

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y
ENSEÑANZA

SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

TABLA DE VIDA DEL GUSANO
COGOLLERO DEL MAÍZ Spodoptera
frugiperda (J.E. SMITH) EN DOS
SISTEMAS DE CULTIVO Y PRUEBA
DE DOS HIPÓTESIS

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico
Académico del Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y de
Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de
Investigación y Enseñanza, para optar el grado de

MAGISTER SCIENTIAE

POR

JOSE ANGEL BANEGAS ZELAYA

CATIE

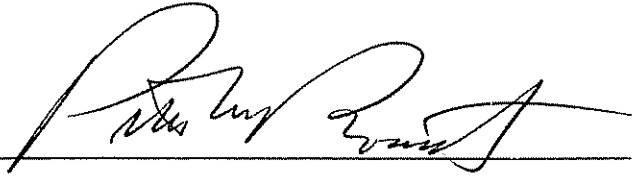
Turrialba, Costa Rica

1989

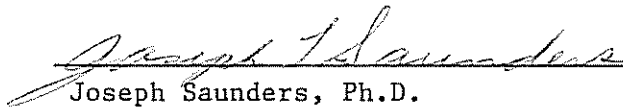
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:




Peter Rosset, Ph.D.
Profesor Consejero



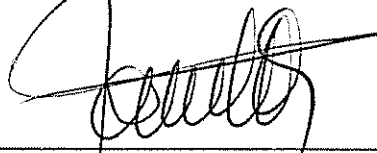
Joseph Saunders, Ph.D.
Miembro del Comité

Manuel Carballo N.

Manuel Carballo, M.Sc.
Miembro del Comité



Philip Shannon, M.Sc.
Miembro del Comité



Ramón Lastra Rodríguez, Ph.D.
Coordinador, Programa de Estudios de Posgrado



Dr. José Luis Parisi
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



José Angel Banegas
Candidato

DEDICATORIA

A mis padres: José y Elvira, por todos sus esfuerzos para darme la formación y educación inicial.

A mi esposa: Jacinta, por su amor, apoyo y comprensión.

A mis hijos: Fabiola Virginia y José Fabricio, por haber sido un buen motivo para mi superación.

A mis hermanos: Magda, Bertilio y Adolfo (Q. D. D. G)

A mi cuñado: Efraín

A mis sobrinos, tíos y primos

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Peter Rosset, mi profesor consejero. Un excelente profesional y un gran amigo.

Al Dr. Joseph Saunders, M.Sc. Phillip Shannon y Manuel Carballo, miembros del comité por sus sugerencias y apoyo.

A mis profesores: Ramiro de la Cruz, Nahum Marbán, Elkin Bustamante, Rutilio Quezada, José Galindo, Francisco Jiménez, Jim French y Pedro Ferreira por sus valiosas enseñanzas.

Al Dr. David Monterroso y a Mario Bustamante representante y asistente del Proyecto MIP en Honduras, por el interés que siempre mostraron y por la incondicionalidad de su ayuda.

A toda la gente de posgrado, especialmente a don José Ramírez, Gerardo Martínez y Janeth Solano por la colaboración brindada en todo momento.

Al personal de biblioteca, club internacional y del comedor por sus finas atenciones.

A todo el personal de apoyo del Proyecto MIP, por la ayuda y amistad.

A mis grandes amigos y compañeros: José Ándino, Jorge Alas y Julio Zúñiga por su amistad.

A mis queridos amigos del "Hilton", por todos los momentos gratos que compartimos.

A todos los demás compañeros de la promoción 87-89, que fueron siempre muy especiales.

A todos mis amigos en Honduras por su apoyo a mi persona y a mi familia.

Al Dr. Ronald Cave y al Dr. Keith Andrews por la ayuda brindada en mi estadía en Zamorano.

A todos mis demás amigos y amigas en Zamorano, por toda su colaboración.

A Dennis Salgado, Gustavo López, Pedro Oñoro y Francisco Merino por su ayuda en el análisis estadístico.

