

DIFESA INTEGRATA CONTRO ATHERIGONA SOCCATA RONDANI (DIPTERA MUSCIDAE) : ASPETTI EPIDEMIOLOGICI E RESISTENZA GENETICA

BELOCCHI A., D'OTTAVI L., NOBILI P., PIACENTINI A., MARIANI G. *

**Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura, Roma
Sezione Centrale di Tecniche Agronomiche**

RIASSUNTO

Si riassume un quinquennio di indagini su aspetti epidemiologici e si riferisce sulla valutazione di germoplasma di sorgo che presenta resistenza genetica. Vengono presentati altresì i primi risultati di un programma di miglioramento genetico.

Una difesa integrata che preveda misure agronomiche (in primo luogo l'isolamento delle colture a semina ritardata) e l'impiego di sorghi dotati di resistenza, risulta soddisfacente pur non intervenendo con alcun trattamento chimico.

SUMMARY

INTEGRATED PEST MANAGEMENT OF SORGHUM SHOOT FLY (ATHERIGONA SOCCATA RONDANI, DIPTERA MUSCIDAE): EPIDEMIOLOGICAL AND RESISTANCE ASPECTS.

Epidemiological investigations over five years and an evaluation of genetically resistant sorghum germplasm are summed up. Furthermore the first results of a breeding program are presented.

An integrated pest management which includes cultural practices (first of all spacial separation of the late sowings) and the use of resistant genotypes may be successful without any chemical treatment.

INTRODUZIONE

Atherigona soccata Rond. ("shoot fly"), è tra i più importanti parassiti del sorgo da granella in Africa e in Asia. Di tutte le specie del genere Sorghum, oltre che di numerose altre graminacee, attacca e distrugge l'apice vegetativo delle giovani piante o di culmi di accestimento all'inizio del loro sviluppo ("dead heart"). In Italia il dittero è stato trovato un po' dovunque, ma salvo qualche raro reperto, solo su specie del genere Sorghum.

* G. Mariani, Direttore della Sezione; A. Belocchi, L. D'Ottavi e P. Nobili, tecnici laureati a t.d.; A. Piacentini, borsista.

Se la semina è effettuata in epoca normale la presenza dell'insetto può passare inosservata; al contrario semine ritardate arrivano ad accusare danni di estrema gravità, essendo altamente suscettibili gli ibridi attualmente impiegati.

La lotta chimica dà esito incerto (Mariani et al., 1976). Misure di contenimento collegate con aspetti epidemiologici sono state oggetto di indagini preliminari con risultati complessivamente positivi (Belocchi e Mariani, 1988). Il coinvolgimento della resistenza genetica nel quadro di una difesa integrata degli attacchi è ovviamente di rilevante interesse.

Sui rapporti tra pianta ed insetto, possono agire tre tipi di resistenza (Raina, 1985) : la non-preferenza per l'ovideposizione, l'antibiosi e la tolleranza.

I primi due tipi di resistenza sono da ritenere i più validi nel contenimento del danno recato dall'insetto e, come dimostrato da Blum (1967), possono trovarsi associati nello stesso genotipo.

La non-preferenza è strettamente collegata alla presenza di tricomi sulla pagina inferiore delle foglie (Langham, 1968; Maiti et al., 1980) e ad un insieme di particolari caratteri della giovane pianta che costituiscono il "glossy trait": foglie più erette, più strette, di colore meno intenso, di aspetto non opaco (Soto, 1974; Maiti e Bidinger, 1979).

Per quanto riguarda l'antibiosi, i fattori coinvolti sono: ancora i tricomi (Raina, 1985), fattori anatomici della foglia e della guaina (Blum, 1968) ed anche fattori biochimici (Singh e Jotwani, 1980; Woodhead et al., 1980).

La tolleranza (Starks et al., 1970) si esprime con una buona "recovery" produttiva su culmi di accestimento, ma di fatto ha la possibilità di realizzarsi solo se la pressione dell'attacco non supera certi limiti o se si accompagna agli altri due tipi di resistenza. Il vigore della giovane pianta, fattore associato alla resistenza secondo Taneja e Leuschner (1985), può essere considerato anch'esso espressione di tolleranza.

