

Une méthode d'estimation des pertes de récolte attribuables à la mouche du sorgho, *Atherigona soccata* Rondani

A. DELOBEL (1)

Fonds Documentaire IRD

Cote : B * 23157

Ex : unique

RÉSUMÉ — Une technique d'évaluation des dégâts dus à la mouche du sorgho, *Atherigona soccata*, est décrite. Elle consiste à simuler dans des parcelles de sorgho différents niveaux d'infestation en provoquant artificiellement la formation de « cœurs morts ». Cette technique de simulation permet d'évaluer les conséquences de l'attaque par la mouche du sorgho sur le tallage, la floraison et le rendement final en grain de la plante hôte ; elle présente l'avantage d'éliminer les nombreux ravageurs qui s'attaquent au sorgho à la suite d'*A. soccata*. Une expérience conduite au Kenya a donné des résultats qui sont en désaccord avec ceux obtenus en Asie ; les raisons probables des différences constatées sont discutées.

Mots clés : *Atherigona soccata*, *Sorghum vulgare*, sorgho, pertes de rendement, Kenya.

Le sorgho constitue pour les populations vivant dans les zones à pluviométrie insuffisante d'Afrique et d'Asie une ressource essentielle et, à certains égards, irremplaçable ; la nécessité de développer des méthodes nouvelles de lutte contre les ravageurs de cette céréale, et en particulier contre la mouche du sorgho, *Atherigona soccata* Rondani (*Dipt. Muscidae*), revêt un caractère d'urgence dans de nombreuses régions guettées par la famine.

La larve de la mouche du sorgho sectionne la base des feuilles centrales de la jeune pousse et se nourrit des tissus privés de leur irrigation ; la plante développe alors le symptôme caractéristique du « cœur mort ». La prise de nourriture provoque la destruction du méristème apical de l'hôte ; *A. soccata* se distingue en cela de la plupart des autres foreurs des céréales, en particulier des lépidoptères, qui se nourrissent à l'intérieur des tiges sans provoquer l'arrêt de la croissance de la pousse principale.

La littérature ne fournit que bien peu de renseignements sur l'importance économique réelle de la mouche du sorgho, son impact sur le rendement final en grain. Cette situation s'explique en partie par la difficulté qui existe à isoler les dégâts causés par *A. soccata* de ceux occasionnés par les autres ravageurs du sorgho ; il s'agit en effet d'un ravageur de la jeune plante (DELOBEL, 1982), dont les effets sur la physiologie de la plante sont

répercutés de manière plus ou moins directe jusqu'à la récolte. La difficulté est encore augmentée par la capacité qu'a le sorgho de compenser la destruction du méristème apical par l'activation de ses méristèmes axillaires, ce qui provoque un tallage anormalement abondant. Cette capacité est assimilée à une forme de résistance par certains auteurs (BLUM, 1972) ; la notion de « réponse surcompensatoire » (POSTON *et al.*, 1983) est probablement mieux adaptée : la plante réagit, au moins en cas d'attaque bénigne, par une production anormale de matériel végétal, qui peut se traduire par une augmentation du rendement.

Les talles formées à la suite de la destruction des méristèmes apicaux peuvent à leur tour être attaquées par la mouche du sorgho ; l'intensité de l'attaque a une incidence, non seulement sur le nombre d'inflorescences produites, mais aussi sur le poids et la date de maturation de ces inflorescences. D'autre part, les attaques de nombreux autres ravageurs, en particulier *Chilo partellus*, affectent le rendement final ; leur influence dépend dans une certaine mesure du niveau antérieur d'attaque par la mouche du sorgho. Nous avons tenté de mettre au point une méthode originale d'évaluation des pertes dues à la mouche du sorgho qui soit assez souple pour pouvoir être adaptée, le cas échéant, à la prise en compte de l'ensemble des ravageurs du sorgho, du semis à la récolte.

Matériel et méthodes

Techniques d'évaluation des pertes

POSTON *et al.* (1983) comptent quatre manières d'évaluer les pertes de rendement dues à un ravageur :

- en observant des populations naturelles et en calculant la régression entre le nombre d'individus présents et les pertes constatées dans différentes parcelles ;
- en modifiant les niveaux de populations naturelles par l'utilisation d'insecticides, d'ennemis naturels, etc. ;
- en créant des niveaux de population choisis par infestation artificielle ;
- en simulant les dégâts du ravageur dans des parcelles protégées de toute attaque d'insecte.

