Tesi	Dose g p.a./hl	Media % efficacia		
		Grappoli (9 prove)	Foglie (3 prove)	tralci (2 prove)
Testimone (% superf. colpita)		(51)	(14)	(50)
Standard ^a		89	85	99
CGA 279202 50WG	6,25	96	-	-
CGA 279202 50WG	7,5	98	96	100

Standard^a = IBE o strobilurina alle dosi di etichetta – intervalli fra i trattamenti 12-14 giorni

Alle dosi raccomandate per l'oidio CGA279202 manifesta una ottima attività contro black-rot (*Guignardia bidwellii*) ed una evidente azione collaterale contro peronospora e muffa grigia (dati non riportati). Una ulteriore caratteristica del prodotto è l'ottima protezione del grappolo dalla peronospora (*Plasmopara viticola*) con trattamenti a 12,5 g p.a./hl ed intervalli di 7-10 giorni (Tabella 2). L'attività su foglia può essere ulteriormente migliorata con l'aggiunta di un antiperonosporico residuale o citotropico. Per queste caratteristiche CGA279202 trova il posizionamento ideale nei trattamenti di post allegagione, in alternanza con un prodotto sistemico come metalaxyl-M effettuato nelle applicazioni pre-fioritura.

Tabella 2. Attività di trifloxystrobin contro peronospora della vite (anni 1996-98)

Tesi	Dose g p.a./hl	Media % efficacia		
		Foglie 7 prove 8-10gg	Grappoli 6 prove 8-10gg	Foglie 2 prove '99 12/10gg
Intervallo fra trattamenti				
Testimone (% attacco)		(84)	(73)	(49,8)
Mancozeb + cymoxanil	120 + 12	85	85	-
CGA 279202 50WG	12,5	84	99	-
CGA 279202 + cymoxanil	12,5 + 12	90	98	-
M-metalaxyl+mz/dimetomorf+rame	170/161	-	-	97
M-metalaxyl+mz/CGA279202+rame*	170/12,5+60	-	-	94

* 3 trattamenti di Ridomil Gold Mz fino a fioritura seguito da CGA279202 in miscela estemporanea con rameico

Melo e pero

Contro ticchiolatura del melo, CGA 279202 alla dose di 5-7,5 g pa/hl evidenzia una elevata efficacia sia su foglia che su frutto, ed una lunga durata d'azione, con applicazioni preventive ad intervalli fino a 10 giorni nel periodo delle infezioni primarie e 10-14 giorni dopo frutto nocce. Un elevato livello di protezione è stato anche conseguito agli stessi dosaggi con trattamenti curativi intervenendo entro 3 o 4 giorni dall'inizio dell'evento infettante (Tabella 4). Il dosaggio più alto consente una più lunga durata d'azione ed una più efficace retroattività; inoltre CGA279202 manifesta un buon livello di contenimento degli attacchi di oidio del melo (*Podosphaera leucotricha*), in particolare contro le infezioni secondarie, con intervalli di 10-12 giorni (Tabella 3).

CGA279202 è caratterizzato da una ottima selettività sulla pianta e non provoca rugginosità su frutti. Inoltre, risultati preliminari indicano un buon livello di protezione contro malattie da conservazione causate anche da *Gloeosporium* spp. e *Venturia inaequalis*.

Per una razionale strategia di prevenzione dei fenomeni di resistenza, il posizionamento ottimale di CGA279202 appare costituito da 3-4 trattamenti effettuati da fine-fioritura in avanti, successivi ad applicazioni di fungicidi a diverso meccanismo d'azione, come cyprodinil (anilino-pirimidina) o difenoconazolo (inibitore della biosintesi degli steroli). Su pero, CGA 279202 già alla dose di 5 g p.a./hl evidenzia una elevata efficacia contro ticchiolatura (*Venturia pirina*) alle stesse modalità di impiego del melo. Trattamenti effettuati ogni 8-10 giorni di intervallo consentono anche un significativo contenimento degli attacchi di maculatura bruna (*Stemphylium vesicarium*), simile a quello manifestato dagli standard commerciali (tabella 3).

Tabella 3. Attività di trifloxystrobin sulle malattie delle pomacee (anni 1995-99)

Tesi	Dose g p.a./hl	MELO - % efficacia			PERO - % efficacia	
		<i>Venturia inaequalis</i>		<i>P. leucotricha</i>	<i>Venturia pirina</i>	<i>Stemphylium vesicarium</i>
		Foglie 4 prove	Frutti 3 prove	Foglie 6 prove	Frutti 3 prove	Frutti 5 prove
Intervallo fra i trattamenti		10 gg	10 gg	10 gg	10 gg	8-10 gg
Testimone (% attacco)		(67)	(73)	(84)	(23)	(22)
Standard ^a		92	85	93	85	69
CGA 279202 50WG	5,0	96	92	89	96	62
CGA 279202 50WG	7,5	98	94	90	-	67
Penconazolo / CGA279202*	2,5/7,5	-	-	97	-	-