Nei genotipi che manifestano resistenza, presenza di tricomi e "glossy trait" molto spesso coesistono, anche se la loro azione sembra essere indipendente e di tipo additivo; l'efficacia del carattere "glossy" sarebbe leggermente superiore a quella del carattere "tricomi" quando analizzati individualmente (Maiti e Bidinger, 1979). Entrambi i caratteri sono monogenici e recessivi (Tarumoto, 1980; Gibson e Maiti, 1983). La resistenza nel suo complesso si esprime però come carattere quantitativo, con differenti tipi di azione genica in funzione della pressione di attacco da parte dell'insetto (Agrawal e Abraham, 1985).

Numerose fonti di resistenza sono state reperite dall'ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) nell'ambito della collezione mondiale dei sorghi da granella. L'ICRISAT, altresì, ha sviluppato programmi per il trasferimento del carattere, cercando di associare alla resistenza ad Atherigona anche altre resistenze. Varietà e "breeding lines" vengono annualmente inserite in "nurseries" internazionali (ISSFN) per accertamenti in un'ampia gamma di ambienti.

Con questa comunicazione si riassume un quinquennio di indagini sugli aspetti epidemiologici, si riferisce sulla valutazione di germoplasma che presenta resistenza genetica e, infine, vengono presentati i primi risultati di un programma di miglioramento genetico per il trasferimento della resistenza.

MATERIALI E METODI

Tutte le ricerche sono state condotte a Roma in un'area dove l'infestazione di Atherigona risulta da anni di notevole gravità, in rapporto ad attività sperimentali e di miglioramento genetico che richiedono semine scagliate.

Per ciò che riguarda le indagini epidemiologiche ogni anno, a partire dal 1985, le catture sono state effettuate con "trappole finestrate" (Nobili e Mariani, 1986), aventi come attrattivo "macinato di pesce". Alcune trappole ebbero collocazione in posizioni fisse, altre in posizioni differenti da stagione a stagione, entro o ai margini di appezzamenti coltivati a sorgo. Ciò ha permesso di studiare l'andamento dei voli nei diversi anni, ma anche di valutare l'effetto della vicinanza di colture in atto seminate in momenti diversi.

Un'indagine sui rapporti tra ovideposizione e "dead heart" ha riguardato due ibridi molto suscettibili (Arno e Savanna 5) e un sorgo con caratteristiche di resistenza (la "breeding line" ICRI 82/III P23, descritta come "glossy" e "trichomed").

La semina dei tre sorghi venne effettuata il 13 agosto 1986, in parcelle di m² 10,50 (file a 50 cm, 45 cariossidi per m²), 5 parcelle per genotipo. L'emergenza ebbe luogo il 17 agosto. Al 4°, 8°, 15° e 22° giorno dall'emergenza furono prelevate in modo casuale 20 piantine per ciascuna parcella; sulle singole piante è stato eseguito il conteggio delle uova deposte ed è stata rilevata la presenza di sintomi di "dead heart", anche solo come lieve appassimento della foglia centrale.

L'accertamento del grado di suscettibilità degli ibridi impiegati in Italia è stato effettuato nel triennio 1987-1989, con prove comparative comprendenti ciascuna una trentina di ibridi, seminate il 23 giugno 1987, il 24 giugno 1988 ed il 7 luglio 1989. A partire dal 7° giorno dopo l'emergenza, in tratti campione costituiti da 40 piante per parcella il primo anno e dalle piante presenti in 2 m di fila negli altri due anni, sono state conteggiate a cadenza settimanale le piante con sintomi di attacco e quelle indenni. I rilievi del terzo conteggio, espressi in % di piante con attacco, sono stati sottoposti ad analisi statistica (previa opportuna trasformazione), distintamente per anno. Per 17 ibridi saggiati in ciascuno dei tre anni è stata fatta anche un'elaborazione globale dei risultati del triennio.

Le nurseries proposte dall'ICRISAT sono state oggetto di osservazioni negli anni 1982, 1983, 1985 e 1986. Ogni nursery riguardava 23 sorghi di cui si voleva accertare il grado di resistenza rispetto a due controlli: uno comune a tutte le

località (l'ibrido indiano CSH-1) e un "controllo locale", che per le nostre prove è stato l'ibrido Savanna 5, di classe 600.