Al Dr. José Flores y su esposa Nancy por su hospitalidad.

A Ghisselle Alvarado por su excelente trabajo de mecanografiado.

A mis amigas: Isabel Royo, Marisol Cedeño, Felicia Oviedo y Josefina Hernández.

A Carlos Cedeño y Eduardo Campos por todos sus favores.

Al DAAD, que proporcionó los fondos de mi beca, un agradecimiento especial, igualmente a la Universidad Nacional Autónoma de Honduras por haberme otorgado permiso para realizar mis estudios y haberme dado apoyo económico.

A todas aquellas personas que me estiman o han contribuido a este logro en mi vida profesional y que no he mencionado anteriormente

BIOGRAFIA

El autor nació en el Municipio de San Luis, Departamento de Comayagua, Honduras C.A., el día 18 de mayo de 1957.

Realizó sus estudios de primaria en la Escuela "Luis Alonzo Suazo" y los de secundaria en los institutos "Evangélico" de Minas de Oro, Comayagua e Instituto "León Alvarado", de la última ciudad, donde obtuvo su grado de bachiller en ciencias y letras en el año 1975.

Inició sus estudios universitarios en el año 1976, en la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, de donde egresó en el año 1981, recibiendo su título de Ingeniero Agrónomo en 1983.

Siendo estudiante en la Universidad, empezó a trabajar como instructor de entomología general, siendo después nombrado jefe de laboratorio y luego catedrático de la materia ya mencionada.

En Octubre de 1987 ingreso al Programa de Posgrado del CATIE, Turrialba, Costa Rica, en el área de Manejo Integrado de Plagas, dependiente del Departamento de Producción Vegetal. Se graduó de Magister Scientiae en Octubre de 1989.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	xi
SUMMARY.....	xiii
LISTA DE CUADROS.....	xiv
LISTA DE FIGURAS.....	xvii
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Los policultivos.....	4
2.1.1 Definición y generalidades.....	4
2.1.2 Policultivos como contraladores de plagas insectiles: casos empíricos.....	6
2.1.3 Hipótesis sobre bajas poblaciones de plagas en los policultivos.....	8
2.1.3.1 Hipótesis de los enemigos naturales.....	8
2.1.3.2 Hipotesis de la concentra- ción de los recursos.....	9
2.1.4 Prueba de las hipótesis.....	10
2.2 Tablas de vida.....	12
2.2.1 Definición.....	12
2.2.2 Historia de las tablas de vida.....	12
2.2.3 Formas de desarrollar tablas de vida.....	13
2.2.4 Tipos de tablas de vida.....	14
2.2.5 Columnas de una tabla de vida.....	15
2.2.6 Tablas de vida desarrolladas.....	16
2.2.7 Utilidad de tablas de vida.....	17
2.2.8 Limitaciones de las tablas de vida.....	21

	Pág.
2.3 El cogollero del maíz	23
2.3.1 Biología de <u>Spodoptera frugiperda</u>	23
2.3.1.1 Oviposición	23
2.3.1.2 Desarrollo larval	25
2.3.1.3 Desarrollo pupal	26
2.3.1.4 Adultos de <u>Spodoptera frugiperda</u>	27
2.3.2 Dinámica poblacional	27
2.3.3 Enemigos naturales de <u>Spodoptera</u>	29
2.3.3.1 Parasitoides	29
2.3.3.2 Depredadores	31
2.3.3.3 Enfermedades	32
2.3.3.4 Nematodos	33
2.3.4 Mortalidad producida por la lluvia	33
3. MATERIALES Y METODOS	34
3.1 Descripción del área experimental	34
3.2 Descripción del trabajo experimental	34
3.2.1 Características del lote experimental	34
3.2.2 Diseño experimental	34
3.2.3 Trabajo de laboratorio	35
3.2.4 Trabajo preparatorio	35
3.2.5 Siembra del experimento definitivo	36
3.2.6 Control de malezas	36
3.3 Parámetros medidos	36

