

## DIFENOCONAZOLO (CGA 169374): NUOVO FUNGICIDA SISTEMICO A LARGO SPETTRO D'AZIONE.

R. LIGUORI, F. CASOLA, A. COCCHI, V. FILÌ, G. FILIPPI, H. GEBERT, R. RUBERTI, G. SAPORITI

Ciba-Geigy S.p.A. - Divisione Agricoltura  
Reparto Ricerca e Sviluppo

### RIASSUNTO

Difenoconazolo (CGA 169374) è un nuovo fungicida sistemico appartenente alla famiglia dei triazoli, sviluppato dalla Ciba-Geigy Ltd, Svizzera. Il prodotto, dotato di attività preventiva e curativa, agisce contro un ampio spettro di funghi patogeni fra cui diverse specie di *Venturia*, *Cercospora*, *Alternaria*, *Septoria*, ruggini e oidii. Solo od in miscela con fungicidi residuali, difenoconazolo, a dosi che vanno da 2,5 a 12,5 g p.a./hl ha portato a significativi aumenti produttivi e di qualità su coltivazioni di pomacee, vite, bietola e orticole; le sue caratteristiche tecniche ne consentono l'inserimento nei programmi di lotta guidata ed integrata. In questa nota vengono riportate le proprietà del principio attivo ed i risultati più significativi della sperimentazione effettuata in Italia.

### SUMMARY

#### DIFENOCONAZOLE (CGA 169374): A NEW BROAD SPECTRUM SYSTEMIC FUNGICIDE

Difenoconazole is a new systemic triazole fungicide, being developed by Ciba-Geigy Ltd, Switzerland. The compound has preventive and curative properties and is active against a wide range of pathogenic fungi, including species of *Venturia*, *Cercospora*, *Alternaria*, *Septoria*, rust fungi and powdery mildews. Alone or mixed with residual fungicides, at 2.5-12.5 g a.i./100 l it has led to significant yield and quality improvements in crops as pomefruits, grapes, sugarbeet and vegetables; due to its characteristics difenoconazole can be included in IPM programmes. This paper describes the properties of the active ingredient and the most important results obtained in field trials carried out in Italy.

### INTRODUZIONE

Difenoconazolo (sigla CGA 169374) è un triazolo ad ampio spettro d'azione scoperto e brevettato da Ciba-Geigy Ltd, Svizzera.

Il prodotto, presentato alla conferenza di Brighton del 1988 (RUESS et al.), è oggetto di sperimentazione sin dal 1985 ed è disponibile in differenti formulazioni (EC 250, WP10, EC 100, SC 250) che verranno commercializzate sotto nomi diversi, incluso SCORE® e GEYSER®.

Oltre che per trattamenti fogliari su numerose colture di rilevante importanza economica difenoconazolo trova applicazione anche nel campo della concia delle sementi di frumento, un settore particolarmente importante nei paesi nord europei.

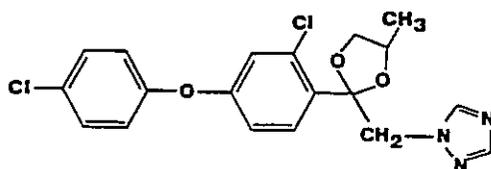
L'elevata attività specifica sia curativa che preventiva e la neutralità nei confronti della fauna utile, fanno di difenoconazolo un prodotto adatto alle più moderne strategie

fitoiatriche (riduzione dei dosaggi e del numero di interventi, programmi di lotta guidata ed integrata).

### CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE

Numero di codice: CGA 169374  
Nome comune: difenoconazolo  
Famiglia chimica: triazolo, sterolo-inibitore  
Nome commerciale: SCORE<sup>®</sup>, GEYSER<sup>®</sup>  
Nome chimico: 1-{2-[4-(4-clorofenossi)-2-clorofenil]-4-metil-1,3-diossolan-2-il-metil}-1H-1,2,4-triazol

Formula di struttura:



Formula bruta: C<sub>19</sub>H<sub>17</sub>Cl<sub>2</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>  
Peso molecolare: 406,27  
Stato fisico: Solido cristallino bianco  
Punto di fusione: 76 °C  
Tensione di vapore: 1,2x10<sup>-7</sup> Pa (9x10<sup>-10</sup> Torr) a 20 °C  
Solubilità: 5 mg/l in acqua  
solubile nella maggior parte dei solventi organici

### CARATTERISTICHE ECOTOSSICOLOGICHE

#### Tossicità acuta

DL 50 orale                    ratto     1453 mg/kg  
DL 50 dermale                coniglio >2010 mg/kg

#### Irritazione - Sensibilizzazione

Non irritante se somministrato su coniglio per via cutanea od oculare.  
Nessun effetto di sensibilizzazione su cavia.

#### Tossicità verso la fauna selvatica

Difenoconazolo è praticamente non tossico verso uccelli, api e lombrichi.  
In prove di laboratorio il prodotto è risultato tossico verso i pesci.

### Tossicità cronica

Prove di teratogenesi, di mutagenesi e studi di tossicologia cronica non hanno evidenziato effetti negativi del prodotto.

### PROPRIETA' BIOLOGICHE

Difenoconazolo è attivo su numerosi funghi patogeni appartenenti agli Ascomiceti, Basidiomiceti e Deuteromiceti; non risulta essere attivo contro Oomiceti (Tab. 1).

Tab. 1: Attività *in vitro* di difenoconazolo

Classe/specie di fitopatogeno	EC 50 ppm	Classe/specie di fitopatogeno	EC 50 ppm
ZIGOMICETI		DEUTEROMICETI	
<i>Rhizopus nigricans</i>	33,5	<i>Colletotrichum lagenarium</i>	8,2
		<i>Cladosporium cucumerinum</i>	0,04
ASCOMICETI		<i>Helminthosporium teres</i>	0,17
<i>Gaeumannomyces graminis</i>	0,17	<i>Pyricularia oryzae</i>	2,5
<i>Monilinia fructigena</i>	0,17	<i>Alternaria solani</i>	0,27
<i>Venturia inaequalis</i>	0,01	<i>Botrytis cinerea</i>	16,8
		<i>Fusarium culmorum</i>	2,0
BASIDIOMICETI		<i>Cercospora arachidicola</i>	0,02
<i>Rhizoctonia solani</i>	65,0		
<i>Pellicularia sasaki</i>	0,36		
<i>Sclerotium rolfsii</i>	2,9		

Difenoconazolo è rapidamente assorbito dalle parti verdi della pianta ed è perciò scarsamente influenzato dal dilavamento causato dalle piogge. La migrazione all'interno delle foglie e degli apici vegetativi è essenzialmente di tipo translaminare mentre la traslocazione acropeta pur essendo presente riveste minore importanza.

Come per gli altri appartenenti alla famiglia dei triazoli il meccanismo d'azione di difenoconazolo si esplica attraverso l'inibizione della biosintesi dell'ergosterolo agendo principalmente sulla demetilazione del C<sub>14</sub>.

Da studi su differenti specie fungine è emerso che il prodotto non agisce sulla germinazione delle spore nè sulla formazione degli appressori o sulle ife di penetrazione; inibisce invece significativamente la crescita subcuticolare del micelio prevenendo lo sviluppo dei sintomi della malattia. Prove di laboratorio e di campo in diversi patosistemi hanno messo in evidenza che difenoconazolo è dotato di elevata attività preventiva, curativa ed eradicante.

## RISULTATI DELLE PROVE DI CAMPO

### POMACEE

L'attività di difenoconazolo è stata valutata su *Venturia inaequalis* in aree ad elevata pressione di infezione (Ferrara, Venezia, Bolzano). Le prove sono state condotte su varietà sensibili alla ticchiolatura con parcelle di 1-5 piante ripetute 3 volte secondo lo schema a blocchi randomizzati. I trattamenti sono stati effettuati tramite motopompa con lancia a mano erogando volumi di acqua variabili da 1200 a 2000 l/ha. Per i rilievi di efficacia si è provveduto a valutare la percentuale di foglie attaccate e l'area fogliare infetta nonché il numero di frutti attaccati su 100-200 campioni per parcella.