Nel 1983 ha avuto inizio un programma di miglioramento genetico con l'obiettivo di ottenere ibridi che associno un sufficiente grado di resistenza ad Atherigona soccata ad altre caratteristiche richieste dall'adattamento alle condizioni dell'Italia centrale (Mariani et al., 1989).

Come fonti di resistenza sono state impiegate breeding lines scelte tra i materiali sviluppati dall'ICRISAT e che nel 1982 per il primo anno vennero messe in osservazione a Roma per valutazioni di adattamento. Le linee nelle quali si voleva trasferire il carattere erano linee sia R (ristoratrici dell'androsterilità citoplasmatica), che B (controparti fertili non ristoratrici). Non tutti gli incroci eseguiti ebbero successo. I progenitori coinvolti negli incroci di cui nel 1989 sono in allevamento materiali F6, F5 e F4 sono precisati nella Tabella 1.

Sulle progenie è stata effettuata selezione genealogica per più anni, con pressione di attacco di Atherigona di norma molto debole, in quanto la semina era effettuata solo con lieve ritardo. Negli anni 1988 e 1989, invece, sono state effettuate semine alquanto ritardate (24 giugno e 10-11 luglio rispettivamente) ottenendo - con l'ausilio di misure di contenimento dell'attacco mediante catture massive - soddisfacenti valutazioni del grado di suscettibilità delle progenie.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Aspetti epidemiologici e lotta con mezzi agronomici

I diagrammi della Figura 1 illustrano l'andamento delle catture negli anni dal 1985 al 1989 in trappole collocate in due posizioni di cui una fissa (A), l'altra variabile ogni anno (B), comunque collocata entro o ai margini di appezzamenti coltivati a sorgo. I conteggi sono stati effettuati, di norma, con cadenza settimanale.

Nei diversi anni le prime catture di adulti sono state accertate in momenti diversi: il 9 maggio 1985; il 19 maggio 1986; il 24 aprile 1987; il 14 aprile 1988. Nel 1989 le trappole sono state attivate solo a fine maggio, ma le prime ovideposizioni (su piante di sorgastro) erano state osservate già l'11 aprile.

Gli andamenti delle catture mostrano un aumento delle popolazioni nel corso della stagione in rapporto a fattori climatici ed alla distanza delle trappole da appezzamenti coltivati a sorgo (Mariani e Belocchi, 1987), come emerge chiaramente dal confronto dei grafici relativi alle due trappole nei singoli anni. L'entità delle catture declina con il declinare della temperatura e nel corso del mese di novembre le catture cessano.

Se si considera che il ciclo di Atherigona soccata ha una durata media di circa 4 settimane (Del Bene, 1986), si può ritenere che il numero di generazioni in una stagione sia di 5-6.

In ogni caso la sopravvivenza invernale dell'insetto, nell'ambiente preso in esame, risulta molto bassa; questo fa sì che, per semine effettuate entro una certa data, l'attacco non si verifica o è irrilevante.

Volendo invece realizzare semine ritardate o al limite semine estive di II raccolto, una misura agronomica di difesa è rappresentata dall'esecuzione di semine a sufficiente distanza da colture seminate in precedenza, accompagnata dalla distruzione del Sorghum halepense e di eventuali piante di sorgo nate spontaneamente (Belocchi e Mariani, 1988). Se l'isolamento non è sufficiente, un contenimento dell'infestazione si può anche ottenere con l'impiego di trappole ad esca proteica, adatte per la cattura massiva.

Rapporti tra ovideposizione e "dead heart"

L'indagine si è caratterizzata per l'alta pressione di attacco, conseguenza di una semina molto tardiva e della relativa vicinanza di parcelle di sorgo seminate tra il 4 aprile e il 9 maggio.

L'attacco si è manifestato subito in modo massiccio. Nella Tabella 2 si può osservare l'alta percentuale di piante con uova già al 4° giorno dall'emergenza; tale percentuale è poi aumentata, raggiungendo la quasi totalità delle piante anche per la linea ICRISAT.

Tra questa linea e i due ibridi una netta differenza ha riguardato sia il numero di uova deposte per pianta, sia la percentuale di piantine con sintomi di attacco.

Il fatto che per la linea ICRISAT solo una parte delle piante con uova abbia presentato sintomi appare dimostrazione chiara che la linea presenta antibiosi; alla stessa linea si può attribuire anche un certo grado di non-preferenza, espressa non tanto dalla percentuale di piante prive di uova, quanto dal minor numero di uova deposte per pianta.