	Pág.
3.3.1 Estimación de sobrevivencia y fuentes de mortalidad para construcción de tablas de vida.....	36
3.3.1.1 Huevos.....	37
3.3.1.2 Larva periodo 1.....	38
3.3.1.3 Larva periodo 2.....	40
3.3.1.4 Pupa.....	41
3.3.2 Tasas y preferencias de oviposición de hembras de cogollero.....	42
3.3.3 Abundancia de hormigas y tijeretas en ambos sistemas.....	42
3.3.4 Parasitismo en ambos sistemas.....	42
3.4 Análisis de los datos.....	43
4. RESULTADOS.....	45
4.1 Resultados del trabajo preliminar.....	45
4.2 Resultados del ensayo definitivo.....	47
4.2.1 Análisis estadístico para las tablas de vida.....	52
4.2.1.1 Intervalo 1.....	52
4.2.1.2 Intervalo 2.....	53
4.2.1.3 Intervalo 3.....	54
4.2.1.4 Intervalo 4.....	54
4.2.1.5 Intervalo 5.....	55
4.3 Comparación de tablas de vida de época seca y lluviosa.....	55
4.4 Preferencias y tasas de oviposición.....	57
4.5 Tablas de vida hipotéticas.....	59
4.6 Abundancia de tijeretas y hormigas en ambos sistemas.....	59

	Pág.
4.6.1 Tijeretas.....	59
4.6.2 Hormigas.....	61
4.7 Parasitismo.....	61
5. DISCUSION.....	67
5.1 Discusión de resultados del trabajo preliminar.....	67
5.2 Comparación entre tablas de vida (ensayo definitivo).....	68
5.2.1 Intervalo 1.....	68
5.2.2 Intervalo 2.....	69
5.2.3 Intervalo 3.....	70
5.2.4 Intervalo 4.....	71
5.3 Comparación de tablas de vida de época seca y lluviosa.....	72
5.4 Discusión sobre preferencias y tasas de oviposición en el ensayo definitivo.....	73
5.5 Discusión sobre tablas de vida hipotéticas.....	74
5.6 Discusión sobre abundancia de enemigos naturales.....	78
5.7 Discusión sobre niveles de parasitismo en ambos sistemas.....	79
6. CONCLUSIONES.....	80
7. RECOMENDACIONES.....	81
8. BIBLIOGRAFIA.....	82
9. ANEXOS.....	94

BANEGAS ZELAYA, J A 1989. Tabla de vida del gusano cogollero del maiz Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en dos sistemas de cultivo y prueba de dos hipótesis. Tesis Mag. Sc , Turrialba, Costa Rica, CATIE. 114 p.

Palabras claves: Hipótesis, enemigos naturales, concentración de recursos, sistemas de cultivo, tabla de vida, mortalidad, sobrevivencia

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar si se presentan diferencias en la infestación del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) entre monocultivo de maiz y policultivo de maiz con frijol y conocer cual de las dos hipótesis propuestas (la de la abundancia de los enemigos naturales o la de la concentración de los recursos), explican el hecho de que se de una menor incidencia de esta plaga en sistemas diversos.

Este trabajo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, entre los meses de enero y julio de 1989

Para conocer la probable muerte diferencial entre los sistemas, causada por enemigos naturales, se construyeron tablas de vida del insecto, se hicieron medidas de la actividad de algunos depredadores generalistas y colectas de larvas para estimar porcentajes de parasitismo.

Para determinar si la concentración de los recursos de la planta hospedera influye sobre la localización del habitat, se evaluó la colonización del insecto mediante muestreos de masas de huevos.

Los resultados mostraron diferencias significativas entre sistemas para la localización del habitat ya que la mayor cantidad de masas de huevos se encontraron en el monocultivo.

