

UNIVERSIDAD DE PANAMA

MAESTRIA EN ENTOMOLOGIA

DAÑOS Y EFECTOS ECONOMICOS PRODUCIDOS POR Contarinia
sorghicola (COQUILLET) (DIPTERA: CECIDOMYIIDAE) EN
SORGO GRANIFERO.

FELIX A. ESTRADA R.

PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA

1986

1 SET. 1966

DAÑOS Y EFECTOS ECONOMICOS PRODUCIDOS POR Contarinia sorghicola
(COQUILLET) (DIPTERA: CECIDOMYIIDAE) EN SORGO GRANIFERO.

TESIS

Sometida para optar al título de Maestro en Ciencias con
especialización en Entomología Agrícola.

VICERRECTORIA DE INVESTIGACION POSTGRADO
DIRECCION DE POSTGRADO

Permiso para su publicación y reproducción total o parcial, debe ser
obtenido en La Vicerrectoría de Investigación y Postgrado.

Aprobado

[Handwritten signature]

Consejero

Comité

[Handwritten signature]

Comité

Obs. del autor

18240

1 SET. 1968

12 C

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
<u>Contarinia sorghicola</u> (Coquillet)	4
Distribución geográfica	4
Biología y hábitos	5
La planta del sorgo	7
Hospederos	8
Umbral económico de daño	9
Parásitos y predadores	10
Control químico	12
Temperatura, humedad y fotoperíodo	13
MATERIALES Y METODOS	15
Ciclo biológico de <u>Contarinia Sorghicola</u>	15
Estudio de la dinámica poblacional y nivel de daño	16
Determinación del período de floración y susceptibilidad	
al ataque de la plaga	20
Nivel de tolerancia de daño	20
Control químico	21
Hospederos alternos	23
RESULTADOS Y DISCUSION	24
Ciclo biológico y descripción	24
Mecanismo de la cópula	24
La oviposición	25

11.1.73

11.1.

11.1.

21/11/19

Huevo	25
Larva	27
Pupa	27
Adulto	29
Dinámica poblacional	32
Rendimiento de los tratamientos semanales	38
Período de floración	42
Nivel de tolerancia de daño	44
Control químico	47
Análisis económico de los insecticidas aplicados	50
Hospederos alternos	52
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	58
RESUMEN	59
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	60

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Duración del ciclo biológico de <u>Contarinia sorghicola</u> bajo condiciones de campo.	31
Cuadro 2. Promedio diario de emergencia de adultos de <u>Contarinia sorghicola</u> por panoja. Tocumen. 1983	37
Cuadro 3. Análisis de varianza de la prueba de susceptibilidad del sorgo expuesto al ataque de <u>C. sorghicola</u> . Tocumen. 1983.	40
Cuadro 4. Rendimiento del sorgo expuesto a infestación de <u>C. sorghicola</u> en los primeros 14 días de formación de la panoja. Tocumen. 1983.	41
Cuadro 5. Floración diaria acumulada en panojas individuales del híbrido P-8225. Tocumen. 1983	42
Cuadro 6. Período de floración del híbrido P-8225. Tocumen. 1983.	43
Cuadro 7. Determinación del daño ocasionado por <u>Contarinia sorghicola</u> en infestaciones artificiales. Tocumen 1983.	45
Cuadro 8. Análisis de varianza de la prueba de control químico de la mosquita. Tocumen. 1984.	48

Cuadro 9.	Prueba de insecticidas para el control de <u>Contarinia sorghicola</u> . Tocumen. 1984.	49
Cuadro 10.	Especies evaluadas como posibles hospederos de <u>Contarinia sorghicola</u> . Tocumen. 1984.	53

INDICE DE FIGURAS

	Página
Fig. 1. Huevo y larva de <u>Contarinia sorghicola</u>	26
Fig. 2. Pupa de <u>Contarinia sorghicola</u>	28
Fig. 3. Macho y hembra de <u>Contarinia sorghicola</u>	30
Fig. 4. Infestación de <u>C. sorghicola</u> en 15 semanas consecutivas. Tocumen. 1983.	33
Fig. 5. Infestación de <u>C. sorghicola</u> en 16 semanas consecutivas. Tocumen. 1984	35
Fig. 6. Hembra de <u>Aprostocetus diplosidis</u> Crawford (Hymenoptera: Eulophidae)	36
Fig. 7. Promedio de adultos emergidos desde la infestación. Tocumen. 1983.	39
Fig. 8. Beneficios obtenidos con los insecticidas aplicados. Tocumen. 1984.	51
Fig. 9. Hembra de <u>Contarinia sorghicola</u> ovipositando en una espiguilla de <u>Sorghum sudanense</u> .	55

INTRODUCCION

El Sorghum bicolor (L) Moench, que incluye especies silvestres, híbridos y variedades cultivadas es fuente importante de carbohidratos en la alimentación de animales domésticos y en la industria de aceites esenciales.

Además, los fitomejoradores han desarrollado genotipos de grano blanco de mayor calidad nutritiva que constituyen soporte alimenticio para la población rural de países en desarrollo. En Africa, lugar de origen (House 1982), los materiales de pericarpio blanco, marrón y rojo son utilizados en la alimentación diaria y constituye una de las principales fuentes de resistencia en los programas de hibridación.

Wall y Ross (1975) establecen que el sorgo ocupa el quinto lugar en la producción mundial de granos, después del trigo, arroz, maíz y cebada.

En Panamá, el sorgo de grano para la producción avícola, es cultivado en forma mecanizada en áreas recomendadas para el maíz y en parcelas de arroz que se establecen con las primeras lluvias, para aprovechar la humedad y fertilidad residual del suelo.

La superficie sembrada de 1980 a 1984 fluctuó entre 12 y 19 mil hectáreas con rendimientos que oscilaron entre 1.7 y 2.6 toneladas por hectárea (Anónimo, 1985).

El comportamiento productivo del sorgo en el campo no ha sido satisfactorio por causas diversas entre las que sobresale el daño causado por Contarinia sorghicola, conocida comúnmente como la "mosquita del sorgo", que afecta mayormente a las siembras de postrera o tardías. En Panamá, no se cuenta con estadísticas confiables que permitan establecer el daño real y potencial de la plaga y es frecuente que un número considerable de productores atribuyan las pérdidas a otras causas. Sólo en casos dramáticos ha sido posible establecer la vinculación directa de la plaga con el daño observado.

Este es un insecto diminuto cuyo daño se localiza en la panoja en la etapa de floración y en los períodos iniciales de formación del grano. La oviposición, el desarrollo de la larva y la pupa ocurren dentro de las estructuras internas de las espiguillas en condiciones de alta humedad.

El adulto es de color anaranjado y fácilmente se confunde con los granos que se encuentran en la etapa de antesis. Es quizás ésta una de las razones, por las cuales pasa desapercibido y sólo es notorio cuando se observa el daño, en forma de granos vanos.

El adulto constituye el único estado de desarrollo que ocurre fuera del grano y el que permite evaluar en forma práctica, el nivel poblacional en un momento dado para estimar los daños.

Los objetivos del presente estudio fueron los siguientes:

- 1.- Determinar el ciclo de vida y los hábitos de comportamiento del insecto bajo condiciones de campo.
- 2.- Determinar los momentos de susceptibilidad del cultivo.

- 3.- Conocer la relación entre fluctuaciones poblacionales con el daño producido.
- 4.- Evaluar el efecto de control de insecticidas orgánicos aplicados en una y dos oportunidades.

Las pruebas se realizaron en las instalaciones del Centro de Enseñanza e Investigaciones Agropecuarias que posee la Universidad de Panamá en Tocumen, desde septiembre de 1983 a febrero de 1984 y de mayo a diciembre de 1984.

REVISION DE LITERATURA

Contarinia sorghicola (Coquillet)

Diplosis sorghicola Coquillet, 1899

Contarinia andropogonis Felt, 1921 = C. sorghicola (Coq.) Harris, 1966

Contarinia palposa Blanchard, 1958 = C. sorghicola (Coq.) Gagné, 1968

Distribución geográfica

Según Rodrigo (1968), la "mosquita del sorgo" es originaria del sur de Asia; de allí pasó al Africa ecuatorial, donde se reportan daños desde 1865 y luego se distribuyó en el resto del mundo.

Tanto Harris (1970) como Wall y Ross (1975), la consideran la más cosmopolita de las plagas que atacan al sorgo. El primer autor la ubica en todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo, reportada en el hemisferio norte en lugares como Illinois, en Estados Unidos de América (EUA), Italia y el norte de la India. En el Hemisferio Sur puede encontrarse en latitudes como Buenos Aires, Sudáfrica y Nueva Gales del Sur en Australia. Los otros dos autores, afirman que es plaga primaria del género Sorghum, tanto de las especies cultivadas como de las silvestres.

Navas (1970), reportó daños ocasionados por esta plaga en parcelas experimentales de sorgo establecidas en Tocumen observándose síntomas similares en años anteriores.

Biología y hábitos

Harding (1965), sostiene que el ciclo de vida de C. sorghicola varía entre 10 y 25 días, ocurriendo la mayor emergencia de adultos entre los 15 y 19 días. Estima que de 9 a 11 generaciones ocurren por año en las altas planicies de Texas, (EUA). Este autor afirma que la oviposición ocurre en la siguiente proporción: 66% en la pared interna de la palea, 29% en la lema y 5% en el ovario o alrededor de los estilos. El desarrollo larvario se da en un 55%, 15% y 30% en la lema, palea y ovario respectivamente y la pupa se encuentra en la porción superior del grano entre las dos glumas. El adulto es atrófago y en laboratorio, el macho sólo sobrevive 4 horas, mientras que la hembra vive hasta 36 horas.

Lange et al. (1961), en experiencias realizadas en Texas, estimaron que la hembra de la mosquita del sorgo, deposita entre 28 y 124 huevos en forma individual en las espiguillas floreadas, con un período de incubación de 2 a 4 días. La larva se alimenta de la porción inferior del ovario durante 9 a 11 días hasta completar su desarrollo y aunque se encuentren más de tres por semilla, sólo una sobrevive. El período pupal se realiza en 3 a 5 días y ocurre en la depresión formada por la larva, mientras que el adulto sólo vive 1 ó 2 días. El ciclo completo puede darse en 14 a 22 días.

Pitre et al. (1975), realizaron ensayos en Mississippi EUA, demostrando que el ciclo completo del insecto se cumple en 14 a 18 días y es capaz de producir de 9 a 11 generaciones durante los 6 meses que permanece floreado el Sorghum halepense ("pasto Johnson"), que constituye uno

de los hospederos principales.

Tanto Doering y Randolph (1963) como Harris (1970) efectuaron estudios para determinar el ciclo de vida de la "mosquita". Los primeros en Texas (EUA), establecieron que el desarrollo de huevo a adulto varía de 12 a 21 días, tanto en el "pasto Johnson" como en los híbridos susceptibles del sorgo cultivado. El segundo autor, en Wisley (Australia), encontró que el ciclo completo oscila entre 14 y 21 días y puede afectar no sólo el sorgo cultivado, sino a otras especies de gramíneas.

Reyes y Arévalo (1982), en pruebas efectuadas en El Salvador, demostraron que el ciclo de vida del insecto varía de 20 a 25 días, mientras que en Nicaragua (Anónimo, 1976), se estableció que éste se cumplía en 19 días.

Según Salazar (1984), la hembra de la "mosquita" oviposita 75 huevos en promedio que se desarrollan en 2 ó 3 días, sucediéndole una larva de color anaranjado que se desarrolla en 9 a 11 días. El estado pupal varía de 3 a 5 días y de ella emergen los adultos que sobreviven 1 ó 2 días. El ciclo completo puede darse en 15 a 21 días y de 9 a 12 generaciones pueden registrarse en un ciclo agrícola.