(1) ICIPE, PO Box 30772, Nairobi, Kenya. Adresse actuelle : Centre ORSTOM de Brazzaville, BP 181, Brazzaville, Congo.



17 12 3 9 7

Des recherches assez élaborées ont été menées en Inde (RAI *et al.*, 1978) dans le but de déterminer la part des pertes de rendement imputables à *A. soccata* ; les auteurs, choisissant la seconde des méthodes indiquées précédemment, ont obtenu différents niveaux d'infestation en utilisant pour le semis des pourcentages variables de graines enrobées d'insecticide. Les différents niveaux d'infestation (ceux qui sont utilisés pour l'analyse de régression) sont déterminés d'après le pourcentage de cœurs morts dans les différentes parcelles 21 jours après la levée.

Aucune des difficultés mises en évidence en introduction n'est malheureusement surmontée de cette façon ; le plus grave reproche que l'on puisse faire à cette méthode est de négliger le fait que l'infestation par divers lépidoptères foreurs, qui fait toujours suite à celle d'*A. soccata*, est influencée par le nombre, la taille et l'état des pousses, donc par la virulence de l'attaque par la mouche du sorgho. D'autre part, les auteurs pratiquent la technique des semis retardés, qui consiste à ne semer que lorsque les cultures des paysans voisins ont atteint un stade suffisamment avancé, de façon à obtenir à coup sûr une forte infestation. Les plantes fleurissent donc à la fin de la saison des pluies, dans des conditions qui ne leur permettent pas de compenser normalement les dégâts d'*A. soccata*.

Simulation des dégâts

Il semble qu'il n'y ait en fait que deux moyens d'évaluer correctement les pertes de rendement dues à la mouche du sorgho, qui sont d'ailleurs les troisième et quatrième méthodes décrites par POSTON *et al.* : soit en infestant artificiellement des plants de sorgho sous serre, mais alors la plante, tout comme le ravageur, trouvent un environnement très différent des conditions naturelles ; soit en simulant l'attaque d'*A. soccata* sur des plantes entièrement protégées des attaques de tous les autres insectes.

C'est cette dernière méthode que nous avons choisie ; la technique de simulation que nous avons employée fut utilisée, dans un but différent, par BLUM en 1969 ; elle consiste à sectionner le méristème apical des jeunes pieds de sorgho en pratiquant une incision horizontale environ 1 cm au-dessus du niveau des racines à l'aide d'une lame de scalpel pointue.

L'expérience fut conduite au village de Kodiera, près de Homa Bay, sur la rive orientale du lac Victoria, au cours de la petite saison des pluies 1981-1982. Quarante parcelles de 18 m², comportant chacune de 120 à 145 (moyenne : 135) plants d'hybride CSH-1, sont organisées en huit blocs randomisés. Cinq niveaux d'attaque sont simulés : 0 (témoin), 25, 50, 75 et 100 %. Les opérations sont programmées de façon que soit reproduit le déroulement habituel d'une attaque de mouche du sorgho chez le paysan traditionnel (DELOBEL, 1984) : 8 % des plantes opérées le sont 8 jours après la levée, 65 % le sont 15 jours après la levée et les 27 % restants 21 jours après la levée. Par exemple, dans une parcelle comportant 120 plantes,

où est simulée l'infestation de 75 % d'entre elles, 7 sont opérées 8 jours après la levée, 59 le sont 15 jours après la levée et 24 le sont 21 jours après la levée.

La culture est protégée lors du semis par une application de granulés de carbofuran (méthylcarbamate de dihydro-2,3 diméthyl-2,2 benzofuranyle-7) à 5 % de matière active, à la dose de 0,225 g de m.a. par mètre de sillon. Cet insecticide étant puissamment systémique, les plantes restent protégées pendant environ un mois. Le traitement est répété 30 jours plus tard ; par la suite, des pulvérisations d'endosulfan (à partir du 70^e jour) permettent d'éliminer les risques d'attaques tardives de foreurs, de punaises, de pucerons ou de cécidomyies.

Résultats

Tallage

Le traitement des jeunes pousses se révèle tout à fait efficace et provoque un pourcentage de cœurs morts tout à fait satisfaisant : en moyenne, 78,1 % des plantes opérées présentent, trois semaines après la levée, des symptômes identiques à ceux qui sont normalement occasionnés par la mouche du sorgho ; le tallage induit par le traitement se traduit par un nombre moyen de pousses par plante qui est d'autant plus élevé que le pourcentage de plantes traitées par parcelle est plus important (tabl. I).