Las tablas de vida mostraron que una vez establecido el insecto, no se presentaron diferencias en la mortalidad total entre ambos sistemas de cultivo. En cuanto a los depredadores evaluados, las tijeretas fueron significativamente más abundantes en el monocultivo, mientras las hormigas lo fueron en el policultivo. Los porcentajes de parasitismo no mostraron diferencia entre los sistemas

De acuerdo a estos resultados se acepta como válida en este caso la hipótesis de la concentración de los recursos, la cual plantea que habrá una menor colonización por parte de insectos herbívoros en aquellos sistemas, donde su planta hospedera se encuentra en baja concentración.

BANEGAS ZELAYA, J.A. 1989. Life table of the fall armyworm (Spodoptera frugiperda) in two cropping systems and the test of two hypothesis. Thesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 114 p.

Key words: Hypothesis, natural enemies, resource concentration, cropping systems, life table, mortality, survivorship.

SUMMARY

The objective of the present study was to determine if differences exist in fall armyworm (Spodoptera frugiperda) infestation between maize monoculture and maize and bean policulture, and to know which of the two hypothesis proposed (abundance of natural enemies or that of resource concentration), explain the reason for lower incidence of this insect in the diverse systems

This work was conducted in the Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, between the months of January and July 1989.

In order to know the possible reasons for differential mortality between the two cropping systems, caused by natural enemies, life tables of the insect were constructed, measurements were taken on some general predators and larvae collected to estimate parasitism percentages.

In order to determine if the resources concentration of the host plant influenced on the localization of the habitat, the insect colonization was evaluated a traverse samples of egg masses.

The results showed significant differences between systems for the localization of the habitat in that the highest quantity of egg masses were encountered in the monocultures.

The life table showed that once the insect was established, differences were not presented in total mortality between both systems of cultivation. With respect to the predators evaluated, the earwigs were significantly more abundant in the monocultures, while the ants were the most prominent in the polycultures.

The percentages of parasitism did not show differences between the systems

In according to the results, it is accepted that as valid in this case the hypothesis of the resources concentration, in which is formulat that there is a lower colonization by herbivore insects in those systems, where the host plant is encounter in low concentration.

LISTA DE CUADROS

En el texto

Número		Pág.
1	Tabla de vida preliminar de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el monocultivo.....	46
2	Tabla de vida preliminar de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el policultivo.....	46
3	Tabla de vida resumen de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el monocultivo.....	48
4	Tabla de vida resumen de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el policultivo.....	49
5	Medias y error estándar para el porcentaje de mortalidad de las diferentes fuentes y en ambos sistemas.....	56
6	Comparación entre el porcentaje de mortalidad en la época seca y lluviosa, para ambos sistemas de cultivo (total de cada intervalo).....	58
7	Tabla de vida hipotética de las oviposiciones naturales de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el monocultivo.....	60
8	Tabla de vida hipotética de las oviposiciones naturales de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el policultivo.....	60

En Anexos

1	Tabla de vida de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el monocultivo (Bloque I).....	95
2	Tabla de vida de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el policultivo (Bloque I).....	96
3	Tabla de vida de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el monocultivo (Bloque II).....	97

Pág.		
4	Tabla de vida de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el policultivo (Bloque II)	98
5	Tabla de vida de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el monocultivo (Bloque III)	99
6	Tabla de vida de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el policultivo (Bloque III)	100
7	Tabla de vida de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el monocultivo (Bloque IV)	101
8	Tabla de vida de <u>Spodoptera frugiperda</u> en el policultivo (Bloque IV)	102
9	Número promedio de <u>Doru taeniatum</u> por fecha de muestreo, en las 4 repeticiones y ambos sistemas (muestreo de 100 plantas por parcela)	103
10	Número promedio de hormigas por fecha, en las 4 repeticiones y en ambos sistemas (muestreo de los 100 m ² de cada parcela)	103
11	Número de masas de huevos de <u>Spodoptera frugiperda</u> encontradas en monocultivo y policultivo por fecha de muestreo (muestreo de 100 plantas por parcela)	104
12	Porcentajes de parasitismo de algunos parasitoides de <u>Spodoptera frugiperda</u> , por fecha de colección en ambos sistemas (datos promedio de 160 larvas por sistema)	105
13	Porcentaje de parasitismo de nematodos, por fecha de colección de larvas de <u>Spodoptera frugiperda</u> , en ambos sistemas de cultivo (promedio de 160 larvas por sistema)	105
14	Cuadro del análisis de la varianza para el porcentaje de mortalidad en intervalo 1	106
15	Contrastes entre el porcentaje de mortalidad provocado por las diferentes fuentes, en cada sistema para intervalo 1	106
16	Cuadro del análisis de la varianza para el porcentaje de mortalidad en el intervalo 2	107