Hernández (1979), en el valle de Culiacán (México), efectuó experiencias por dos años consecutivos encontrando, que el ciclo completo de la "mosquita" puede realizarse entre los 12 y 19 días con un período de incubación de 2 días, el desarrollo larvario de 7 a 9 días, la pupa de 2 a 3 días y el adulto 1 ó 2 días.

Gélvez (1980), en Mérida (Venezuela), informa que el ciclo puede cumplirse en 13.8 a 18.6 días; correspondiendo a la incubación 1.7 a

2.1 días; a la fase larvaria 7.7 a 10.0 días; la prepupa 0.7 a 1.5 días; la pupa 3.7 a 4.9 días. La longevidad del adulto fue determinada para ambos sexos, comprobando que el macho dura 9.7 a 11.9 horas y la hembra 21.1 a 23.7 horas. Esta última tiene fecundidad promedio de 94 huevos con una fertilidad promedio del 98%.

La planta del sorgo.

De acuerdo a House (1982), los genotipos de sorgo para grano tienen una relación grano a paja de 1:1. Comparado con el maíz, el sorgo tiene un sistema radicular más fibroso y ramificado que le permite penetrar a mayor profundidad para obtener la humedad. En este aspecto es menos exigente que otros cereales, ya que sólo requiere 332 kg de agua por kg de materia seca; mientras que el maíz, la cebada y el trigo necesitan 368, 434 y 514 respectivamente. Este autor sostiene que la temperatura óptima de desarrollo es de 25°C, dificultándose su floración a más de 40°C. El crecimiento es lento a 20°C, aunque algunas variedades pueden germinar a 12°C.

Thomas (1962), afirma que la mayoría de los genotipos mejorados demoran alrededor de 9 días para que la panoja individual complete la floración, con un período crítico entre el segundo y sexto día. En tanto House (1982), sostiene que este período dura de 4 a 5 días y la floración de todas las panículas en el campo puede extenderse hasta los 15 días. Este último autor describe a la panoja como un órgano constituido por

numerosos racimos con una o varias espiguillas conformadas siempre por una sésil y una pedicelada que es improductiva. La espiguilla sésil está integrada por dos glumas externas, dos lemas, una palea, dos pistilos y tres estambres.

Hospederos

Además del Sorghum bicolor (L.) Moench, que incluye las variedades e híbridos más difundidos en las principales zonas productivas, la "mosquita del sorgo" puede atacar a otras especies vegetales. Harding (1965), establece que esta plaga en los Estados Unidos de Norteamérica ha sido reportada atacando a las siguientes gramíneas:

<u>Panicum miliaceum</u>	(broomcorn)
<u>Setaria</u> spp	(foxtail grass)
<u>Tridens flavus</u>	(purple top)
<u>Andropogon gerardi</u>	(big buestem)
<u>Panicum capillare</u>	(witchgrass)
<u>Tridens albascens</u>	(white tridens)
<u>Sorghastrum</u> sp	(indian grass)
<u>Sporobolus cryptandrus</u>	(sand dropseed)
<u>Echinochloa crusgallii</u>	(barnyard grass)
<u>Andropogon sacharoides</u> var <u>torreyanus</u>	(silver bluestem)
<u>Eragrotis curtipedicillata</u>	(gummy lovegrass)
<u>Paspalum distichum</u>	(knotgrass)
<u>Panicum hallii</u>	(halls panicum)

Las especies descritas, aunque no están diseminadas en ese país, son susceptibles y permiten el desarrollo normal de la "mosquita".

Este autor conjuntamente con Pitre y Gourley (1980), Lange et al. (1961), coinciden que los hospederos silvestres de mayor importancia lo constituyen el Sorghum halepense y el Sorghum almun, que se encuentran difundidos en todas las áreas productoras de Estados Unidos.

Harris (1970), sostiene que las principales fuentes de infestación emigran del Sorghum halepense, Sorghum sudanense y Andropogon gayanus. En Africa, el Sorghum arudinaceum y el Sorghum verticilliflorum son susceptibles, mientras que el Sorghum membraceum presenta variedades resistentes, por desarrollar glumas largas y muy consistentes.

De acuerdo a House (1982), en Africa y Asia se encuentran otras especies de Sorghum que son hospederas de la "mosquita", entre las que se conocen las siguientes: S. roxburghi, S. conspicuum, S. nervosum, S. sublabrescen, S. virgatum, S. durra.

Umbral económico de daño.

Diversos métodos han sido desarrollados para establecer los niveles de infestación que requieren controlarse, desde aquellos que consideran unidades específicas como las panojas, los recuentos por batidas o por unidades de área. Cada uno con variaciones según el hospedero escogido, las oportunidades en que se realiza y la técnica de evaluación. (Irwin, 1981 y Nakano et al., 1981).

Según Hallman et al. (1984), el límite tolerable de daños se alcanza

cuando los registros de campo establecen una población equivalente a un adulto de la "mosquita" por panoja. Este nivel es sustentado por Montoya (1965), Thomas (1962), Randolph et al (1971). El umbral económico establecido fue confirmado por Salazar (1984) y Stanford et al. (1972).

Young y Teetes (1977), establecen una modalidad, al señalar que el control debe realizarse cuando existe 1 adulto por panoja en una plantación de sorgo que presente un 25 a 30% de floración.

Datos recopilados en Nicaragua (Anónimo, 1976), por King y Saunders (1984), Pitre et al. (1975), confirman que la población máxima tolerable se alcanza al presentarse 2 adultos por panoja; mientras que Marín et al. (1978), manifiestan que 3 adultos por panoja al inicio de la floración, requiere control inmediato.

Pruebas realizadas por Johnson et al. (1973), sirvieron para demostrar que los cultivares de sorgo de grano con menos de 20% de daño son considerados resistentes al ataque de la "mosquita". Mientras que Reyes y Arévalo (1982), sostienen que ocurren pérdidas económicas cuando se produce un 14% de granos dañados.

Parásitos y predadores.

Los enemigos naturales de la mosquita del sorgo, presentan diversos grados de control, en las áreas productoras donde usualmente se localizan. La eficiencia aumenta en aquellas zonas donde el uso de insecticidas es nulo o las aplicaciones son mínimas, como lo afirma Tirado (1978).

De acuerdo a Barrion y Litsinger (1982), en Filipinas han sido identificados tres parasitoides, cuyas poblaciones son fluctuantes a través de la primavera. Tanto Eupelmus popa (Eupelmidae) como Tretastrichus sp (Eulophidae), son abundantes mientras que un Encyrtidae no determinado se presenta en poblaciones bajas.

Marín et al. (1978), en Colombia y Summers (1976), en California (E.U.A.) opinan que el principal parasitoide de esta plaga lo constituye Aprostocetus diplosidis Crawford (Eulophidae), que se encuentra diseminado en ambos territorios.

Baxendale et al (1983), en Texas (E.U.A.) identificaron cuatro parasitoides asociados con la "mosquita del sorgo". Dos ectoparásitos: Eupelmus popa Girault y Aprostocetus diplosidis Crawford son más abundantes en primavera e inicios del verano, mientras que los endoparásitos: Tetrastichus venustus Gahan y Tetrastichus blastophagi Ashmead abundan en las dos estaciones. Todas las especies tienen un ciclo de vida que varía de 7 a 32 días, con mayor emergencia de adultos entre los 15 y 19 días.

T. blastophagi tiene preferencia por las "mosquitas" que infestan al "pasto Johnson"; T. diplosidis y T. venustus prefieren a las "mosquitas" encontradas en el sorgo de grano; mientras que E. popa se encuentra en los dos cultivos.

Rogers (1977) y Harding (1965), coinciden que E. popa y Tetrastichus sp parasitan las larvas diapausales que emergen en la primavera. Este último autor cita un ácaro predador de adultos y a la especie Orius insidiosus (Say) que abunda en verano.

Martínez (1980), observó en Tocumen, un parásito de la familia Eulophidae cuya población era similar al de la "mosquita" que emergía de las cajas de cría y Ortiz et al (1978), dan referencia de una especie pequeña de Hymenoptera observado en las plantaciones experimentales y comerciales en Río Hato (Panamá).

Control químico

Alvarado y De León (1984), establecen que el control químico de la "mosquita" puede lograrse eficientemente con Malathion, Sevin o Dipterex en las dosis recomendadas por las casas comerciales. Es importante la doble aplicación en infestaciones altas; la primera al inicio de la floración y la segunda, 5 días después.

Pitre et al (1975), Tirado (1978) y Hernández (1979), coinciden en la doble aplicación en el período descrito destacando el primer autor, que el control más efectivo resulta con Ethion, Phosvel y Gusathion a razón de 0.5 lbs i.a./acre. El segundo autor sostiene que el Sevin, Diazinon y Metilparathion son eficaces en la dosis recomendadas, mientras que el tercer autor, en pruebas realizadas en dos años consecutivos obtuvo mejor control con Diazinon, Lebaycid y Optunal a razón de 0.6, 0.6 y 0.45 kg de i.a./ha. Ward et al. (1972), Stanford et al. (1972), Randolph et al. (1971) como Doering y Randolph (1963), afirman que el control debe aplicarse cuando la plantación de sorgo presenta el 50% de floración y una segunda puede efectuarse 3 a 5 días después si es requerida. Insecticidas organofosforados como el Diazinon, Dimetoato,

Metilparathion y Azinfosmetil, resultan superiores a organoclorados como el Endrin, Toxafeno y DDT.

MacQuillan et al. (1975), en pruebas realizadas por dos años consecutivos en áreas sorgícolas de Australia, encontraron que una doble aplicación de Clorpirifos en dosis de 150g i.a/ha fueron superiores al DDT en dosis de 500 g ia/ha, aplicadas en igual oportunidad.

Salazar (1984), sostiene que una aplicación al momento en que se registra el 20% de floración y una segunda 5 días después son efectivas. Sin embargo, debe recurrirse a insecticidas de contacto que no afecten al cultivo y sean baratos. Insecticidas como el Dipterex, Nuvacron, Metilparathion y Cygard resultan fitotóxicos a un número considerable de híbridos comerciales, por lo cual deben utilizarse con precaución.

Temperatura, humedad y fotoperíodo.

En Texas (E.U.A.), las larvas que entran en diapausa antes del invierno, inician su emergencia durante la primavera, al prevalecer condiciones ambientales favorables, como lo sostienen Baxendale y Teetes (1983 a). Pruebas realizadas por los autores citados demostraron que con una humedad relativa de 100% y exposiciones de luz por 14 horas durante 100 días, no se produce emergencia de adultos de la "mosquita" a 10° ni a 40° C. Con temperaturas de: 35°, 30°, 25° y 20° C se inicia la emergencia a los 22, 12, 13 y 26 días respectivamente; mientras que a 15°C Tarda 48 días. Por regresión, establecieron el umbral de temperatura de emergencia en 14.8° C. Estos autores, comprobaron además, que el

fotoperíodo no influye en la conclusión de la diapausa, mientras que la humedad sí tiene efecto significativo. Cuando se mantiene una temperatura de 30°C y exposiciones diarias de 14 horas de luz, emergen adultos desde los 13 a los 16 días después de la aplicación de humedad. Si las larvas se exponen al secado progresivo y 30 días después se añade agua nuevamente, los adultos emergen en 9 a 15 días.

Según Fisher y Teetes (1982), con temperatura y luz constantes y humedad relativa del 90, 50 y 10%, se produce emergencia del 83, 12 y 5% respectivamente.

De acuerdo a Baxendale y Teetes (1983 b), la diapausa finaliza cuando se acumulan 431 unidades de calor, con una temperatura mínima de desarrollo establecida en 14.8°C.

MATERIALES Y METODOS

Ciclo biológico de *Contarinia sorghicola*.