Tableau I Effet de l'infestation simulée du sorgho (hybride CSH-1) sur le tallage et le rendement en grain. Kodiera, décembre 1981.

Pourcentage de plantes traitées	Pourcentage réel de cœurs morts 21 jours après la levée	Nombre de pousses par plante 30 jours après la levée*	Rendement (kg/ha)
100	78,5	1,553 <i>ab</i>	1 426
75	59,7	1,612 <i>a</i>	1 752
50	35,9	1,302 <i>bc</i>	1 677
25	21,1	1,228 <i>c</i>	1 555
Témoin	1,0	1,009 <i>d</i>	1 569
Moyenne	28,6	1,3408	1 596
Écart-type résiduel		0,1789	328
CV (%)		13,3	20,6

*Les valeurs suivies d'une même lettre ne diffèrent pas significativement entre elles au seuil de 5 % (test de Tukey).

Un certain nombre de plantes échappent néanmoins à la protection de l'insecticide ; dans les parcelles témoins, qui sont théoriquement entièrement protégées, 1 % des plantes sont attaquées par la mouche du sorgho. Nous négligerons dans ce qui suit cette infestation naturelle.

Floraison et maturation

Le nombre d'inflorescences produites par une parcelle donnée varie en raison inverse du niveau d'infesta-

tion : dans les parcelles où la proportion de plantes traitées est élevée, de nombreuses plantes ne parviennent pas à fleurir parce que les produits de la photosynthèse sont entièrement mobilisés pour le tallage (LAUDE, 1972). Les variations du nombre de tiges fleuries au cours des 18 premières semaines de l'expérience dans les parcelles témoins et dans deux parcelles traitées (à 50 et 100 %) sont présentées figure 1 ; un pic de floraison se produit 12 et 13 semaines après la levée dans les parcelles témoins, 13 semaines après la levée dans les parcelles traitées ; ce premier pic est d'autant plus important que le pourcentage de plantes opérées est moindre. Les parcelles traitées connaissent 3 semaines plus tard un second pic, lui, d'autant plus important que l'infestation est forte ; il est le résultat de la floraison des talles, alors que le premier pic correspond à la floraison des pousses principales.

Les courbes figurant la maturation des inflorescences (fig. 2) montrent, comme les précédentes, que les inflorescences en cours de maturation sont d'abord plus nombreuses dans les parcelles témoins ; on constate en revanche que par la suite leur nombre continue à croître rapidement dans les parcelles traitées, alors qu'il tend vers un maximum (entre les 18^e et 19^e semaines dans les parcelles témoins. La moisson ayant lieu 19 semaines après la levée, parcelles traitées et témoins fournissent un

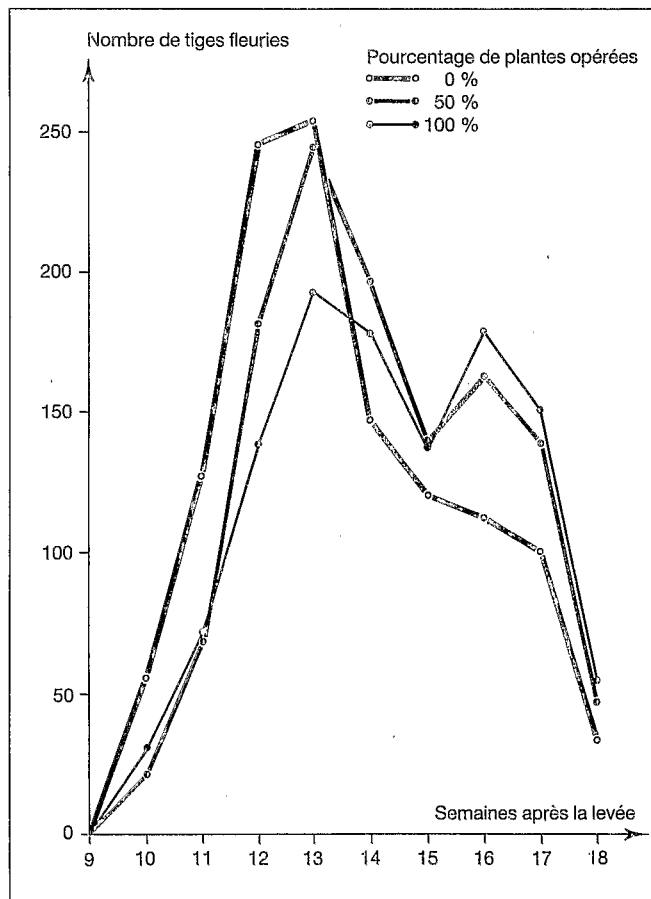


Fig. 1 : Évolution du nombre de tiges en fleur dans des parcelles traitées (50 et 100 % de plantes opérées) et dans les parcelles témoins.