Suscettibilità degli ibridi

Nella Tabella 3 sono presentati i risultati dei rilievi effettuati, espressi come valori medi della percentuale di piante attaccate nel II e III conteggio.

La varianza relativa alle ripetizioni è sempre risultata significativa; il CV è risultato molto elevato solo il I anno. Pure limitatamente al I anno è emersa significatività per le differenze tra ibridi, che peraltro si è ripresentata nell'analisi globale dei dati di tre anni. Malgrado l'analisi triennale dei valori relativi a 17 ibridi sia risultata significativa, nessuno di essi ha dimostrato livelli di suscettibilità accettabili per un impiego nelle condizioni di attacco massiccio che caratterizza le semine molto ritardate. Ciò trova conferma nei dati relativi all'ibrido Arno, preso in considerazione anche nella prova di confronto tra sorghi di differente suscettibilità all'attacco effettuata nel 1986 (Tab. 2).

Tabella 1 - Materiali coinvolti nel programma di miglioramento genetico per resistenza ad Atherigona soccata (in progenie F6 F5 F4 nel 1989).

LINEE DA MIGLIORARE

Linee "B" : PFF
3042
MIDLAN

Linee "R" : F 27
Tx 7078

FONTI DI RESISTENZA (ICRISAT)

ICRI 82/II 1
breeding line del gruppo "trichome and glossy lines tolerant to shootfly and drought at seedling stage" (Dr. Maiti).

ICRI 82/III P8, P9, P10, P15, P25
breeding lines del gruppo "shootfly and midge resistant" (Dr. Agrawal).

Tabella 2 - Roma, az. Inviolatella, 1986 - Incidenza di Atherigona soccata Rond. su tre sorghi in semina tardiva (13 agosto); rilievi al 4°, 8°, 15°, 22° giorno dall'emergenza.

GENOTIPO	I RILIEVO				II RILIEVO			
	% piante con uova	n. uova per pianta con uova	% "dead heart" per pianta con uova	% "dead heart" per pianta presente	% piante con uova	n. uova per pianta con uova	% "dead heart" per pianta con uova	% "dead heart" per pianta presente
ICRI82/III P23	51	1,3	-	-	74	2,2	16,5	27,0
ARNO	50	1,5	-	-	87	2,7	78,1	68,0
SAVANNA 5	77	1,9	-	-	96	2,8	68,7	66,0

GENOTIPO	III RILIEVO				IV RILIEVO			
	% piante con uova	n. uova per pianta con uova	% "dead heart" per pianta con uova	% "dead heart" per pianta presente	% piante con uova	n. uova per pianta con uova	% "dead heart" per pianta con uova	% "dead heart" per pianta presente
ICRI82/III P23	96	2,6	32,5	31,2	94	1,0	26,7	25,0
ARNO	98	6,7	96,9	95,0	99	8,3	100,0	99,0
SAVANNA 5	100	6,5	97,0	97,0	100	8,7	100,0	100,0

Tabella 3 - Roma, az. Inviolatella; prove di sorghi in semina estiva - 1987, 1988, 1989. Percentuali di piante con attacco di Atherigona in due successivi rilievi (14° e 21° giorno dall'emergenza); valori medi di tutti gli ibridi presenti nelle singole prove e di 17 ibridi saggiati in ciascuno dei tre anni.

Rilievo	1987		1988		1989	
	II	III	II	III	II	III
Numero ibridi	28		28		11	
% piante attaccate	10,1	17,4	78,3	91,6	46,2	69,4
Numero ibridi	17					
% piante attaccate	10,0	16,7	77,6	91,6	45,4	68,7
Arno	18,7	30,6	80,3	92,9	38,3	66,8

Tabella 4 - Roma, az. Inviolatella - ISSFN (International Sorghum Shoot Fly Nursery): percentuali medie di piantine con "dead heart" IS, varietà locali non migliorate; PS, progenie da incrocio.