Para conocer el ciclo de vida de la "mosquita" en el área de estudio, se seleccionaron 30 plantas en floración, en los tratamientos No.6, 8, 10 y 12. Cada una de las panojas de dichas plantas, fueron cubiertas con malla de nylon hasta el momento en que presentaban anteras anaranjadas y amarillas en un 50% respectivamente. Al registrarse este momento, las plantas fueron descubiertas entre las 7:00 y 9:00 a.m, para someterlas a una infestación bajo condiciones naturales.

Pasado este período, cada una de las panículas, fue cubierta nuevamente, procediéndose a cortar una en los días sucesivos hasta completar la totalidad por parcela.

Las espiguillas de las panojas colectadas, fueron disectadas con ayuda de un microscopio estereoscópico. Las observaciones se realizaron en la mañana y en la tarde de cada día, para establecer, los lugares de oviposición y los momentos en que se producía cada una de las etapas de la metamorfosis.

Esta labor se repitió en los tratamientos sucesivos ya señalados, permitiendo observar diferentes estados de desarrollo coincidentes con las infestaciones ocurridas en el campo. Con este procedimiento se establecieron los rangos y promedios de duración para el huevo, larva, pupa y adulto.

En campo, se evaluó igualmente, el mecanismo y duración de la cópula y de la oviposición.

Estudio de la Dinámica Poblacional y Nivel de Daño

Para conocer las fluctuaciones poblacionales de adultos de Contarinia sorghicola (Coq) en presencia de un hospedero permanente, se establecieron siembras semanales de sorgo de granos desde el 6 de setiembre al 13 de diciembre de 1983, utilizando el híbrido P-8225, desarrollado por Pioneer Seed Company.

Las evaluaciones se efectuaron en parcelas de 90 metros cuadrados y cada unidad experimental contó con 16 hileras de siembra de 10 metros de largo, separadas a 0.60 metros y 0.05 metros entre plantas. La densidad aproximada fue de 330,000 plantas por hectárea.

En 1984, se reiniciaron las siembras semanales desde el 17 de mayo hasta el 30 de agosto, manteniendo igual densidad de plantas que el año anterior, pero reduciendo la parcela a 10 hileras de siembra, por los resultados obtenidos en lo referente al período de susceptibilidad de las plantas. Se utilizó el mismo híbrido del año 1983.

En los dos períodos de siembra establecidos en la época lluviosa se utilizó un lote de terreno del campo No.7 en el Centro de Enseñanza e Investigaciones Agropecuarias de la Universidad de Panamá en Tocumen.

El suelo fue roturado con un motocultivador rotatorio de 15 caballos de fuerza, que permitió además, desmenuzar la superficie y exponer las semillas de Cyperus rotundus, que constituyó la maleza predominante.

Dos semanas antes de la primera siembra, se efectuó una aplicación del herbicida Glyphosato a razón de 1440 gramos de ingrediente activo por hectárea, sobre las malezas existentes en el campo.

La siembra se efectuó manualmente, colocando la semilla a chorro continuo en el fondo de surcos a una profundidad de 3 centímetros. Al alcanzar las plantas una altura promedio de 15 centímetros, se efectuó el entresaque dejando 20 unidades por metro lineal. Cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 25 centímetros, se efectuó una aplicación dirigida del herbicida Paraquat, a razón de 500 gramos de ingrediente activo por hectárea.

Al momento de la siembra, se incorporó el fertilizante compuesto 12-24-12 a razón de 227 kilogramos por hectárea y 30 días después se aplicó fertilizante nitrogenado a base de urea, en cantidad equivalente a 90 kilogramos por hectárea.

Los tratamientos se mantuvieron sin aplicación de insecticidas para determinar la concurrencia de plagas y de enemigos naturales.

Se registraron las fechas coincidentes con el inicio y conclusión de la floración y cosecha para promediar el lapso que requería el híbrido en estudio, desde la germinación.

Los tratamientos correspondientes entre la 7a. y 10a fecha de siembra, establecidas entre el 18 de octubre y 8 de noviembre de 1983, fueron seleccionados para determinar el daño ocasionado por la "mosquita" y las fluctuaciones de la población de los adultos que emergían de las panojás. Este procedimiento permitía que se lograra una infestación económicamente importante, por contar la plaga con el hospedero en permanente estado de susceptibilidad durante las 6 fechas precedentes.

La metodología utilizada en cada parcela fue la siguiente:

- 1- Se seleccionaron 20 plantas en cada una de las 16 hileras de

siembra de cada tratamiento.

- 2- Las plantas seleccionadas en 15 hileras fueron cubiertas con malla de nylon desde la prefloración, dejando la número 16 descubierta.
- 3- Al momento de iniciarse la floración se expusieron las 20 plantas de la primera hilera al ataque de la "mosquita" por un período de 24 horas.
- 4- Al completarse este período, fueron cubiertas nuevamente las plantas de la primera hilera y se descubrieron 20 en la segunda hilera.
- 5- Este procedimiento se repitió para las 14 primeras hileras en días sucesivos correspondientes.
- 6- Las plantas de la hilera No.15 se mantuvieron permanentemente cubierta desde la prefloración, hasta la cosecha, como un indicador del potencial de producción del híbrido seleccionado. Las plantas de la No.16 se mantuvieron descubiertas desde la prefloración y se cubrieron conjuntamente con las de la hilera No.14.
- 7 Diez panojas de las 14 hileras iniciales se cortaron 10 días posteriores a la exposición y se introdujeron en cajas de cartón de 20 cm de largo x 15 cm de ancho x 15 cm de alto, que contenía un vial de 23 cc.
- 8- Las panojas introducidas en las cajas descritas, se observaron diariamente y se registró el número de adultos que emergían cada 24 horas.
- 9- Las 10 panojas restantes de cada hilera dejadas en campo y expuestas al ataque de la "mosquita" por períodos sucesivos de 24

horas, se mantuvieron cubiertas hasta la madurez fisiológica, en que fueron cosechadas, para estimar el daño producido en base al rendimiento.

la cobertura de las plantas seleccionadas, se efectuó en las oportunidades descritas, para proteger las panojas del ataque de pájaros que podían afectar la producción por parcela.

10- Los resultados obtenidos se sometieron a análisis estadístico.

Para determinar las fluctuaciones poblacionales de adultos, bajo condiciones naturales, se efectuaron recuentos semanales a partir de la floración de la primera fecha de siembra de 1983 y de 1984, y en cada tratamiento sucesivo.

Los recuentos se efectuaron a las 8 horas, en los días en que las panojas estaban floreadas y presentaban las anteras color anaranjado en la porción apical y amarillo en la porción basal.

En cada parcela se seleccionaron 50 plantas al azar, que constituyeron la unidad de muestreo. El procedimiento utilizado fue el de cubrir las panojas con bolsas de polipropileno transparente de 30 centímetros de largo por 20 centímetros de ancho. En un movimiento rápido desde la parte apical se cubría cada panoja y se sostenía la porción inferior. Posteriormente, se daban palmadas suaves y continuas con la otra mano, para provocar el vuelo de las "mosquitas" que pudieran localizarse en granos externos e internos.

Las bolsas se retiraban de cada panícula y se procedía a contar los adultos adheridos a la pared interior. El procedimiento se continuaba hasta completar la unidad de muestreo.

Otro de los métodos utilizados para conocer la dinámica de la población de adultos de la "mosquita" fue el recuento diario de los adultos que

emergían de las cajas de cría, que permitió establecer una curva poblacional. También se pudo conocer el momento de inicio y conclusión de la emergencia de adultos resultantes de infestaciones que por lapso de 24 horas, presentaban las panojas expuestas. Esta información, permitió conocer el período en que se concentraron las mayores densidades de población.

Determinación del período de floración y susceptibilidad al ataque de la plaga.

En tres parcelas establecidas en semanas sucesivas, se seleccionaron e identificaron un total de 600 plantas desde que presentaban el primordio floral. En cada parcela se hicieron observaciones y anotaciones diarias del número de plantas que florecían en cada período. Los datos se analizaron y permitieron conocer el período en que se iniciaba y finalizaba esta fase y los días en que concentraban los mayores porcentajes de floración.

Estos datos fueron correlacionados con la presencia de poblaciones del insecto para determinar los períodos de susceptibilidad del cultivo y las infestaciones registradas.

Nivel de tolerancia de daño

Para conocer la capacidad de daño producido por la "mosquita" en momentos de susceptibilidad del cultivo, se seleccionaron 30 panojas

floreadas en cada una de 3 fechas semanales consecutivas y en cada oportunidad se infestó artificialmente (cada órgano) con un número específico de individuos.

En cada panoja, previamente cubierta con malla de nylon se introdujo de 1 a 3 parejas sexadas. Esta labor se realizó entre la 6:30 y 7:00 horas en los días en que las panojas presentaban un 50% de flores con anteras anaranjadas y un 50% amarillas. Las panojas se mantuvieron cubiertas por 10 días consecutivos, período en el cual se contó el número total de granos y los que resultaron infestados.

La infestación se determinó, exprimiendo granos individuales entre dos reglas plásticas y contando los que dejaban manchas de color anaranjado, que es característico de la presencia de las larvas. Los que no presentaban estas condiciones, se disectaban para comprobar si estaban o no infestadas por larvas y pupas.

Control químico

para conocer el efecto de algunos plaguicidas de mayor uso en plaza, se diseñó un ensayo de control químico con los insecticidas Ambush (Permetrina), Sevin (Carbaril) y Diazinon, representativos de los piretroides, carbamatos y organofosforados, respectivamente. Cada insecticida se aplicó en una y dos oportunidades, el diseño de campo utilizado fue de bloques al azar, con cuatro repeticiones, seis tratamientos y dos testigos (uno cubierto y otro descubierto). La parcela total fue de 38.40 metros cuadrados, constituidos por 8 hileras

de 8 m de largo, distanciados a 0.60 m y una distancia entre plantas de 0.05 m. La parcela efectiva fue de 14.40 metros; cosechándose sólo las 4 hileras centrales, eliminando 1 metro de cada extremo.

El ensayo fue establecido en el campo No. 7 del Centro de Enseñanza e Investigaciones Agropecuarias de Tucumén, el día 8 de agosto de 1984. Al momento de la siembra, se aplicó fertilizante 12-24-12 a razón de 227 kg/ha; y 90 kg/ha de urea, 30 días después.

Para controlar las malezas, se efectuó una aplicación generalizada de Paraquat en pre-siembra y 20 días después de la germinación, en forma dirigida. En ambas ocasiones la dosis del producto fue de 500 gramos de i.a/ha.

Previo a la aplicación de los insecticidas se efectuó un recuento del número de adultos de la "mosquita" por panoja, para conocer el nivel de infestación presente.

La primera aplicación de insecticidas se efectuó, cuando un 25% de las panojas mostraban el tercio apical en floración y la segunda, 5 días después, cuando más del 90% de las panojas estaban floreadas.

Los insecticidas y dosis seleccionadas fueron los siguientes:

Permetrina (Ambush)	50 g i.a/ha
Diazinon (Diazinon)	450 g i.a/ha
Carbaril (Sevin)	1 kg i.a/ha.

El equipo utilizado fue una bomba de mochila de presión decreciente marca Hudson, con un tanque de 6 litros de capacidad, con un aguilón de 4 boquillas D-12 (cono hueco) separadas a 0.50 m y con capacidad de descarga de 250 litros/ha.

La presión de aplicación se mantuvo en 40 lbs/pulg² y el producto se asperjó solamente en las 4 hileras centrales de las parcelas experimentales correspondientes. Noventa y cinco días después de la germinación, el ensayo fue cosechado y los datos de rendimiento fueron tabulados y analizados.

Hospederos alternos

Para estudiar en forma práctica, otras especies vegetales que pudieran ser hospederos de Contarinia sorghicola, además del sorgo de grano, se procedió a coleccionar inflorescencias de las principales especies de la familia Gramineae y Cyperaceae, presentes en el área de estudio. Esto se efectuó en varias oportunidades.