	Pág.
17	Contrastes entre el porcentaje de mortalidad provocado por las diferentes fuentes, en cada sistema para intervalo 2 107
18	Cuadro del análisis de la varianza para el porcentaje de mortalidad en el intervalo 3..... 108
19	Contrastes entre el porcentaje de mortalidad producido por las diferentes fuentes, en cada sistema para intervalo 3..... 108
20	Cuadro del análisis de la varianza para el porcentaje de mortalidad en el intervalo 4 109
21	Contrastes entre el porcentaje de mortalidad producido por las diferentes fuentes, en cada sistema para intervalo 4..... 109
22	Cuadro del análisis de varianza del número de tijeretas en ambos sistemas 110
23	Cuadro del análisis de varianza del número de hormigas en ambos sistemas 110
24	Prueba de Duncan para poblaciones de hormigas en ambos sistemas..... 111
25	Cuadro del análisis de la varianza del número total de masas de huevos encontrados en ambos sistemas..... 111
26	Cuadro del análisis de la varianza para los porcentajes de parasitismo de <u>Chelonus insularis</u> en ambos sistemas de cultivo..... 112
27	Cuadro del análisis de la varianza para los porcentajes de parasitismo de <u>Ophion flavidus</u> en ambos sistemas de cultivo..... 112
28	Cuadro del análisis de la varianza para los porcentajes de parasitismo de <u>Archytas mamoratus</u> en ambos sistemas de cultivo..... 113
29	Cuadro del análisis de la varianza para el porcentaje de parasitismo de <u>Lespesia archippivora</u> en ambos sistemas de cultivo..... 113
30	Cuadro del análisis de varianza para porcentajes de parasitismo de nematodos en ambos sistemas..... 114

LISTA DE FIGURAS

Número		Pág.
1	Número promedio de tijeretas por 100 plantas de maíz, en ambos sistemas	62
2	Número promedio de hormigas por 100m ² , en ambos sistemas de cultivo	62
3	Porcentajes de parasitismo de <u>Chelonus insularis</u> durante el periodo de estudio	64
4	Porcentajes de parasitismo de <u>Ophion flavidus</u> durante el periodo de estudio	64
5	Porcentajes de parasitismo de <u>Lespesia archippivora</u> durante el periodo de estudio	65
6	Porcentajes de parasitismo de <u>Archytas marmoratus</u> durante el periodo de estudio	65
7	Porcentajes de parasitismo de nematodos durante el periodo de estudio	66
8	Porcentajes de adultos y de mortalidad del total de larvas colectadas en el campo para medir parasitismo, en ambos sistemas	66

1. INTRODUCCION

El gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith), es una de las plagas más importantes en el cultivo del maíz en Honduras y muchos otros países de Latinoamérica, causando un daño severo y reduciendo su rendimiento.

El policultivo de maíz con frijol es una práctica común de los agricultores hondureños y probablemente, la reducción de la infestación de plagas cuando se utiliza la asociación de cultivos es una de las principales razones para la utilización de la misma.

Se han propuesto dos hipótesis para explicar este efecto de los policultivos sobre las plagas (Root, R. 1973)

La primera es la abundancia de los enemigos naturales. Esta expone que la diversidad de un habitat provoca una mayor actividad de parasitoides y depredadores; esto está relacionado con la mayor cantidad de presas u hospederos alternos, mayor cantidad de microhabitats, más sitios de refugio y también fuentes extras de alimento como son: polen y nectar.