	1982		1983		1985		1986	
	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%
Genotipi ICRISAT IS	13	59,4	13	0,3	11	11,0	13	5,7
Genotipi ICRISAT PS	10	65,8	10	0,4	12	14,3	10	2,9
valori minimi	43		0		5		0	
valori massimi	91		2		25		51	
CSH-1	99		18		72		75	
Savanna 5	99		15		53		52	
Semina	21/VII		17/VI		25/VI		9/VI	
Emergenza	27/VII		24-26/VI		2/VII		-	

Tabella 5 - Roma, az. Inviolatella - Nurseries ISSFN: comportamento e caratteristiche di 6 genotipi e di due controlli osservati negli anni 1982, 1983 e 1985.

Origine	inizio antesi gg da 1 agosto		altezza pianta cm			% piantine attaccate		
	1983	1985	1982	1983	1985	1982	1983	1985
IS 1082 India	30	37	242	250	246	43	2	7
IS 4663 India	36	39	249	288	271	53	0	12
IS 4664 India	33	46	257	323	261	57	0	11
IS 5470 India	36	43	261	325	276	78	0	8
IS 18551 Etiopia	40	70	262	302	272	58	0	9
PS 21318 ICRISAT	30	41	125	128	145	44	0	13
CSH-1	23	36	-	99	108	99	18	72
Savanna 5	30	41	114	106	119	99	15	53