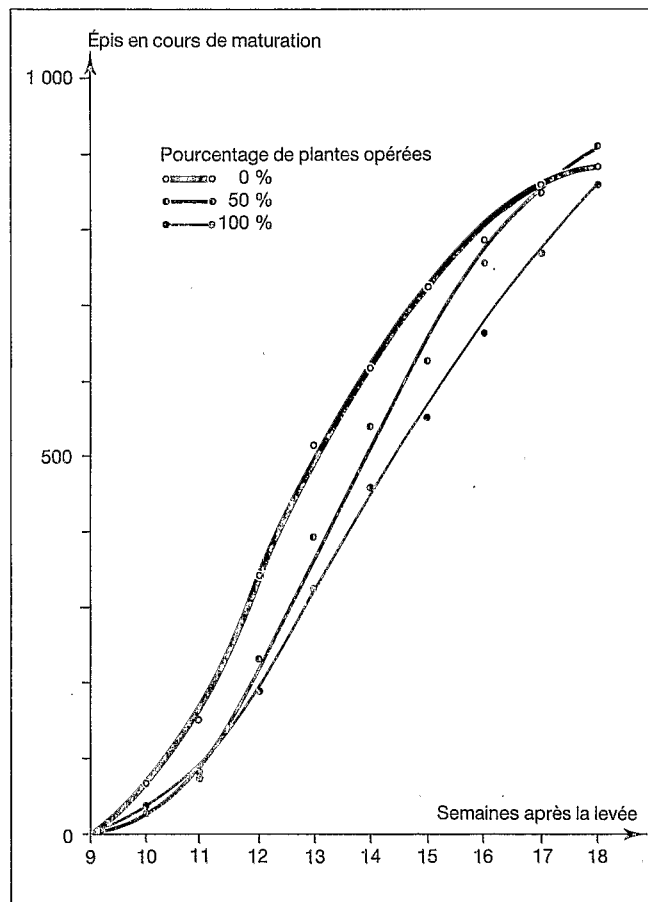


Fig. 2 : Maturation des épis de l'hybride CSH-1 dans des parcelles traitées (50 et 100 % de plantes opérées) et dans les parcelles témoins.

nombre à peu près équivalent d'inflorescences ; si la récolte avait eu lieu à la 17^e semaine, les parcelles témoins auraient produit davantage d'inflorescences mûres que les parcelles traitées. Au contraire, on peut s'attendre à ce que, si la récolte avait été retardée jusqu'à la 20^e semaine ou même au-delà, le résultat aurait été inverse. Cette dernière situation n'est pas purement théorique car, dans la pratique paysanne, la moisson est souvent échelonnée et les épis sont récoltés soit en fonction des besoins, soit au fur et à mesure de leur maturation, parfois jusqu'à une date avancée.

Rendement

Nous avons jusqu'ici raisonné en termes de nombre d'inflorescences ou d'épis ; en termes de rendement en poids de grain à l'hectare, les résultats de l'expérience apparaissent en accord avec ce qui précède. La récolte ayant été effectuée au bout de 19 semaines, et en une seule fois, les rendements varient de 1 426 kg/ha pour les parcelles ayant subi la plus forte infestation (100 % de plantes opérées, soit 78,5 % de cœurs morts) à 1 752 kg/ha dans les parcelles ayant eu 75 % de leurs plantes opérées (59,7 % de cœurs morts) (tabl. I). Le rendement moyen pour l'ensemble du champ d'essai est de 1 596 kg/ha, un rendement qui se situe dans une bonne

moyenne pour le continent africain (toutes parcelles confondues, l'infestation moyenne, exprimée en pourcentage de cœurs morts 21 jours après la levée, est de 28,6 %). L'analyse de variance montre qu'il n'y a pas de différence significative de rendement entre les différents traitements, ni d'ailleurs entre les différents blocs.