Anche in condizioni di elevata pressione di infezione difenoconazolo ha confermato l'eccellente attività preventiva, come già evidenziato in precedenza (CLABASSI e STASI, 1988), e curativa.

Il periodo critico per le infezioni ascosporiche e miste di ticchiolatura va dallo stadio di orecchiette di topo a frutto noce; in questa fase dosaggi di 2,5 g p.a./hl, in trattamenti cadenzati a 6-8 gg di intervallo, hanno consentito di ottenere una protezione ottimale dalla malattia. I migliori risultati sono stati in genere ottenuti in miscela con captano o dithianon, ma egualmente valide sono risultate le miscele con mancozeb, metiram e clorotalonil.

Risultati interessanti, ma da confermare in diverse situazioni di campo, si sono anche avuti con 3,75 g p.a./hl a turni fissi allungati di 10 giorni.

Trattamenti curativi eseguiti entro 96 ore dall'inizio dell'evento infettante con 2,5 - 3,75 g p.a./hl hanno contenuto la malattia con un risparmio di 4-6 trattamenti rispetto ad un normale programma a turni fissi (Tab. 2).

Tab. 2: Attività contro *Venturia inaequalis* con trattamenti curativi effettuati entro 96 ore dall'inizio dell'evento infettante (assegnando a tutti i prodotti un'azione preventiva di 6 giorni) (\*\*).

Prodotto	dose g p.a./hl	% area fogliare attaccata			% frutti attaccati		
		A	B	C	D	B	C
testimone		24,2	29,4	16,8	100	69,3	91,0
penconazolo + captano	4,4 + 65,5	-	0,0	0,2	-	0,0	3,0
penconazolo	4	0,7	-	-	7,8	-	-
difenoconazolo	3,75	0,4	0,1	0,1	1,0	0,0	2,7
difenoconazolo + captano	2,5 + 47,5	0,1	0,0	-	2,7	0,0	-
difenoconazolo+captano *	2,5 + 47,5	-	-	0,0	-	-	0,3
		11daa4	1daa5	2daa5(11)	14daa9	30daa6	11daa5(11)
mds (p = 0,05)		6,1	6,7	6,8	9,1	15,1	7,2

(\*) = trattamenti a turni fissi di 6-8 giorni fino a frutto noce seguiti da standard aziendale

(\*\*) = dopo frutto noce trattamenti standard aziendali fino alla raccolta

2daa5(11) = 2 giorni dal 5° trattamento (11 nella tesi a turni fissi)

A=1991; località: Albarea (FE); cv Imperatore B=1990; località: Appiano (BZ); cv Morgenduft

C=1989; località: Quartiere (FE); cv Nero red rome D=1991; località: Appiano (BZ); cv Morgenduft

Alle dosi raccomandate difenoconazolo è perfettamente tollerato dalle colture di melo e di pero e non influenza le popolazioni di acari, predatori e insetti utili.

Su *Venturia pirina* il prodotto è attivo con le stesse dosi e modalità d'impiego viste per il melo.

Alle dosi saggiate difenoconazolo ha evidenziato una buona attività collaterale su *Podosphaera leucotricha*; prove effettuate all'estero hanno inoltre confermato l'ampio spettro d'azione esteso anche ad *Alternaria mali* e *Gymnosporangium* spp.

#### BARBABIETOLA DA ZUCCHERO

Le prove sperimentali sono state effettuate in aree ad alta pressione di infezione (Emilia-Romagna, Veneto, Lombardia) e su varietà sensibili o mediamente sensibili a *Cercospora beticola*; le parcelle erano di 15-30 m<sup>2</sup> ripetute 3-5 volte secondo lo schema a blocchi randomizzati. Sono stati utilizzati volumi di circa 600 l/ha per trattamento. L'efficacia è stata rilevata valutando per parcella la percentuale di superficie fogliare attaccata e la produzione di zucchero alla raccolta.