Las panículas y otros órganos de fructificación se evaluaron desde el momento que se producía la emergencia y a través de diferentes estados de desarrollo, dando mayor énfasis al período de floración. En cada oportunidad se cortaron 50 órganos que se introdujeron en las cajas de emergencia de adultos, ya descritas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ciclo biológico y descripción

Contarinia sorghicola (Coq) es una especie capaz de producir varias generaciones en un año, cuyo ciclo biológico es de corta duración, pudiendo repetirse hasta dos veces por mes.

Mecanismo de la cópula

La emergencia de adultos se inicia al amanecer. Aunque puede continuar durante todo el día, es mayor durante la mañana, cuando es notoria la competencia de los machos alrededor de las hembras y el conjunto de adultos vuelan en torno a las panojas floreadas.

Algunas panojas cubiertas con malla de color blanco resultaron atractivas a los adultos y en ellas pudo observarse la cópula.

El proceso se inicia cuando el macho toma posición dorsal de la hembra, la retiene con los "claspers", permaneciendo ambos por tiempo variable entre 10 y 25 segundos. Pasado este tiempo, el macho vuela a un sitio cercano, mientras que la hembra permanece inmóvil varios segundos y luego vuela.

El mecanismo descrito se realiza sobre las panojas en flor y en aquellas con mayor grado de desarrollo.

La oviposición

La hembra fecundada vuela hacia las espiguillas que están en plena anthesis, ya que las anteras favorecen la separación de las glumas. La hembra toma posesión de un grano y desplaza su cuerpo hacia atrás y adelante, logrando con ello la introducción del ovipositor totalmente extendido. Luego permanece inmóvil por algunos segundos, retrae el oviscapto y vuela hacia otra espiguilla para continuar su faena.

Los huevos son depositados con mayor frecuencia en la base del estigma, en las paredes internas de las glumas y en menor grado en las lemas y paleas siendo el número variable.

Huevo

Recién depositado, es de color blanquecino, oval-alargado, con longitud variable entre los 450-550 micras y de 100-150 micras de ancho (Fig.1). En la porción basal posee un pedicelo pequeño, con el cual se adhiere a la superficie interna del grano. Desde el segundo día se nota el cambio paulatino hacia un anaranjado cada vez más intenso, hasta que se produce la eclosión.

El huevo permanece turgente durante esta etapa, por la alta humedad existente dentro del grano y el período de incubación dura 2 - 3 días (Cuadro 1).

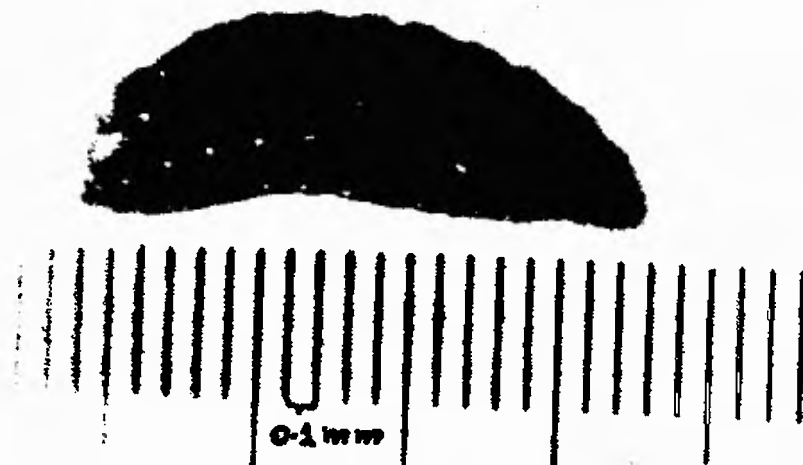


FIGURA. 1 HUEVO Y LARVA DE Contarinia sorghicola

Larva

La larva emerge del corion, por movimientos de contracción y dilatación, luego rasga la porción anterior del huevo y hace efectiva la salida.

La larva es hemicéfala, ápoda y de color anaranjado pálido inicialmente. Este matiz se hace más intenso, hasta que alcanza su desarrollo completo.

Las larvas eclosionadas dentro de los granos se desplazan usualmente, hacia el ovario, la lema o la palea. Presentan la porción anterior dirigida a la base de la estructura seleccionada y en esta posición permanecen alimentándose de 7 a 12 días (Cuadro 1), período necesario para cumplir esta etapa.

La larva en su máximo desarrollo mide entre 1,6 a 1,9 mm de longitud y 0.5 a 0.7 mm de ancho (Figura 1).

Pupa

La pupa es del tipo obtecta con los apéndices visibles, pero adheridos al cuerpo. La porción cefálica es más oscura que el resto del cuerpo, notándose bien delineados los ojos compuestos y las estructuras primarias de patas y antenas.

La pupa es más ancha en su porción media con 0.6 a 0.7 mm y su longitud varía entre 1.5 y 1.8 mm (Figura 2). El estado pupal dura de 3 a 4 días (Cuadro 1).

Antes de empupar la larva cambia de posición, dirigiendo la cápsula cefálica hacia la porción apical del grano y luego se transforma.



FIGURA 2. DE Contarinia sorghicola

Adulto

El adulto emerge rasgando la porción anterior del pupario y por movimientos laterales, hacia atrás y adelante proyectando primeramente la cabeza. Los movimientos continuos, permiten al insecto sacar una de las patas delanteras luego la otra y en esta posición se mantiene algunos segundos. Posteriormente, apoyado en sus extremidades anteriores, prosigue con el contorneo corporal, saca las patas medias, luego las posteriores y el resto del cuerpo.

El insecto permanece inmóvil por algunos minutos, mientras las alas plegadas sobre el dorso, se extienden lateralmente y se producen los primeros movimientos. Cubierto este lapso, el espécimen camina y aletea desplazándose por la panoja y luego emprende el vuelo.

Durante la emergencia, es fácil presa de las hormigas, arañas y otros predadores.

El sexo en los adultos es fácilmente reconocible, ya que la hembra, usualmente es de mayor tamaño que el macho (Figura 3) y presenta un oviscapto, tan largo como el cuerpo cuando está totalmente extendido o el abdomen cónico cuando éste no es visible. Mide de 1.7 a 1.9 milímetros de longitud.

El macho (Figura 3), usualmente tiene las antenas de mayor longitud que la hembra y en ellas se observan más fácilmente las circumfilias y conos sensoriales. Otro carácter morfológico de importancia, es la presencia de los órganos fállicos en forma de gancho que posee en el extremo caudal del abdomen, con los cuales retiene la hembra durante la cópula.



♂



♀

FIGURA 3. MACHO Y HEMBRA DE Contarinia sorghicola

Los machos se observan en mayor número en la mañana, compitiendo por la posesión de las hembras, porque viven sólo un día o algunas horas mientras, que estas últimas pueden durar 2 días, período necesario para completar la oviposición.

El ciclo completo del insecto (Cuadro 1) se cumple entre 13 y 21 días, cuando las temperaturas varían de 21° a 37°C y la humedad relativa es de 50 a 90%.

CUADRO 1. DURACION DEL CICLO BIOLÓGICO DE Contarinia sorghicola BAJO CONDICIONES DE CAMPO. TOCUMEN. 1983.

ESTADO DE DESARROLLO	DURACION (DIAS)		
	MINIMA	MAXIMA	PROMEDIO
Huevo	2	3	2.5
Larva	7	12	9.5
Pupa	3	4	3.5
Adulto	1	2	1.5
Total	13	21	17.0

Dinámica poblacional

En los recuentos semanales realizados al momento en que las panojas estaban en plena floración y presentaban la mitad superior con las anteras de color anaranjado y la inferior de color amarillo, se pudo detectar en la segunda siembra de 1983, que el número de adultos de Contarinia sorghicola por panoja presentó un crecimiento poblacional sostenido (Figura 4).

La floración correspondiente a los tres últimos tratamientos de 1983, concidieron con la estación seca, prácticamente desde el momento de la siembra, produciéndose plantas pequeñas con altura menor a los 80 centímetros, en comparación con aquellas de 1.50-1.60 metros que mantuvo el híbrido bajo condiciones de lluvias abundantes.

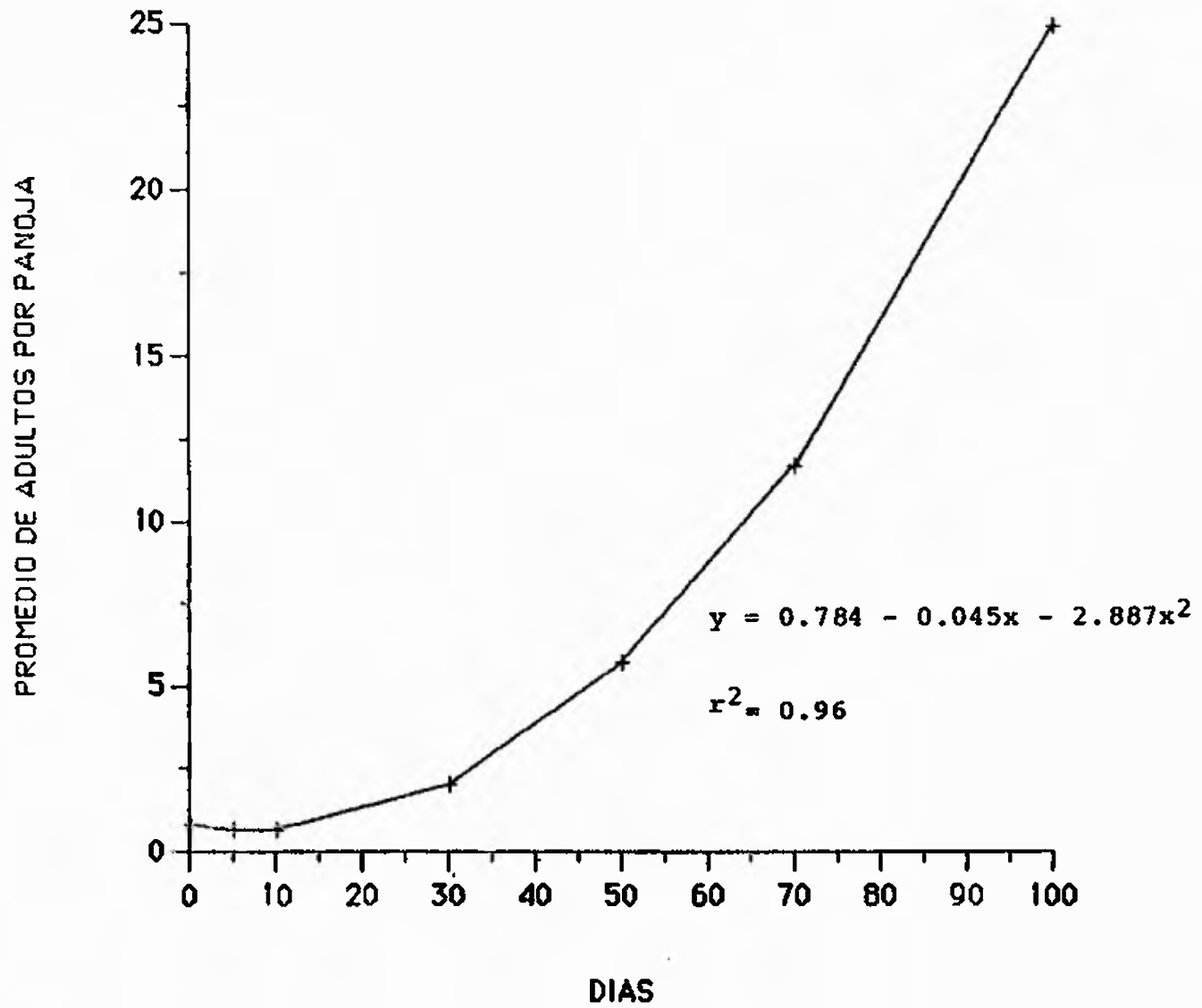
El tamaño de la panoja se redujo significativamente, lo mismo que el número de granos, cuyo potencial fue menor en 40-60%.