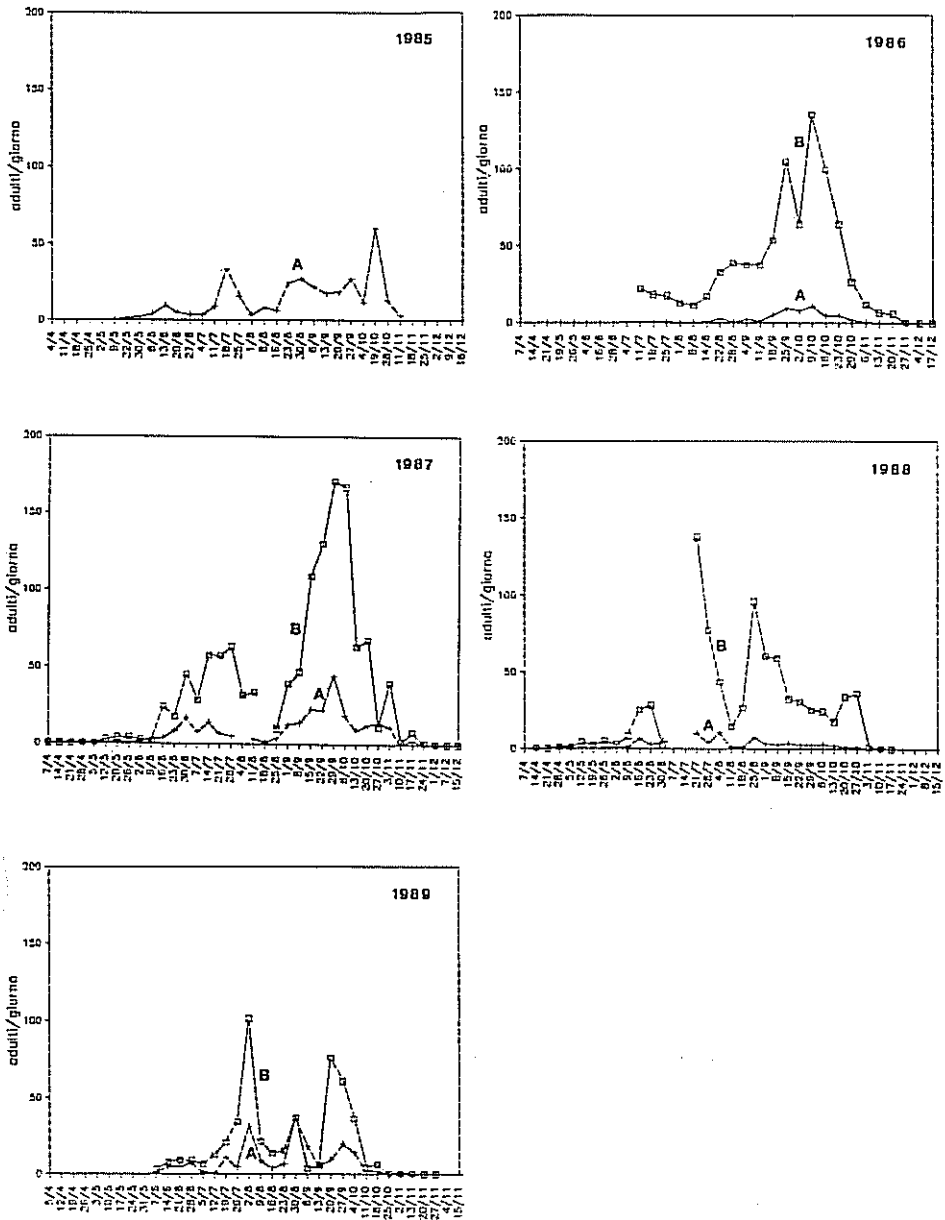


Figura 1 - Roma, az. Inviolatella, zona "Valle". Andamento delle catture di adulti di *Atherigona soccata* negli anni dal 1985 al 1989 in trappole collocate in due posizioni, una delle quali fissa (A), l'altra (B) variabile, entro o ai margini di appezzamenti seminati a sorgo (in epoca normale). Nel 1985 la posizione A era essa pure adiacente a coltura di sorgo.

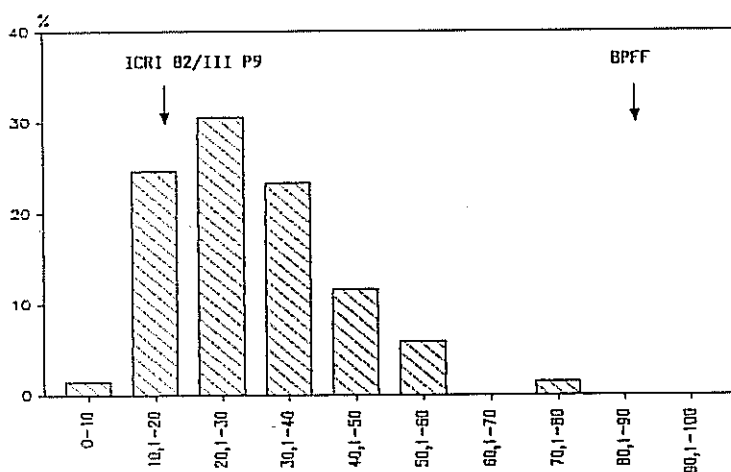


Figura 2 - Frequenze percentuali per classi di suscettibilità (% piante con attacco di Atherigona) relative a 69 progenie 1989-F6.

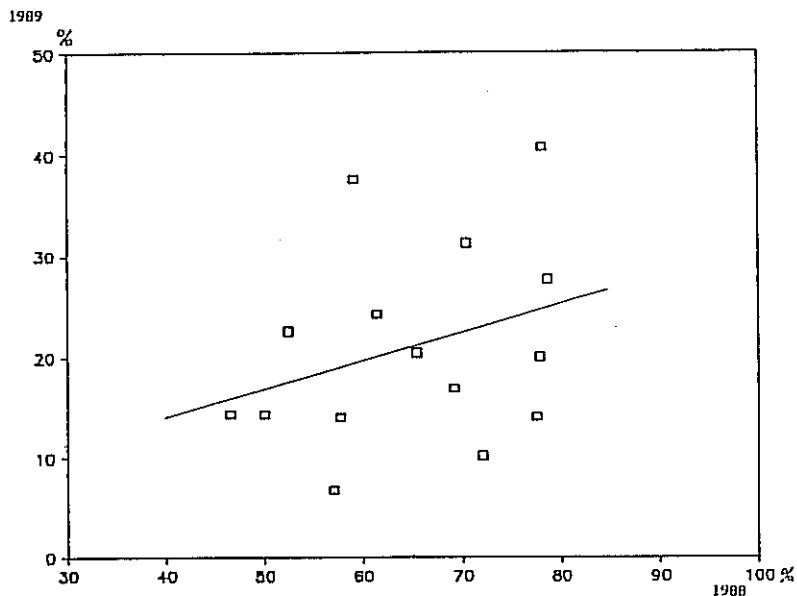


Figura 3 - Confronto tra il % di piante con attacco di Atherigona per 15 progenie F5-1988 ed il % di piante con attacco della miglior progenie derivata da ciascuna di esse (F6-1989).