Difenoconazolo a 50-100 g p.a./ha ha evidenziato un'eccellente attività contro *Cercospora beticola* con 2-4 trattamenti effettuati a 15-20 giorni di intervallo (Tab. 3).

Tab. 3: Efficacia contro *Cercospora beticola* su barbabietola da zucchero

Prodotto	dose g p.a./ha	efficacia su foglie %	incremento produzione %	efficacia su foglie %	incremento produzione %
testimone		(65,9) *	(108,3)**	(72,0) *	(99,6)**
fentinacetato	360	54,8	12,9	-	-
propiconazolo+	156+				
fentinacetato	225	71,6	19,6	70,1	14,1
difenoconazolo	75	87,3	28,2	-	-
difenoconazolo	100	90,9	32,1	-	-
difenoconazolo +	50+				
fentinacetato	200/150	84,5	27,8	83,6	18,2
difenoconazolo +	62,5+				
fentinacetato	187	-	-	82,3	22,5
difenoconazolo +	62,5+				
rame ossicloruro	900	-	-	78,8	17,1
Nr. prove		7	7	4	4
Nr. trattamenti (*)		2-3	3-4	2-4	2-4
Anno		1987-1989		1990	

\* % superficie fogliare media colpita da *C. beticola*

\*\* q/ha di saccarosio

(\*) trattamenti preventivi ad intervalli di 15-20 gg

La dose più alta consente di ottenere una pressochè completa protezione dell'apparato fogliare ed i più alti incrementi produttivi (ALVISI *et al.*, 1990). A 50-75 g p.a./ha, con o senza partner, difenoconazolo risulta comunque uguale o superiore ai prodotti attualmente in commercio sia per protezione fogliare sia per incrementi produttivi, come già osservato in precedenza (BELTRAMI e COCCHI, 1991; GHEDINI, 1991; MERIGGI e ROSSO, 1991). Trattamenti effettuati con partenza preventiva o ai primissimi sintomi hanno consentito risultati produttivi migliori rispetto ad una partenza con attacco consistente già in atto. Alle dosi più alte, in prove eseguite all'estero, difenoconazolo è risultato efficace su *Ramularia beticola*, *Uromyces betae*, *Erysiphe betae*.

#### VITE

Le prove sperimentali sono state effettuate con parcelle di 5-10 piante secondo lo schema a blocchi randomizzati in 3 ripetizioni. I trattamenti sono stati effettuati con pompa a spalla erogando 600-1000 l/ha di acqua.

Difenoconazolo a 2,5 - 5 g p.a./hl in trattamenti ogni 14 giorni ha dato una protezione da *Uncinula necator* simile a quella ottenuta con penconazolo, sia sui grappoli che sui rachidi, fattore quest'ultimo molto importante per l'uva da tavola (Tab. 4).

In prove eseguite all'estero il prodotto è risultato inoltre efficace su *Guignardia bidwellii* e *Pseudopeziza tracheifila* (TRESPEUCH e RUESS, 1988).

Tab. 4: Attività contro *Uncinula necator* su vite

Prodotto	dose g p.a./hl	% grappoli attaccati		% rachidi attaccati
		Carbonara (BA) 1987	Sannicandro (BA) 1990	Sannicandro (BA) 1991
testimone		99,3	96,3	93,7
triadimenol + zolfo	3+75	0,3	-	1,7
penconazolo	2,5	1,0	2,7	0,7
difenoconazolo	3 *	2,3	1,7	0,7
difenoconazolo	5	0,3	-	-
		6daa7	15daa6	11daa6
mds (p = 0,05)		7,8	27,6	3,8
varietà		Italia	Regina	Regina

\* 2,5 g/hl nella prova di Carbonara

6daa7 = 6 giorni dal 7° trattamento

#### ORTICOLE E FLORICOLE

Difenoconazolo a 7,5 - 12,5 g p.a./hl consente la protezione di diverse colture orticole da numerosi patogeni fungini.