^astrobilurina o dithianon (ticchiolatura), penconazole (oidio), strobilurina o dicarbossimide (maculatura) alle dosi di etichetta

* primi 4-5 trattamenti da prefioritura con Topas alle dosi in etichetta, seguiti da 4 trattamenti con CGA 279202

Tabella 4. Attività di trifloxystrobin contro ticchiolatura del melo con trattamenti curativi entro 3 o 4 giorni dall'inizio dell'infezione

Tesi	g a.i./hl	% efficacia su foglia					
		FE 1995 6dat4*	FE 1996 6dat5	FE 1997 8dat6	BZ 1998 1dat5	FE 1999 6dat4	BZ 1999 1dat5
Data rilievo		19.6	5.6	12.6	19.5	13.5	18-5
Testimone (% attacco)		(99,0)a	(83,7)a	(57,2) a	(21,6) a	(91.2) a	(55.2) a
Standard curativo (IBE)		69,1 b	96 b	89 b	100 b	74 bc	71 b
CGA 279202 50WG	5	92 c	96 b	99 bc	100 b	93 d	80 b
CGA 279202 50WG	7,5	-	98 b	--	100 b	95 d	95 b

A lettere diverse corrispondono differenze significative (Tukey test 95%)

* 6dat4= 6 giorni dopo il 4° trattamento

Cucurbitacee

CGA 279202 è dotato di elevata efficacia contro gli oidii delle cucurbitacee causati da *Sphaerotheca fuliginea* ed *Erysiphe cichoracearum*. Numerose prove sono state condotte su melone, zucchini, cetriolo e anguria. Anche con elevatissima pressione di infezione, il livello di protezione risulta sempre superiore a quello degli antioidici di riferimento. L'efficacia ottimale si ottiene con trattamenti preventivi effettuati a 7,5 g pa/hl ad intervalli di 10 giorni o 12,5 g/hl

con intervalli di 14 giorni (Tabella 5). Nelle prove di strategia, anche l'alternanza IBE/CGA 279202 ha consentito livelli di protezione elevati.

Tabella 5. Attività di trifloxystrobin contro l'oidio delle cucurbitacee (anni 1996-98).

Tesi	Dose g p.a./hl	Cadenza (giorni)	Media % efficacia			
			melone 4 prove	zucchini 5 prove	cetriolo 3 prove	melone 2 prove
Testimone (% arca fogl. colpita)			(62)	(86)	(66)	(45)
Standard ^a		10	82	49	47	66
CGA 279202	6,25-7,5	10	92	87	85	-
CGA 279202	12.5	14	98	93	84	-
Penconazolo / CGA279202 ^b	5 / 7,5	10	-	-	-	93

a) pyrazophos o IBE alle dosi in etichetta
mentre con CGA

b) alternanza: 2 trattamenti di Topas seguiti da 2 tratta-
menti con CGA

Rosa

CGA 279202 a 12,5-17,5 g p.a./hl ha evidenziato una efficacia rispettivamente del 93 e del 96 % contro l'oidio della rosa (*Spaerotheca pannosa*) con trattamenti preventivi ad intervalli di 10-12 giorni. La selettività del prodotto è risultata buona su tutte le 14 varietà saggiate in serra.

CONCLUSIONI

Le prove di campo hanno confermato l'ampio spettro d'azione e l'elevata efficacia nei confronti delle le principali malattie della vite e delle pomacee, e dell' oidio di cucurbitacee e rosa. Le linee guida per la prevenzione dei fenomeni di resistenza, attualmente in via di definizione da parte del gruppo FRAC-STAR, prevedono una limitazione del numero di trattamenti con strobilurine (o meccanismo d'azione affine) per stagione e l'alternanza o la miscela con prodotti a diverso meccanismo d'azione. Il prodotto è attualmente in sperimentazione per ampliarne gli usi su altre colture come pesco, orticole, campi da golf, mentre su bietola e cereali è prevista una formulazione apposita in miscela pronta con ciproconazolo.

LAVORI CITATI

- MARGOT P., HUGGENBERGER F., AMREIN J., WEISS B., 1998. CGA 279202: A new broad-spectrum strobilurin fungicide. *Bright. Crop Prot. Conf. Pest and Diseases*, 2, 375-382.
- HERMANN D., FISCHER W., KNAUF-BEITER G., STEINEMANN A., MARGOT P., GISI U., LAIRD D., 1998. Behavior of the New Strobilurin Fungicide Trifloxystrobin on and in Plants. *Phytopathology* 88:S37. Publication no. P-1998-0268-AMA.
- LAIRD D., TALLY A., MARGOT P., KUENG R., KNAUF-BEITER G., 1998. Trifloxystrobin, A New Strobilurin Fungicide for use in Apples and Grapes. *Phytopathology* 88:S51. Publication no. P-1998-0368-AMA.
- AGNEW M., YOUNG T., HOUSEWORTH D., LAIRD D., 1998. Use of Trifloxystrobin on Turfgrass. *Phytopathology* 88:S2. Publication no. P-1998-0369-AMA.