Fonti di resistenza

La Tabella 4 presenta sinteticamente i risultati delle nurseries ISSFN ICRISAT. Solo nel 1983 l'attacco è risultato lieve: i due controlli hanno accusato il 18% ed il 15% di piante con germoglio principale annullato e tra i genotipi in prova la percentuale massima di attacco è stata del 2%. L'attacco più massiccio si è verificato nel 1982, quando i controlli hanno accusato il 99% di piante attaccate e la resistenza nei 23 genotipi in prova si è espressa con valori compresi tra il 43% ed il 91% di piante con attacco.

Nella Tabella 5 per i due controlli e 6 genotipi saggiati in tre anni (1982, 1983 e 1985) sono riportate le percentuali di piante attaccate, l'altezza media della pianta (allo stacco del lembo fogliare dall'ultima guaina) e, per due anni, un rilievo relativo al ciclo (numero di giorni dal 1 agosto alla data media di inizio dell'antesi). Nel 1982, quando la semina venne effettuata molto tardivamente (21 luglio), solo due genotipi sono arrivati all'emissione del panicolo entro il 3 ottobre.

I dati delle Tabelle 4 e 5, confermando che la gravità dell'attacco può variare alquanto da prova a prova, evidenziano:

- che il grado di resistenza varia notevolmente da genotipo a genotipo;
- che le fonti di resistenza rappresentate da varietà locali non migliorate (IS) sono caratterizzate da ciclo alquanto lungo e da cospicua altezza delle piante;
- che un buon grado di resistenza si può constatare anche in linee (PS) nelle quali il carattere è stato trasferito e che presentano più favorevoli caratteristiche per quel che riguarda ciclo e taglia.

Primi risultati del miglioramento genetico

Una valutazione dei risultati è possibile solo sulle progenie della generazione F6, peraltro derivanti da un unico incrocio: BPFF x ICRI 82/III P9.

Nella Figura 2 è riportata la divisione in classi di suscettibilità (frequenze percentuali) di 69 progenie 1989-F6 appartenenti a 15 famiglie.

Rispetto alla linea da migliorare (BPFF), la percentuale di piante con attacco che caratterizza le progenie, è su livelli marcatamente più bassi. Complessivamente il trasferimento della resistenza nel materiale preso in esame sembra quindi essere avvenuto in maniera soddisfacente.

Tutte le 69 progenie posseggono il "glossy trait", mentre sembrano possedere tricomi solo quelle caratterizzate da maggior resistenza.

Nella Figura 3, per le 15 progenie, 1 per famiglia, che hanno manifestato la più bassa percentuale di piante attaccate, sono messi a confronto i valori rilevati nel 1989 con le percentuali di attacco rilevate nel 1988 sulle corrispondenti progenie F5.

La scarsa correlazione che emerge dal confronto ($r=0.315$), è da attribuire più che ad un guadagno selettivo ottenuto passando dalla generazione F5 alla generazione F6, al grado

molto diverso di attacco verificatosi nei due anni (media 1988: 64,9% ; media 1989 : 21,0%); ciò che, come segnalato da Agrawal e Abraham (1985), può aver influito sui rapporti di efficacia tra i diversi meccanismi di resistenza operanti nella pianta.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il problema dell'attacco di Atherigona soccata al sorgo seminato con ritardo rispetto all'epoca normale, in aree dove per motivi vari la gravità dell'attacco arrivasse a livelli preoccupanti, può essere risolto abbastanza soddisfacentemente già con misure agronomiche, come l'isolamento delle colture a semina ritardata da colture seminate più precocemente, l'eliminazione del sorgastro nelle vicinanze ed eventualmente l'impiego di trappole con attrattivo organico per la cattura massiva di adulti.

Se a tali misure (che possono avere anche carattere preventivo nei confronti del progressivo aumento del grado di infestazione dell'area) si aggiunge l'impiego di sorghi con caratteristiche di resistenza, la difesa risulta adeguata pur non effettuando alcun trattamento chimico.

A. Belocchi ha condotto le indagini epidemiologiche e la valutazione degli ibridi, con la collaborazione di P. Nobili nel 1989; L. D'Ottavi, negli anni dal 1983 al 1988, e A. Piacentini, nel 1989, hanno curato il lavoro relativo alla resistenza genetica ed al suo trasferimento; G. Mariani ha impostato e coordinato le ricerche. La stesura del testo è da attribuire in parti uguali ai cinque Autori.