Las altas poblaciones que se registraron en este período afectaron la totalidad de la producción en el campo y se contaron hasta 6 larvas por grano, lo que constituye un nivel de infestación elevado.

Las poblaciones de adultos en las últimas fechas de siembra, decrecieron por efecto de la limitada capacidad de alimento del principal hospedero y por la poca disponibilidad encontrada en otros hospederos alternos, existentes en la zona.

La situación durante el año 1984, fue diferente, ya que la plantación establecida entre mayo y agosto, contó con suficiente humedad durante

**FIGURA Nº 4. INFESTACION DE *Contarinia sorghicola*
EN 15 SEMANAS CONSECUTIVAS. TOCUMEN 1983**



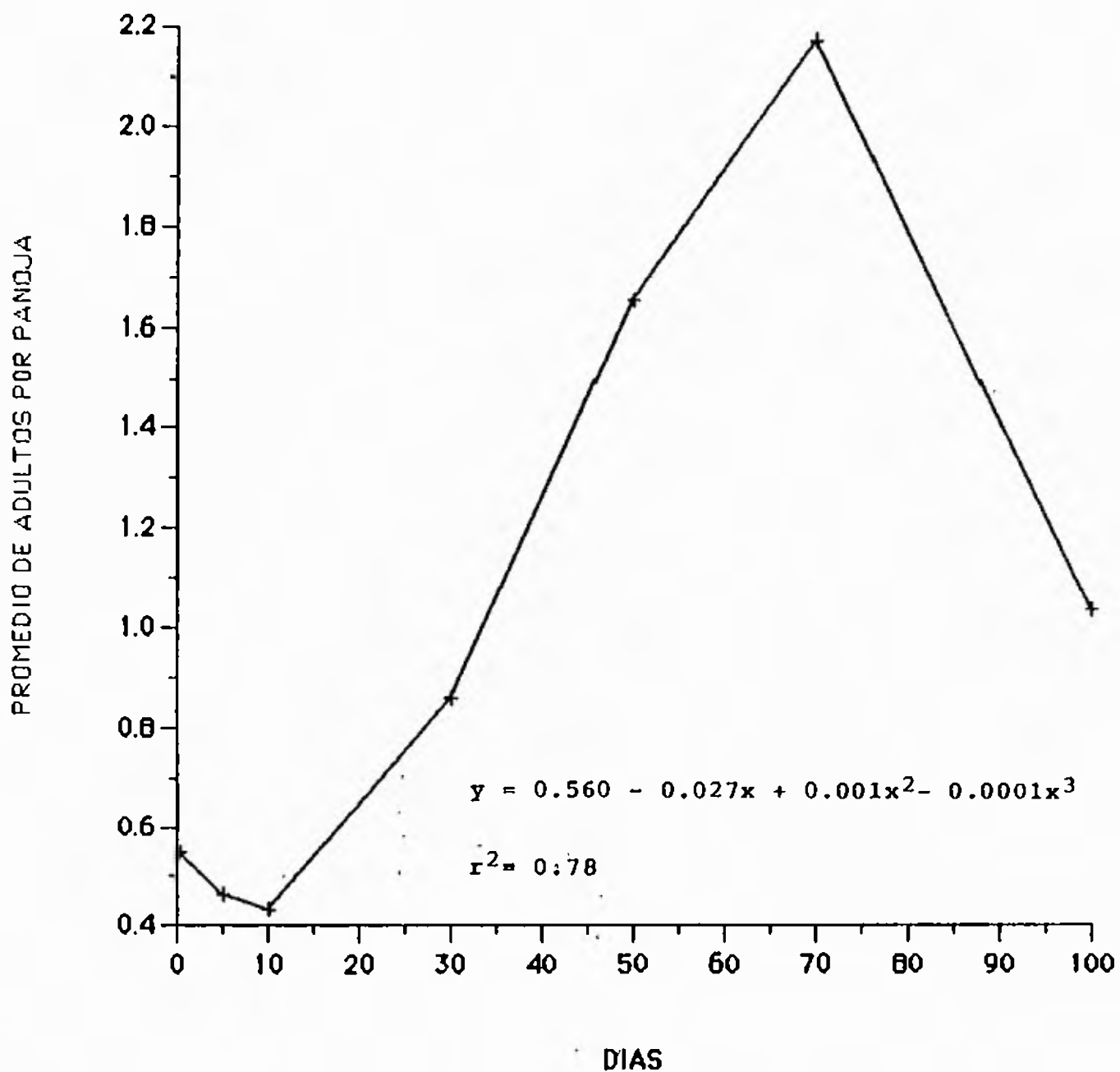
todo el ciclo vegetativo y productivo. La expresión de crecimiento y desarrollo de las plantas y panojas fue uniforme y comparable al óptimo registrado en 1983.

El comportamiento de las poblaciones de adultos de la "mosquita", utilizando el mismo método de recuento, fue diferente (Fig.5), al parecer por efecto de un factor de represión natural. Las fluctuaciones se mantuvieron en rangos más estrechos que el año anterior y las mayores densidades de población, apenas sobrepasaron el nivel económico de daño. Sin embargo, estas infestaciones se mantuvieron por cortos períodos, y luego se normalizaron a niveles sub-económicos. Es notorio, que en los recuentos semanales se colectaron adultos de un parasitoide, (Fig. 6), que se presentó igualmente, en las cajas de emergencia de adultos, en densidades similares a la población de "mosquitas". Fue detectado en el campo frecuentemente, desde que aparecieron las primeras panojas.

En numerosos granos disectados, correspondientes a diferentes tratamientos, se encontraron pupas de este parasitoide, que fueron aisladas y de los cuales emergió el adulto.

La presencia de este enemigo natural, conocido como Aprostocetus diplosidis Crawford (Hymenoptera: Eulophidae) puede considerarse como una alternativa potencial dentro del equilibrio del ecosistema, que merece evaluarse conjuntamente con otros factores de represión natural o inducidos en el manejo de la plaga.

**FIGURA Nº 5 INFESTACION *Contarinia sorghicola*
EN 16 SEMANAS CONSECUTIVAS TOCUMEN 1984**



UNIVERSIDAD DE PANAMA
BIBLIOTECA



FIGURA 6. HEMBRA DE Aprostocetus diplosidis CRAWFORD
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)

Emergencia de Adultos

Otro de los métodos utilizados para evaluar la dinámica poblacional de la "mosquita del sorgo", fue a través de recuentos diarios de la emergencia de adultos. Las evaluaciones correspondieron a panojas floreadas expuestas al ataque de la plaga por períodos de 24 horas, cortadas a los 10 días y luego introducidas en cajas de cartón.

La respuesta positiva a la fototaxia permitió el recuento diario de los especímenes presentes en los viales de las cajas de cría.

En el Cuadro 2, se presenta una relación numérica y porcentual de los datos obtenidos.

CUADRO 2. PROMEDIO DIARIO DE EMERGENCIA DE ADULTOS DE *Contarinia sorghicola* POR PANOJA. TOCUMEN 1983.

DÍAS DESDE LA INFESTACION	No. ADULTOS \bar{x}	ADULTOS %
13	0.31	0.07
14	24.27	5.57
15	116.97	26.85
16	150.16	34.47
17	84.85	19.47
18	41.95	9.62
19	13.22	3.09
20	3.02	0.69
21	0.81	0.17
22	0.00	0.00
TOTAL	435.56	100%

De los resultados obtenidos en la presente experiencia, puede inferirse que en infestaciones naturales, la duración desde la oviposición hasta la emergencia del adulto varía entre los 13 y 21 días, produciéndose el 80% de imagos entre los 15 y 17 días.

El registro del comportamiento poblacional de cuatro tratamientos semanales consecutivos, demuestra que hubo coincidencia en la fechas de inicio y término de la emergencia diaria de adultos, con aumento progresivo de la densidad, condición que persistió en las siguientes semanas hasta la última fecha de siembra en que se agotaron las reservas.

La tendencia en el comportamiento de las poblaciones de adultos emergidos en períodos de 24 horas presenta una distribución normal. La duración desde que se hace presente el primer espécimen hasta que finalizan los recuentos dura aproximadamente 10 días (Fig. 7) bajo las condiciones predominantes en el estudio.

Rendimiento de los tratamientos semanales.

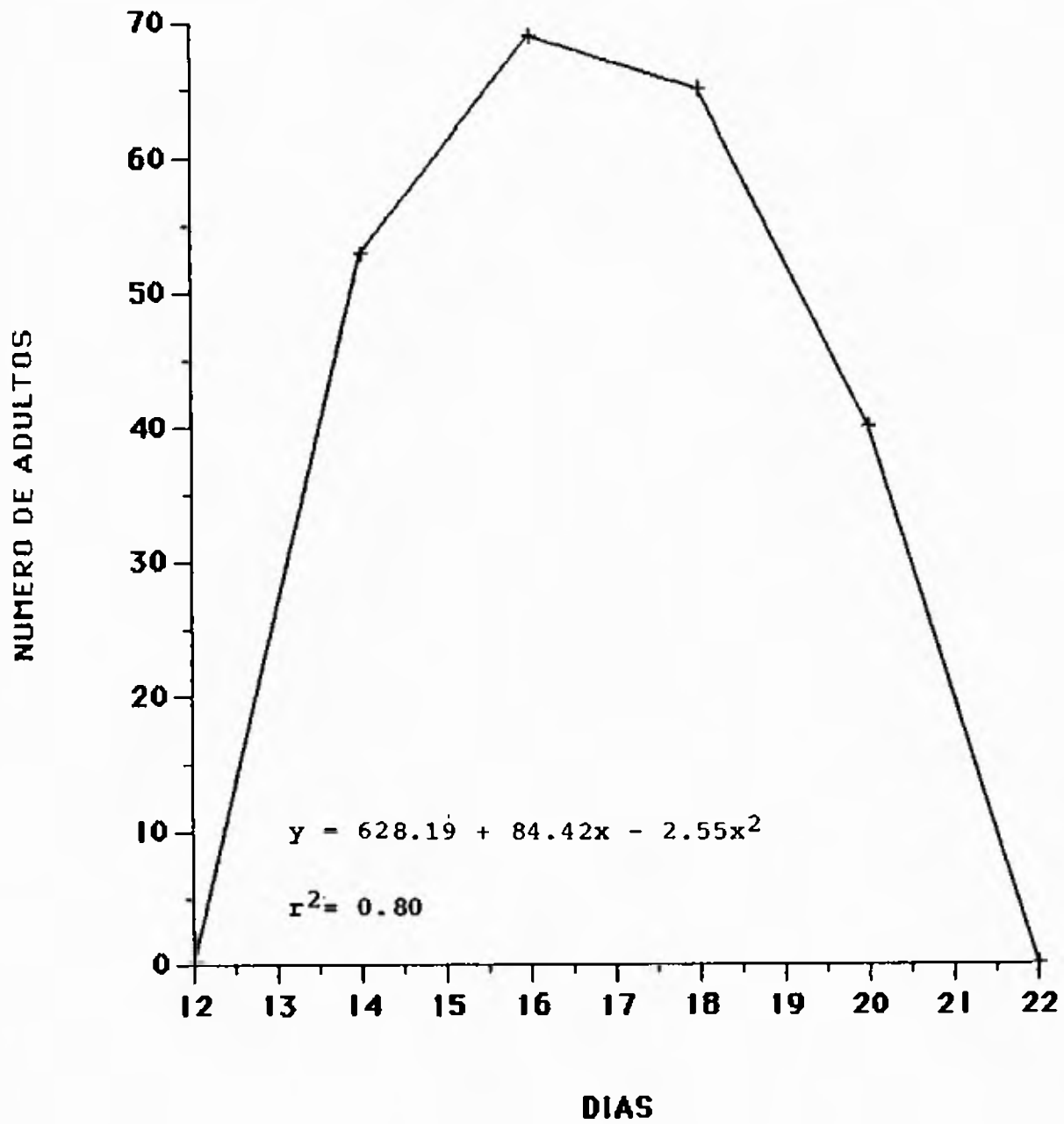
Diez panojas de cada una de las 16 hileras de siembra replicadas 4 veces, que fueron expuestas al ataque de los adultos de la "mosquita", permanecieron cubiertas hasta la madurez fisiológica.