Discussion

L'expérience fut perturbée par des conditions climatiques anormalement pluvieuses, qui privent les résultats obtenus d'une partie de leur signification : l'eau recouvre une partie du terrain au moment de la germination, perturbant la croissance des plantules ; cette situation ne fut pas de nature à faciliter l'expression des différences entre traitements. Cette pluviosité anormale a également permis à de nombreuses talles de se développer et de fleurir. Dans d'autres circonstances, le second pic de floraison (fig. 2) ne se serait pas produit, si bien que le nombre d'inflorescences aurait probablement été nettement plus élevé dans les parcelles témoins que dans toutes les autres.

D'autre part, l'attaque d'*A. soccata* ne se limite généralement pas aux pousses principales du sorgho : les pousses secondaires, tertiaires, etc. peuvent être aussi fortement — voire plus fortement — infestées que les pousses principales. L'effet de ces infestations successives est d'étaler la période de floraison et de maturation de la plante, si bien que les conditions climatiques (en particulier le régime des pluies) influencent largement l'impact que peuvent avoir les attaques de la mouche du sorgho sur le rendement en grain. La reproduction fidèle de l'extrême diversité des conditions naturelles d'infestation exigerait donc que les talles soient traitées de la même façon que les pousses principales.

Toutes ces raisons, ajoutées au fait qu'il serait imprudent de tirer des conclusions générales d'une expérience isolée, nous conduisent à examiner les résultats obtenus par d'autres méthodes sous d'autres latitudes. En Inde comme en Chine, la mouche du sorgho est, de façon à peu près indiscutable et en dépit des réserves émises au sujet des méthodes employées, le principal ravageur du sorgho, qui peut occasionner des pertes de rendement atteignant 75 % de la récolte (SHIEH SHIANG-LIN, 1977 ; RAI *et al.*, 1978). On considère généralement dans ces pays que l'importance économique d'*A. soccata* s'est considérablement accrue avec l'apparition de nouvelles variétés et hybrides à haut rendement dans les années 1950 et 1960 (BLUM, 1972). Ces variétés, comme Swarna, CSH-1 ou CSH-5, possèdent des capacités de tallage inférieures aux variétés traditionnelles ; des conditions de température ou des régimes de pluie défavorables, des modes de culture différents, peuvent expliquer une incapacité de ces variétés à compenser les dégâts occasionnés par la mouche du sorgho.

En Afrique de l'Ouest, BRENIÈRE (1972) note : « En général, le fermier africain n'est guère touché par les pertes (dues à la mouche du sorgho), sauf si l'attaque est très sérieuse ». Cette remarque recouvre une vérité profonde : lorsque les niveaux de population de la mouche du sorgho sont suffisamment faibles et que la culture connaît des conditions de croissance satisfaisantes, la plante est normalement capable de compenser (ou même de surcompenser) les dégâts ; mais que les conditions climatiques viennent à empêcher cette croissance compensatrice, alors les pertes de rendement peuvent être considérables. DOGGETT (1972), un sélectionneur ayant une grande expérience des sorghos africains, précise les conditions dans lesquelles les pertes risquent d'être élevées : culture tardive, saison sèche trop courte, culture ayant souffert. Ces trois points sont confirmés par nos propres observations (DELOBEL, 1984) : les cultures tardives constituent des « pièges » où viennent s'accumuler les populations issues des cultures plus précoces ; de même, si la saison sèche est anormalement réduite, c'est-à-dire entrecoupée de pluies, les populations d'*A. soccata* parviennent à se multiplier sur les talles produites par les chaumes après la récolte ou sur sorgho sauvage (DELOBEL et UNNITHAN, 1981), pour atteindre au moment des semis des niveaux élevés et occasionner des dégâts importants. Si enfin la culture souffre, c'est sa capacité de tallage qui est amoindrie ; les plantes ne peuvent alors plus compenser les pertes dues à la prise de nourriture par la larve et l'on se trouve dans les conditions évoquées plus haut.

Conclusion

La comparaison des données disponibles en Afrique et en Asie, ainsi que l'examen de nos propres résultats, introduisent inévitablement la question de l'opportunité de l'introduction en Afrique d'hybrides à haut rendement ; nous nous garderons de répondre à cette question, qui dépasse largement le cadre de ce travail, mais il faut recommander la plus grande prudence aussi longtemps que la lutte contre la mouche du sorgho n'aura pas accompli de progrès décisifs.

Reçu le 7 mars 1984.
Accepté le 3 juillet 1984.