La segunda hipótesis es la de la concentración de los recursos. Esta se sustenta en el hecho de que los insectos tienen mayor probabilidad de encontrar aquellas plantas de una sola especie creciendo, en grupos muy densos y que al introducir un elemento de diversidad, como es el policultivo, esa localización se dificulta, llegando a ser muy baja la colonización, con la consecuente reducción de insectos capaces de hacer daño. Aquellos que logran colonizar un policultivo, pueden emigrar rápidamente por no encontrar un ambiente propicio.

Prueba de estas hipótesis fueron hechas por Risch, S.J (1981), en Costa Rica. McGuinness, H (1987) (trabajo descrito posteriormente), introdujo la metodología de tablas de vida, para comprobar si se daba mortalidad diferencial de Epilachna varivestis, provocada por enemigos naturales entre monocultivo de frijol y policultivo con tomate; así mismo él estudió la colonización, muestreando oviposiciones.

En el presente trabajo se plantea probar si se presentan diferencias en mortalidad y colonización de S. frugiperda entre el sistema de cultivo de maíz en asocio con frijol y el monocultivo de maíz y si puede ser explicado por alguna de las hipótesis.

Para ello se utilizó la metodología de tablas de vida, esto es, un resumen de la sobrevivencia y mortalidad del insecto entre los diferentes estados, así mismo se hizo la medición de la actividad de algunos enemigos naturales y las preferencias de oviposición de las hembras de cogollero.

Los objetivos del trabajo fueron:

General

1. Determinar si se presentan diferencias en la infestación de Spodoptera frugiperda entre monocultivo de maíz y el policultivo maíz-frijol y se fuere el caso conocer si esas diferencias se explican por la hipótesis de los enemigos naturales o por la de la concentración de los recursos.

Específicos

1. Construcción de tablas de vida para el gusano cogollero tanto en monocultivo de maíz, como en el asocio maíz-frijol

2. Determinar preferencias de oviposición de las hembras de S. frugiperda de acuerdo al sistema de cultivo.

3. Determinar si hay diferencias en la actividad de depredadores y porcentajes de parasitismo entre ambos sistemas.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Los Policultivos

2.1.1 Definición y generalidades

Los policultivos pueden ser definidos como el crecimiento simultáneo en un área definida de dos a más plantas cultivables. Estas pueden ser sembradas al mismo tiempo o no, pero permanecen juntas durante gran parte de su crecimiento, pudiendo darse durante dicho lapso competencia o complemento interespecifico lo que puede redundar en efectos de estímulo o de inhibición (Hart citado por Altieri, M et al. 1977; Willey, R.W. 1979)

Este sistema de cultivo es una práctica común en los países subdesarrollados (Willey, R.W. 1973). Entre las razones para su popularidad está la diversificación de las dietas y fuentes de ingreso, se aprovecha mano de obra familiar, se utiliza al máximo el poco terreno de que disponen los agricultores y además de ello se da una menor incidencia de plagas (Francis, et al. citados por Altieri, M. et al. 1977).

En el caso del maíz y del frijol, granos básicos en la dieta de muchos países latinoamericanos se han hecho estimados de que el 60% del maíz y el 80% del frijol se siembran junto con otras plantas cultivables (Francis et al. citados por Altieri, M. et al. 1977).

Quizás la ventaja más obvia de los policultivos es la disminución del riesgo de fracaso, que podría darse si se sembrara una sola especie y de que hay una mejor utilización de los recursos de crecimiento, lo que se ve traducido en un mayor rendimiento (Willey, R.W. 1979; Horwith, B. 1985).