La cosecha se hizo efectiva, cuando los granos presentaron entre 15.3 y 17.2% de humedad, período comprendido entre los 93 y 95 días posteriores a la germinación.

Los pesos fueron ajustados a un 14% de humedad y transformados a kilogramos por hectárea (Cuadro 3), cuyos resultados demuestran diferencias altamente significativos ($P=0.01$), entre tratamientos.

En el cuadro 4. se presenta la comparación de medias de los tratamientos en estudio, por la prueba de rangos múltiples de Duncan, en donde se comprueba que las panojas expuestas al ataque de las "mosquitas" pueden

FIGURA 7. PROMEDIO DE ADULTOS EMERGIDOS DESDE LA INFESTACION. TOCUMEN. 1983.



ser afectadas, en forma directamente proporcional a la densidad de la población presente en los períodos de susceptibilidad de los granos. El mayor daño prevalece durante los siete primeros días de floración, que coincide con el período de antesis. En esta etapa, las glumas de las espiguillas se abren, lo que facilita la inserción del oviscapto y la deposición del huevo dentro del grano.

La infestación es mínima durante los dos primeros días, ya que existe un número reducido de plantas en floración, sin embargo, del cuarto al séptimo día hay incrementos significativos de plantas en estado susceptible que permite a la "mosquita" aumentar el daño.

Las infestaciones empiezan a declinar desde el octavo día en que el grano se desarrolla y adquiere mayor consistencia el endosperma. Esta condición constituye una barrera física que parece desestimular la oviposición.

CUADRO 3. ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRUEBA DE SUSCEPTIBILIDAD DEL SORGO EXPUESTO AL ATAQUE DE Contarinia sorghicola. TOCUMEN. 1983.

F. DE V.	S. C.	G. L.	C. M.	F. C.	F. TABLA
TOTAL	43682297.55	55			5% 1%
REPLICAS	1409600.76	3	469866.92	1.33	2.0 2.66
TRATAMIENTO	28588946.30	13	2199149.71	6.26**	
ERROR	13683750.48	39	350865.39		

CUADRO 4. RENDIMIENTO DEL SORGO EXPUESTO A INFESTACIONES DE Contarinia sorghicola EN LOS PRIMEROS 14 DIAS DE FORMACION DE LA DE LA PANUJA. TOCUMEN. 1983.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO PROMEDIO (kg/ha)	
T. cubierto	5292	a
13 día	4791	ab
9 día	4670	abc
12 día	4661	abc
14 día	4566	abc
11 día	4475	abc
10 día	4393	bcd
8 día	4355	bcd
1er día	3870	cde
7 día	3562	def
2 día	3362	ef
3 día	3083	ef
5 día	3033	ef
6 día	2895	f
4 día	2841	fg
T. descubierto	2026	g

NOTA: Las medias unidas por una letra común no difieren significativamente (P= 0.05).

Período de floración

Las panojas seleccionadas para efectuar las observaciones sobre la duración de la floración individual, fueron marcadas desde el primordio floral. Al producirse la excursión de la panoja se hicieron recuentos diarios del número de espiguillas que iniciaban floración (Cuadro 5), encontrándose que el 86% se concentró entre 2 y 5 días.

CUADRO 5. FLORACION DIARIA ACUMULADA EN PANOJAS INDIVIDUALES DEL HIBRIDO P-8225. TOCUMEN. 1983.

DIAS	% DE FLORACION
1	2.3
2	14.4
3	31.2
4	27.7
5	12.8
6	7.6
7	2.9
8	0.9
9	0.2
10	0.0
TOTAL	100.0

Uno de los aspectos relevantes en la producción de sorgo es la desuniformidad en la floración que suele presentarse en medianas y grandes plantaciones. A pesar de que el período de siembra puede

realizarse en un corto lapso, el desarrollo del ciclo vegetativo es variable, lo mismo que el ciclo productivo. En la prueba realizada (Cuadro 6) se encontró que el 83% de floración se produce en los 10 primeros días, concentrándose el 71% entre el 5° y 10° día.

CUADRO 6. PERIODO DE FLORACION DEL HIBRIDO P-8225. TOCUMEN. 1983.

DÍAS	% DE FLORACION (*)
1	0.2
2	1.4
3	3.8
4	6.2
5	9.1
6	11.3
7	14.2
8	14.8
9	12.4
10	9.7
11	7.2
12	4.8
13	2.6
14	2.1
15	0.6
16	0.2
17	0.2
18	0.1
19	0.0

* Datos de 600 plantas totales

La situación descrita puede dilatarse aún más con otros germoplasmas, lo que permite a la "mosquita del sorgo" contar con reservorios disponibles para aumentar su potencial destructivo.

Es frecuente que en áreas de producción no se cuente con fechas tope de siembra para variedades e híbridos que difieren en su ciclo total. Algunos materiales de tipo intermedio o tardío, son los que se establecen más tarde y ocupan mayores extensiones. Otro factor que facilita la reproducción de la plaga, es la existencia de genotipos con capacidad de ahije. Tal es el caso del híbrido P-8225, que produce retoños al alcanzar la fase productiva y al cosecharse la planta madre se pueden contar cinco o más. Estos rebrotes producen panojas de un tamaño menor al 50% de la planta madre, pero constituyen focos de infestación por períodos prolongados.

Nivel de tolerancia de daño

La introducción de 1 a 3 parejas de adultos en panojas floreadas, previamente cubiertas con malla de nylon, permitió establecer parámetros comparativos del daño directo que puede realizar cada estrato (Cuadro 7). Los datos obtenidos se basaron en granos infestados, descartando otros daños presentes.

El desarrollo de una larva puede deteriorar totalmente al grano, ya que se alimenta del óvulo fertilizado, en vías de crecimiento.

Las infestaciones, usualmente, ocurren desde fases tempranas de la antesis, en que se produce la liberación del polen y continúa en la fase de grano lechoso. En estas etapas predomina una humedad interna superior al 90%. Posteriormente, el óvulo alcanza un mayor tamaño y

CUADRO 7. DETERMINACION DEL DAÑO OCASIONADO POR Contarinia sorghicola EN INFESTACIONES ARTIFICIALES. TOCUMEN. 1983.

PANOJA	I N F E S T A C I O N		
	1 ♀	2 ♀	3 ♀
1	64	138	161
2	39	115	132
3	72	134	151
4	68	99	147
6	64	128	181
7	68	92	152
8	42	88	160
9	74	109	118
10	89	101	143
11	58	112	121
12	71	128	181
13	90	147	171
14	91	152	122
15	71	146	178
16	72	83	144
17	68	132	161
18	67	87	110
19	83	102	167
20	44	101	137
21	90	222	152
22	73	153	180
23	99	98	99
24	74	86	132
25	88	94	149
26	49	136	105
27	88	118	155
28	91	151	183
29	54	97	189
30	41	108	112
Total granos infestados	2123	3484	4442
Total de granos	29071	27338	27626
\bar{X}	70.7	116.1	148.8
% de infestación	7.3	12.7	16.0

emerge entre las glumas, iniciándose el endurecimiento del grano.

Los resultados permiten establecer que el nivel de daño permisible, se da al detectar 1 hembra adulta por panoja. Sin embargo, por tratarse de un insecto pequeño, donde no se distinguen fácilmente los sexos, la población en el campo puede estimarse, realizando conteos diarios.

Hay correspondencia al detectar 2 especímenes por panoja en horas de la mañana, por la mayor ocurrencia de la cópula y paridad en el número de individuos de ambos sexos. Por otro lado, si el recuento se realiza en horas de la tarde, se espera que predominen las hembras, debido a su mayor longevidad, por lo que el nivel crítico en este caso, corresponde a 1 individuo por panoja.

El corto ciclo biológico de la especie, le permite producir generaciones quincenales, cuando la población es uniforme, pero lo usual, es que en campo se observen poblaciones superpuestas, con numerosos individuos en diferentes estados de desarrollo, lo que dificulta su manejo.

La determinación del umbral económico de daño, incluye otros aspectos a considerar como son:

- 1- Método de recuento utilizado
- 2- Evaluación de enemigos naturales
- 3- Estado de desarrollo del cultivo
- 4- Precio de cosecha en el mercado
- 5- Oportunidad de ocurrencia de la infestación
- 6- Costo y efectividad del control
- 7- Otros factores no controlados

Considerando lo expuesto, el nivel de daño tolerable, se estableció en

base a la alta capacidad reproductiva de la plaga, su corto ciclo de vida y el costo del control.

La situación descrita, prevalece para el P-8225 u otro híbrido susceptible, en su máximo potencial productivo. Cuando el crecimiento o desarrollo del genotipo es afectado por condiciones ambientales, se producen panojas de menor tamaño y el daño producido es mayor. Esta condición puede ser modificada igualmente, cuando se siembra material genético con cierto grado de resistencia, en cuyo caso el nivel de tolerancia de daño es mayor.

Control químico

Los resultados obtenidos con la aplicación de los insecticidas al momento en que la plantación mostraba el 25% de las panojas floreadas y en algunas parcelas se repitió un segundo tratamiento, 5 días después, permitió comparar el grado de protección con respecto a un testigo absoluto (panojas descubiertas) y uno protegido (panojas cubiertas). El análisis estadístico (Quadro 9) reflejó el efecto residual de los insecticidas seleccionados y la cobertura dada en las etapas críticas de mayor susceptibilidad del cultivo.

CUADRO 8. ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRUEBA DE CONTROL QUIMICO DE LA MOSQUITA. TOCUMEN. 1984.

F. V.	S. G.	G.L.	C. M.	F.C.	F.	TABLA
TOTAL	4125766.87	31			5%	1%
REPLICAS	475810.62	3	158603.54	11.21**	3.07	4.82
TRATAMIENTOS	3351899.87	7	478985.70	33.86**	2.49	3.64
ERROR	297956.37	21	14145.54			

La diferencia significativa entre repeticiones demuestra que el diseño de bloques completos al azar fue adecuado. Igualmente los insecticidas en prueba y los tratamientos de referencia mostraron diferencia altamente significativas ($P=01$) y mediante la prueba de rangos multiples de Duncan, pudo comprobarse que las aplicaciones dobles con los tres insecticidas en estudio fueron comparables al testigo protegido con malla de nylon (Quadro 9).

En el caso de la Permetrina, la aplicación única, fue ligeramente inferior mientras que los restantes, apenas superaron al testigo descubierto.

Es prudente destacar, que tanto la selección de los insecticidas, como las dosis y las oportunidades de aplicación son factores importantes que deben evaluarse en conjunto al decidirse por una medida de control de efectos inmediatos. Se ha comprobado que algunos plaguicidas producen diversos grados de fitotoxicidad que se presenta con quemaduras al follaje en algunos híbridos y variedades. Aunque puedan constituir excelentes controladores de adultos de la "mosquita", su efecto en el cultivo debe considerarse antes de su selección.

CUADRO 9. PRUEBA DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE Contarinia sorghicola. TOCUMEN. 1984.