Remerciements. Je remercie le Professeur T.R. ODHIAMBO, directeur de l'ICIPE (International Centre of Insect Physiology and Ecology) à Nairobi, qui a permis la réalisation de ce travail et J. BRENIÈRE, chef de la Division de défense des cultures de l'IRAT-GERDAT. Mes remerciements vont également à M.P. OLLIMO pour son assistance sur le terrain.

Références bibliographiques

BLUM A., 1969. Factors associated with tiller survival in sorghum varieties resistant to the sorghum shoot fly (*Atherigona varia soccata*). *Crop Sci.*, 9 : 508-510.

BLUM A., 1972. Sorghum breeding for shoot fly resistance in Israel. *In* : Control of sorghum shootfly, international symposium, Hyderabad. New Delhi, Oxford and IBH publ., p. 180-191.

BRENIÈRE J., 1972. Sorghum shootfly in West Africa. *In* : Control of sorghum shootfly, international symposium, Hyderabad. New Delhi, Oxford and IBH publ., p. 129-135.

DELOBEL A., 1982. Oviposition and larval survival of the sorghum shootfly, *Atherigona soccata* Rond., as influenced by the size of its host plant (*Diptera, Muscidae*). *Z. Ang. Ent.*, 93 : 31-38.

DELOBEL A., 1984. Étude des facteurs déterminant l'abondance des populations de la mouche du sorgho, *Atherigona soccata* Rondani (*Diptères : Muscidae*). Thèse doctorat sciences naturelles, université de Paris-Sud, 127 p.

DELOBEL A. UNNITHAN G.C., 1981. The status of *Sorghum arundinaceum* as a host of *Atherigona soccata* Rondani (*Diptera : Muscidae*) in Kenya. *Ins. Sci. Application*, 2 : 67-71.

DOGGETT H., 1972. Breeding for resistance to sorghum shootfly in Uganda. *In* : Control of sorghum shootfly, international symposium, Hyderabad. New Delhi, Oxford and IBH publ., p. 192-201.

LAUDE H.M., 1972. External factors affecting tiller development. *In* : The biology and utilization of grasses. New York, Academic Press, p. 146-154.

POSTON F.L., PEDIGO L.P., WELCH S.M., 1983. Economic injury levels : reality and practicability. *Bull. Ent. Soc. Am.*, 29 : 49-53.

RAI S., JOTWANI M.G., JHA D., 1978. Economic injury level of shootfly, *Atherigona soccata* Rondani on sorghum. *Ind. J. Ent.*, 40 : 126-133.

SHIE SHIANG-LIN, 1977. Preliminary study on the bionomics and control of the sorghum fly. *Acta Ent. Sin.*, 20 : 177-182.

Summary

DELOBEL A. – A method for evaluating crop losses caused by the sorghum shoot fly *Atherigona soccata*.

A method for evaluating damage caused by the sorghum shoot fly, *Atherigona soccata*, is described. It consists in simulating different infestation rates in sorghum plots by causing artificially « dead hearts ».

Using this method makes it possible to evaluate the consequence of the shoot fly attacks on tillering, flowering and grain yield of the host plant ; it has the advantage of eliminating the great many pests attacking sorghum after *A. soccata*.

An experiment carried out in Kenya gave results which do not agree with those obtained in Asia ; the probable reasons for these differences are discussed.

Key words : *Atherigona soccata*, *Sorghum vulgare*, sorghum, yield losses, Kenya.

Resumen

DELOBEL A. – Un método de estimación de las pérdidas de cosecha atribuibles a la mosca del sorgo *Atherigona soccata*.

Se halla descrita una técnica de evaluación de los daños debidos a la mosca del sorgo *Atherigona soccata*. Consiste en simular, en parcelas de sorgo, diferentes grados de infestación provocando artificialmente la formación de « corazones muertos ».

Esta técnica de simulación permite evaluar las consecuencias del ataque por la mosca del sorgo sobre el macollamiento, la floración y el rendimiento final en grano de la planta huésped ; tiene la ventaja de eliminar las numerosas plagas que atacan el sorgo tras los ataques de *A. soccata*.

Un experimento llevado a cabo en Kenia ha dado resultados que discuerdan con aquellos obtenidos en Asia ; se hallan comentadas las razones probables de las diferencias observadas.

Palabras-clave : *Atherigona soccata*, *Sorghum vulgare*, sorgo, pérdidas de rendimiento, Kenia.