Si ringrazia il Dr. P. Annichiarico per collaborazione prestata nel 1985 e P. Frongia per l'editing.

BIBLIOGRAFIA

AGRAWAL B.L., ABRAHAM C.V. (1985). Breeding sorghum for resistance to shoot fly and midge. In Proceedings of the International Sorghum Entomology Workshop, 15-21 July 1984, Texas A & M University College Station, Texas USA, 371-383.

BELOCCHI A., MARIANI G. (1988). Sul controllo di insetti parassiti del sorgo da granella mediante lotta indiretta: Atherigona soccata Rond. (Diptera Muscidae). Atti Giornate Fitopatologiche, 2, 173-182.

BLUM A. (1967). Varietal resistance in sorghum varieties resistant to the sorghum shoot fly (Atherigona varia soccata). Crop Science, 7, 461-462.

BLUM A. (1968). Anatomical phenomena in seedlings of sorghum varieties resistant to the sorghum shoot fly (Atherigona varia soccata). Crop Science, 8, 388-391.

DEL BENE G. (1986). Note sulla biologia di Atherigona soccata Rondani (Diptera Muscidae) in Toscana e Lazio. Redia, 69, 47-6

GIBSON P.T., MAITI R.K. (1983). Trichomes in segregating generations of sorghum matings. I. Inheritance of presence and density. *Crop Science*, 23, 73-75.

LANGHAM R.M. (1968). Inheritance and nature of shootfly resistance. M.S. Thesis, Ahmadu Bello Univer., Samaru, Nigeria.

MAITI R.K., BINDER F.R. (1979). A simple approach to the identification of shootfly tolerance in sorghum. *Indian Journal of Plant Protection*, 7, 135-140.

MAITI R.K., BINDER F.R., SESHU REDDY K.V., GIBSON P., DAVIES J.C. (1980). Nature and occurrence of trichomes in sorghum lines with resistance to the sorghum shootfly. *Sorghum Physiology/sorghum Entomology Program Joint Progress Report 3*. ICRISAT, Patancheru, Indian (limited distribution).

MARIANI G., BELOCCHI A. (1987). Su problemi entomatici del sorgo in semina ritardata o estiva. *L'Informatore Agrario*, 43, n.14, 91-96.

MARIANI G., BELOCCHI A., D'OTTAVI L. (1989). Sorgo da granella: problemi di scelta varietale relativi ad aspetti quantitativi della produzione. *Sementi Elette*, 35, n.1-2, 43-49.

MARIANI G., GRASSOTTI A., DESIDERIO E. (1976). Aspetti della coltivazione del sorgo da granella nell'Italia centro-meridionale. *L'Informatore Agrario*, 32, n.17, 22599-22611.

NOBILI P., MARIANI G. (1986). Osservazioni su Atherigona soccata Rondani in un ambiente dell'Italia centrale. *L'Informatore Agrario*, 42, n.15, 49-52.

RAINA A.K. (1985). Mechanisms of resistance to shoot fly in sorghum: a review. In *Proceedings of the International Sorghum Entomology Workshop*, 15-21 July 1984, Texas A & M University College Station, Texas, USA, 131-136.

SINGH S.P. and JOTWANI M.G. (1980). Mechanism of resistance in sorghum to shootfly. III. Biochemical basis of resistance. *Indian Journal of Entomology*, 42, 551-566.

SOTO P.E. (1974). Ovipositional preference and antibiosis in relation to resistance to sorghum shootfly. *Journal of Economic Entomology*, 67, 265-267.

STARKS K.J., EBERHART A. and DOGGET H. (1970). Recovery from shoot fly attack in a sorghum diallel. *Crop Science*, vol.10, of the *International Sorghum Entomology Workshop*, 15-21 July 1984, Texas A & M University College Station, Texas, USA, 115-129.

TARUMOTO I. (1980). Inheritance of glossiness of leaf blades in sorghum, Sorghum bicolor (L.) Moench. *Japanese Journal of Breeding*, 30, 237-240.

WOODHEAD S., PADGHAM D.E., BERNAYS E.A. (1980). Insect feeding on different sorghum cultivars in relation to cyanide and phenolic acid content. *Annals of Applied Biology*, 95, 151-157.