TRATAMIENTO	DOSIS (g.i.a/ha)	APLICACIONES (No.)	RENDIMIENTO PROMEDIO(Kg/ha)
Permetrina	50 + 50	2	3,237.00 a
Diazinon	450 + 450	2	3,184.00 a
Testigo protegido	—	-	3,166.00 ab
Carbaril	1000 + 1000	2	3,098.50 b
Permetrina	50	1	3,046.00 b
Diazinon	450	1	2,819.50 c
Carbaril	1000	1	2,706.50 c
Testigo descubierto	—	-	2,209.50 d

NOTA: Las medias unidas por una letra común no difieren significativamente (P=0.05).

Las infestaciones al momento de la aplicación de los insecticidas fue de 2.8 adultos de la "mosquita" por panoja. Esta densidad es superior al umbral económico establecido, requiriéndose la aplicación de una medida inmediata de control. Sin embargo, es evidente que el momento de la aplicación y la duración del efecto represivo en el campo, son factores importantes en la selectividad de los insecticidas, por la duración que presenta la etapa de floración.

El experimento se estableció contando con una fuente permanente de infestación constituida por 11 fechas semanales precedentes, que se sembraron en un área adyacente. Por contar con el hospedero en períodos constantes de susceptibilidad, se asumió que el comportamiento

poblacional de la plaga sería similar al año 1983, en que se incrementó progresivamente. Sin embargo, en el año 1984, la presencia de un parasitoide, mantuvo la población controlada entre rangos estrechos.

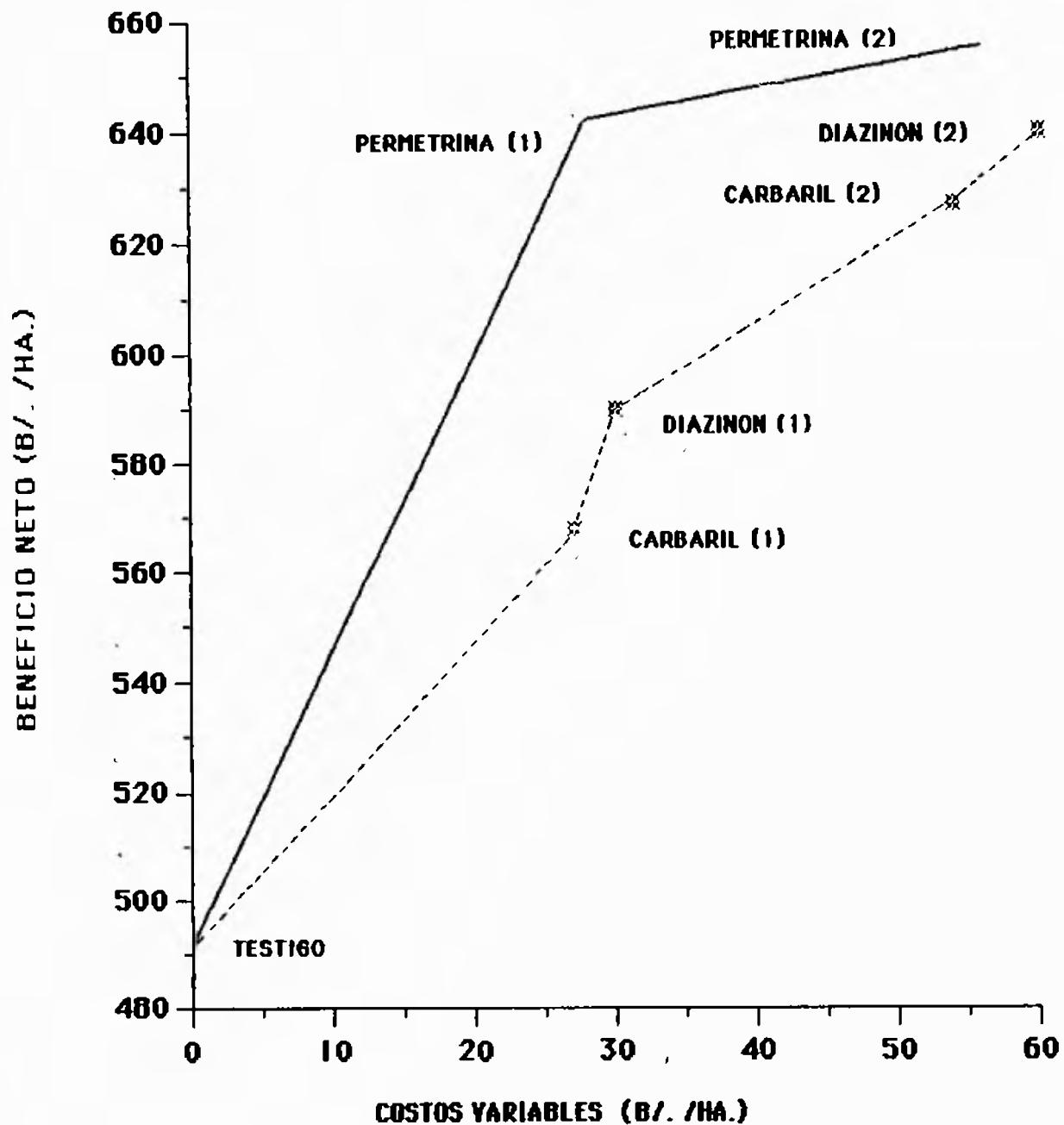
Análisis económico de los insecticidas aplicados

La evaluación económica de los tratamientos en estudio a base de la relación entre los costos variables directos y los beneficios netos obtenidos, constituye una alternativa práctica a considerar en la decisión final.

Todos los insecticidas utilizados presentan beneficios mayores al testigo absoluto (Figura 8). En donde se destacan las alternativas dominantes encabezadas por el insecticida a base de Permetrina (Ambush) en 1 y 2 aplicaciones que no presentan diferencias significativas con las aplicaciones dobles de los insecticidas a base de Diazinon y Carbaril (Sevin). Las aplicaciones únicas con los dos últimos insecticidas presentan una relación económica favorable entre la inversión realizada y los incrementos obtenidos en las utilidades.

En todos los casos, el retorno sobre el capital invertido es adecuado, por lo que es necesario evaluar el costo variable de oportunidad. El beneficio neto obtenido con las dos aplicaciones de Permetrina es B/170.16 mayor que el testigo, con una tasa de retorno por la inversión del 303%. El costo de una sola aplicación con el mismo insecticida, produce un 557% de retorno con respecto al testigo, que equivale a obtener B/5.57 por cada Balboa invertido y sólo un 50% (B/0.50 por cada

FIGURA 8. BENEFICIOS OBTENIDOS CON LOS INSECTICIDAS APLICADOS . TOCUMEN. 1984



(1) Una aplicación con 25% de plantas floreadas.

(2) Dos aplicaciones: una con 25% de plantas floreadas y otra 5 días después.

Balboa) adicional con la segunda aplicación.

La utilidad económica obtenida con los otros insecticidas presenta el siguiente comportamiento: La primera aplicación de Diazinon, produce una tasa retorno del 347% (B/.3.47 por cada Balboa) sobre el testigo y la segunda un 167% (B/.1.67 por Balboa); con Carbaril, la primera produce el 304% (B/.3.04 por Balboa) y la segunda un 219% de incremento (B/.2.19 por Balboa).

La situación prevaleciente en la prueba permite conocer formas de respuesta que deben evaluarse antes de decidir una medida de represión. Cuando la utilidad económica presenta rangos estrechos, es importante evaluar el tipo, momento y forma de control, especialmente cuando se recurre al uso de plaguicidas.

Hospederos alternos

La inflorescencia de los probables hospederos, (Cuadro 10) que se colectaron e introdujeron en cajas de emergencia de adultos, se obtuvieron en tres oportunidades, en áreas adyacentes a los ensayos de sorgo. Se colectaron muestras de gramíneas y ciperáceas nativas cuyo crecimiento se daba espontáneamente y en pastos mejorados introducidos. Tal es el caso del Andropogon gayanus que contaba con menos de un año de haberse sembrado, con semilla proveniente del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), con sede en Cali, Colombia.

CUADRO 10. ESPECIES EVALUADAS COMO POSIBLES HOSPEDEROS DE Contarinia sorghicola. TOCUMEN. 1984.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<u>Brachiaria humidicola</u>	Humidícola
<u>Ischaemum ciliare</u>	Ratana
<u>Ischaemum rugosum</u>	Mazorquilla
<u>Panicum maximum</u>	Guinea o Indiana
<u>Bothriochloa sp</u>	Paja hueso
<u>Paspalum paniculatum</u>	Paja mula
<u>Hyparrhenia rufa</u>	Faragua
<u>Eleusine indica</u>	Pata de gallina
<u>Paspalum virgatum</u>	Cabezona
<u>Echinochloa colonum</u>	Liendre de puerco
<u>Echinochloa polystachia</u>	Pasto Alemán
<u>Pennisetum purpureum</u>	Pasto elefante
<u>Andropogon gayanus</u>	Veranero
<u>Sorghum sudanense*</u>	Pasto sudán
<u>Cyperus rotundus</u>	Pimentilla
<u>Cyperus ferax</u>	Cortadera

*Positiva

De las especies mencionadas, sólo del Sorghum sudanense emergieron adultos en todas las ocasiones que se colectó. En diferentes sectores de la Estación Experimental de Tocumen se observaron hembras de Contarinia sorghicola (Figura 9) ovipositando en espiguillas floreadas de esta especie. En algunas áreas de la ciudad de Panamá donde creció espontáneamente este pasto, se colectaron panojas de las cuales emergieron adultos de la "mosquita".

Este hospedero se mantiene en estado de floración durante todo el año, aún en la estación seca, constituyéndose en un refugio permanente de la plaga. Con las primeras lluvias, aumenta la población del hospedero, con lo que se incrementa la densidad del insecto.

La "mosquita" tiene preferencia por el Sorghum bicolor, pero en ausencia de este hospedero o por presión de poblaciones, se observa en el Sorghum sudanense.



FIGURA 9. HEMBRA DE Contarinia sorghicola OVIPOSITANDO EN
ESPIGUILLA DE Sorghum sudanense

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo podemos concluir que:

1. La floración de todas las espiguillas de una panoja individual de híbrido P-8225 demoró 9 días, concentrándose esta etapa entre el 2º y 5º día.
2. El momento de mayor susceptibilidad del cultivo al ataque de la "mosquita", fue cuando las panojas presentaron anteras anaranjadas en la porción apical y amarillas en la base, en relación similar.
3. La emergencia de adultos de la "mosquita" en panojas colectadas en campo, ocurrió desde los 13 a 21 días posteriores a la infestación, produciéndose el 80% entre los 15 y 17 días, lo que concuerda con el ciclo biológico considerando sus etapas de desarrollo.
4. La dinámica de población de los adultos de *Contarinia sorghicola* ("mosquita del sorgo") varió de 1983 a 1984.
5. En 1984, la presencia del parásito *Aprostocetus diplosidis* (Hymenoptera: Eulophidae) fue frecuente en las plantaciones de sorgo desde que aparecieron los adultos de la "mosquita".
6. Dos ó más adultos de la "mosquita" por panoja en la mañana ó una después del medio día, constituyó el nivel económico de daño.
7. Se obtuvo buena protección al cultivo y mayores rendimientos por unidad de área cuando se utilizó la doble aplicación de Permetrina, Diazinon o Carbaril; la primera con 25% de plantas floreadas y la

segunda 5 días después, logrando una cobertura mayor del 90% de panojas en floración.

8. Las aplicaciones únicas y dobles de los insecticidas en estudio, presentaron una relación económica favorable entre la inversión realizada y la utilidad obtenida. Una sola aplicación con Permetrina produjo una tasa de retorno superior el 550% sobre el testigo absoluto, mientras que las restantes variaron entre 219 y 347%.
9. De 16 especies de gramíneas y ciperáceas consideradas como posibles hospederos alternantes de la "mosquita", sólo en el Sorghum sudanense (pasto sudán) se comprobó infestaciones de la plaga.