In particolare il prodotto si è rivelato efficace sulle ruggini di asparago, fagiolo, aglio e su

septoriosi del sedano, con trattamenti preventivi e con cadenze fra 7 - 14 giorni a seconda della pressione di infezione e della sensibilità varietale.

In prove eseguite all'estero difenoconazolo è risultato molto attivo su alternariosi del pomodoro e della patata e su antracnosi di fava e fagiolo (LEADBEATER *et al.*, 1988).

A 5-10 g p.a./hl ha contenuto in maniera soddisfacente l'oidio della rosa senza alcun problema di selettività.

Alle dosi saggiate difenoconazolo è stato sempre ben tollerato da tutte le colture.

Vengono riportate le dosi consigliate per alcuni binomi fungo/coltura (tab. 5).

Tab. 5: Dosi consigliate di difenoconazolo in colture orticole

Coltura	Patogeno	Dose g p.a./hl	cadenza trattamenti
pomodoro, patata	<i>Alternaria solani</i>	7,5 - 12,5	10 - 14 gg
sedano	<i>Septoria apii</i>	7,5 - 10	10 - 14 gg
aglio	<i>Puccinia alii</i>	10 - 12,5	7 - 10 gg
asparago	<i>Puccinia asparagi</i> , <i>Stemphylium vesicarium</i>	12,5	10 - 12 gg
fagiolo	<i>Uromyces appendiculatus</i> <i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	7,5 - 10	10 - 14 gg
pisello	<i>Ascochyta pisi</i>	12,5	10 - 14 gg
cucurbitacee	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	5 - 10	10 - 14 gg
rosa	<i>Sphaerotheca pannosa</i>	5 - 10	10 - 14 gg

## CONCLUSIONI

L'ampio spettro d'azione e l'elevata attività specifica di difenoconazolo assicurano un'eccellente protezione da malattie economicamente importanti di pomacee, barbabietola da zucchero, vite e orticole. Il prodotto è tuttora oggetto di ulteriori valutazioni su altri patosistemi.

Per le sue caratteristiche di attività e flessibilità di impiego nonché di rispetto per la fauna utile, difenoconazolo può essere incluso nei programmi di lotta guidata ed integrata su diverse colture.

Quantunque il prodotto da solo possa garantire una eccellente protezione contro importanti malattie, l'utilizzazione in miscela con fungicidi residuali può essere utile per completarne l'attività e per prevenire l'eventuale insorgenza di ceppi resistenti.

## BIBLIOGRAFIA

ALVISI G., CESARI A., FALCHIERI D. (1990). Studio sull'efficacia anticercosporica di fungicidi endoterapici. Atti Giornate Fitopatologiche, 2, 191-198

BELTRAMI G., COCCHI M. (1991). Lotta alla cercospora 1991: attualità e prospettive. Bieticoltura associata, 3, 4-7

CLABASSI I., STASI G. (1990). Ulteriore biennio di prove anticchiolatura su melo nella regione Friuli-Venezia Giulia: confronto fra prodotti registrati e non, usati a turni fissi. Atti Giornate Fitopatologiche, 2, 3-10

GHEDINI R. (1991). Varietà tolleranti, metodi di intervento mirati e nuove molecole nella lotta alla cercosporiosi della bietola. Notizie bieticole, 23, 3-9

LEADBEATER A.J., WEST S.J.E. and BOLTON N.J.E. (1988). Field trial results in the UK with CGA 169374: a new foliar fungicide against arable crop diseases. British Crop Protection Conference, 3, 917-922

MERIGGI P., ROSSO F. (1991). La difesa anticercosporica. Agronomica, 3, 8-15

RUSS W., RIEBLI P., HERZOG J., SPEICH J. and JAMES J.R. (1988). CGA 169374, a new systemic fungicide with a novel broad-spectrum activity against diseases complexes in a wide range of crops. British Crop Protection Conference, 2, 543-550

TRESPEUCH J., RUSS W. (1988). CGA 169374, une nouvelle molécule pour lutter contre quelques unes des principales maladies de la vigne. Deuxième conférence internationale sur les maladies des plantes, 2, 1357 - 1364