RECOMENDACIONES

Para el control de Contarinia sorghicola en parcelas comerciales de sorgo de grano y en base a la presente experiencia, recomendamos las siguientes alternativas:

1. Debe mantenerse en lo posible, recuentos diarios de la población de adultos de la "mosquita", desde el momento que se produce la emergencia de las primeras panojas, ya que los imagos solo viven 2 días.
2. El método de cubrir las panojas con bolsas de polietileno transparente permite obtener registros aproximados de la densidad de adultos en el campo. De no contarse con este dispositivo, el recuento visual en panojas escogidas al azar, es adecuado.
3. El control debe dirigirse hacia el adulto que es el único estado de desarrollo que ocurre fuera del grano, pero éste debe realizarse cuando las panojas inician la floración.
4. Debe evitarse la producción de inflorescencia del Sorghum sudanense ("pasto sudán"), previas al cultivo del sorgo granífero.

Para complementar el presente estudio recomendamos realizar investigaciones en los siguientes aspectos:

- Ampliar información sobre control biológico de Contarinia sorghicola.
- Evaluar el grado de tolerancia que ofrecen los materiales genéticos desarrollados por diferentes firmas productoras de semilla.

RESUMEN

En el presente trabajo se comprobó que Contarinia sorghicola (Coq.) conocida como la "mosquita del sorgo", tiene un ciclo de vida que varía entre 13 y 21 días; correspondiendo al huevo, 2 a 3 días; la larva, 7 a 12 días; la pupa, 2 a 3 días; el adulto, 1 a 2 días. Las tres primeras etapas ocurren dentro del grano de sorgo y la última fuera del mismo. Cada estado de desarrollo pudo determinarse disectando espiguillas diariamente, a partir de la fecha de infestación natural.

En parcelas establecidas semanalmente, se observó un incremento poblacional sostenido de 0.8 a 25 adultos por panojas de la 1a. a 15a semana de 1983. Mientras que en 1984, la mayor densidad fue de 2.8 adultos por panoja, en las 16 semanas evaluadas, debido a la presencia de un parasitoide que constituyó un factor de represión natural.

Mediante infestación artificial con 1 a 3 parejas sexadas en panojas floreadas, previamente cubiertas con malla de nylon, se pudo comprobar que 1 hembra por panoja corresponde el nivel de tolerancia de daño, ya que la merma ocasionada es similar al costo del control químico aplicado.

Las aplicaciones dobles de insecticidas a base Permetrina, Diazinon y Carbaril; la primera, con el 25% de panojas floreadas y la segunda 5 días después, fueron más efectivas en el control de adultos de la plaga, que las aplicaciones únicas efectuadas al inicio de floración.

Todas las pruebas se realizaron en el Centro de Enseñanzas e Investigaciones de la Universidad de Panamá en Tocumen, desde septiembre de 1983 a febrero de 1984 y de mayo a noviembre de 1984.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado, A y G. De León. 1984. Guía para el productor de sorgo. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 26 p.
- Anónimo. 1972. Redacción de referencias bibliográficas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba. Costa Rica 37 p.
- Anónimo. 1976. Guía para el control integrado de plagas de maíz, sorgo y frijol. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Nicaragua. 58 p.
- Anónimo. 1985. Evaluación y recomendaciones sobre producción y comercialización de maíz y sorgo en Panamá. Ministerio de Desarrollo Agropecuario - Panamá. 102 p.
- Barrion, A. T. y J. A. Litsinger. 1982. The sorghum midge Contarinia sorghicola (Coq.) (Diptera: Cecidomyiidae) and its parasites in Philippines. Philip. Ent.5 (4): 463-467
- Baxendale, F. P. y G. L. Teetes. 1983 a. Diapause termination in Contarinia sorghicola. Env. Ent. 12: 1065-1067.
- _____. 1983 b. Thermal requirements for emergence of overwintered sorghum midge (Diptera: Cecidomyiidae). Env. Ent. 12: 1078-1082.
- _____, C.L. Lippincott y G. L. Teetes. 1983. Biology and seasonal abundance of hymenopterous parasitoids of sorghum midge (Diptera: Cecidomyiidae) Env. Ent. 12:871-877.
- Blanchard, E. E. 1958. Contarinia palposa sp. nov., parasita del sorgo granífero. Argentina, Revista de Investigaciones Agrícolas. 12: 423-425.
- De La Torre Bueno, J.R. 1978. A glossary of entomology. New York Entomological Society. 336 p.

- Doering, G.W. y N. M. Randolph. 1960 Field methods to determine the infestation of sorghum webworm and the damage by the sorghum midge in grain sorghum. Jour. Econ. Ent. 53(5):749-751.
- _____. 1963. Habits and control of the sorghum midge, Contarinia sorghicola, on grain sorghum. Jour. Econ. Ent. 56 (4):454-459
- Fisher, R. W. y G. L. Teetes. 1982. Effect of moisture on sorghum midge (Diptera: Cecidomyiidae) emergence. Env. Ent. 11:946-948.
- Gagné, R. J. 1968. Family Cecidomyiidae. En: A Catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Departamento de Zooloía, Secretaria da Agricultura, Sao Paulo, Brasil. Fasc. 23. 62 p.
- Gélvez, J. C. 1980. Estudio sobre la biología de Contarinia sorghicola (Coq.). Tesis Mas. Sc. Maracay Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. 62 p.
- González, D. 1981. Aspectos estadísticos para determinación de daños. En: Curso Internacional de Control Integrado de Plagas. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola de Guatemala - Consorcio Internacional para la Protección de Plantas. 22 p.
- Hallman, G. L.; G. L. Teetes y J. W. Johnson. 1984. Relationship of sorghum midge (Diptera: Cecidomyiidae) density to damage to resistant and susceptible sorghum hybrids. Env. Ent. 77:83-84.
- Harding, J. A. 1965. Ecological and biological factors concernin the sorghum midge during 1964. Tex. Agric. Exp. Sta. Publ. MP 773. 10p.
- Harris, K. M. 1970. The sorghum midge. PANS 16 (1): 36-42.
- Hernández, F. R. 1979. Algunas observaciones sobre bilogía, ecología y control de la mosquita del sorgo, Contarinia sorghicola (Coq.) en el valle de Culiacán, Sin. México, Agricultura Técnica. 13 p.

- House, L. R. 1982. El sorgo, guía para su mejoramiento genético. México, Universidad Autónoma. Chapingo. 427 p.
- Irwin, M. E. 1981. Evaluación de la densidad de poblaciones de insectos y el concepto de niveles de daño económico. En: Curso Internacional de Control Integrado de Plagas - Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola de Guatemala. - Consorcio Internacional para Protección de Plantas. 13 p.
- Johnson, J. W; D. T. Rosenow y G. L. Teetes. 1973. Resistance to the sorghum midge in converted exotic sorghum cultivars. Crop Science 13:754-755.
- King, A. B. y J. Saunders. 1984. las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América central. Administración de Desarrollo Extranjero. Londres. 182 p.
- Lange, W. H.; V. L. Marbles; W. W. Pendery y V. E. Buston. 1961 - Sorghum midge in San Joaquin Valley. California Agriculture 1: 7-9.
- Little. T. M.y F. J. Hills. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en agricultura, Trad. de la la. ed. inglesa por Anatolio de Pula Crespo. México. D. F. Trillas. 270 p.
- MacQuillan, M. J.; A. R. Badley y P.J. Hodgason 1975. Control of sorghum midge with chloropyrifos in Australia Jour. Econ. Ent. 68 (5): 713.715.
- Marín, C. H.; A. Alvarez; L. Pozada; G. Sánchez y M. Amaya. 1978. Guía general de manejo de plagas en los cultivos de sorgo y maíz en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Documento de trabajo No.18. 23 p.
- Martínez, R. G. 1980. Efectividad de varios insecticidas en el control de la mosquita del sorgo, Contarinia soghicola (Coquillet). Tesis de grado. Universidad de Panamá. Facultad de Agronomía. 96 p.

- Montoya, E. L. 1965. A squeeze device for detection of larvae of sorghum midge, Contarinia sorghicola (Coquillett). Jour. Econ. Ent. 58 (4): 938-940.
- Nakano, O; S. Silvera y R. A. Zucchi. 1981. Entomología económica. Brasil, Universidad de Piracicaba. 314 p.
- Navas, D. 1970. Susceptibilidad de nueve variedades de sorgo a los barrenadores del género Diatraea. En: Progreso de Labores de Investigaciones Agropecuarias. Universidad de Panamá. Facultad de Agronomía. pp 91-98.
- Ortíz, E; D. Vega y A. Hernández. 1978. Determinación de infestaciones de plagas del sorgo y oca en Río Hato. Tesis de grado. Universidad de Panamá, Facultad de Agronomía. 88 p.
- Perrin, R. K; D. L. Winkelman; E. R. Moscardi y J. R. Anderson. 1979. Formulación de recomendaciones de datos agronómicos, un manual metodológico de evaluación económica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Mexico D. F. 54 p.
- Pitre, H. N; J. P. Roth y L. M. Gourley 1975. The sorghum midge in Mississippi. Miss. Agric. Forres. Exp. Sta. Bull. 836. 13 p.
- _____ y L. M. Gourley. 1980. Johnsongrass in relation to damage by the sorghum midge in north Mississippi. Miss. Agric. Fores. Exp. Sta. No.5:11.
- Randolph, N, M; V. Meis y G. L., Teetes. 1971. Effectiveness of certain insecticides against the sorghum midge based on a new method of determining infestation. Jour. Econ. Ent. 64 (1): 87-88.
- Reyes, R. y R. Arévalo. 1982. Efecto de tres fechas de siembra de sorgo Centa S-2 en el incremento de las poblaciones de la mosquita roja Contarinia sorghicola (Coq.) que afectan al sorgo criollo. En: XXVIII Reunión anual de PCCMCA. 18 p.

- Rogers, C. E. 1977. Hosts and parasitoids of the Cecidomyiidae (Diptera) in the rollings plains of Texas. Jour. of Kansas. Ent. Soc. 50 (2): 179-186.
- Rodrigo, M. 1968. El cultivo del sorgo de grano. Caracas, Venezuela. Venográfica. 132 p.
- Salazar, A. 1984. La mosquita del sorgo. En: primer Seminario Nacional de Producción de Sorgo Granero. San José, Costa Rica. 8 p.
- Stanford, R. L; E. W. Huddleston y C. R. Ward. 1972. Biology and control of the sorghum midge. Importance of stage of bloom and effective residual of selected insecticides. Jour. Eco. Ent. 65 (3): 796-799.
- Summers, C.G. 1976. Aprostocetus diplosidis a parasite of the sorghum midge found in California (Hymenoptera: Eulophidae). The Pan. Pac. Ent. 52 (1): 80-81.
- Thomas, J. G. 1962. The sorghum midge and its control, Tex. Agric. Ext, Serv. L-847. 4 p.
- Tirado, H. S. 1978. La mosquita del sorgo Contarinia sorghicola (Coquillet). En: Seminario de Control Integrado de Plagas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 12 p.
- Wall, J. S. y W. M. Ross. 1975. Producción y usos del sorgo. Trad. de la 2a. ed. inglesa por A. O. Bottard. Argentina. Hemisferio Sur. 399 p.
- Ward, Ch. R; E. W. Huddleston; R. A. Parodi y G. Ruiz. 1972. Biology and control of sorghum midge Chemical control in Argentina. Jour. Econ. Ent. 65 (3): 817-818.
- Young, W. R. y G. L. Teetes. 1977. Sorghum entomology. Ann. Rev. Ent. 22: 193-218.