Si el uso equivalente de la tierra o sea el índice que determina la superficie a emplear bajo el sistema de

monocultivo, para obtener una producción equivalente a la obtenida con el policultivo, es mayor que 1, indica que el policultivo da un mejor rendimiento que el monocultivo (Trenbath citado por Altieri, M. y Letorneau, D. 1982). Este caso se dio entre otros, en cultivo de frijol y tomate (Rosset, P. et al. 1987) y en cultivo asociado maíz-frijol (Willey, R W. 1973; Banegas, J. 1983).

En todos estos casos se sugiere que la presencia de una leguminosa es la responsable principal para el mayor rendimiento, ya que la misma a través de fijación simbiótica de nitrógeno, puede proveer este elemento a la no leguminosa (Vandermeer citado por Altieri, M. y Letorneau, D. 1982; Horwith, B. 1985).

Rosset, P. et al. (1987), cita una serie de policultivos practicados comunmente donde también el rendimiento de los mismos es superior con respecto a la siembra individual

Huis, A. (1981), resume una serie de ventajas de los policultivos, los que pueden ser de tipo socioeconómico, nutricional y agronómico. Entre las dos primeras podemos mencionar: menor riesgo en la producción, mejoramiento en la nutrición humana y animal sobre todo cuando se incluye una leguminosa que aporta gran cantidad de proteína, uso óptimo de los recursos de tierra, y menos dependencia de agroquímicos.

Entre las ventajas agronómicas están: uso más eficiente de la radiación solar, uso eficiente de humedad y nutrientes del suelo, incremento de fertilidad al sembrar leguminosas, protección contra malezas, enfermedades y plagas insectiles.

2.1.2 Policultivos como controladores de plagas insectiles: Casos empíricos

El ataque de plagas agrícolas puede verse afectado positiva o negativamente por las interacciones que se dan entre cultivos y/o entre cultivos y malezas. Para un uso adecuado de estas interacciones se necesita entender claramente el tipo de relaciones derivadas de la asociación entre plantas, herbívoros y enemigos naturales (Altieri, M. y Letourneau, D. 1982).

Aspectos prácticos que muestren la efectividad de los policultivos en la reducción de plagas agrícolas, no es común encontrarlos, aunque en muchas ocasiones se acepta esto como cierto (Rosset, P. et al. 1977).

Como ejemplos de este fenómeno puede mencionarse la recomendación hecha a los agricultores de las zonas algoneras de sembrar maíz para proteger al algodón del daño producido por el gusano bellotero (Lincoln, C. y Isley, D. 1947).

Ryder, W.D. (1968), menciona la reducción en la incidencia de barrenadores cuando el maíz, sorgo o pasto elefante se separa con líneas de cawpi o frijoles.

Chrysomélidos en frijol y calabaza, se presentaron en menor número cuando se incluyó en el sistema de cultivo una planta no hospedera, que cuando se sembró en monocultivo (Risch, S.J. 1981)

McGuinness, H. (1987), encontró que los adultos de Epilachna varivestis tuvieron preferencia para colonizar el frijol en monocultivo comparado con el policultivo frijol-tomate. Se encontraron más masas de huevos en el monocultivo que en el policultivo. Asimismo los huevos en monocultivo

mostraron un porcentaje más bajo de infertilidad y depredación que aquellos de policultivo.

En Nicaragua se redujo el ataque de plagas problema para tomate como son Heliothis, Spodoptera y Liriomyza cuando este se asoció con frijol (Rosset, P. et al., 1987).

En un estudio más detallado y centrado sobre el efecto del mismo policultivo sobre Spodoptera sunia, se encontró que el número de larvas por 100 plantas de tomate, fue casi 20 veces mayor en el monocultivo, en este caso el frijol actuó como un cultivo trampa, ya que fue preferido por el insecto (Rosset, P. et al., 1985).

Ryder, W.D. (1968), encontró que el girasol en asocio con maíz tuvo un efecto negativo sobre los adultos de cogollero, cosa importante ya que estos son los responsables de la distribución inicial de huevos y por ende de larvas.

El policultivo maíz-frijol en Colombia ha reducido hasta en un 26% los adultos de Empoasca kraemeri comparado con el monocultivo de frijol, igualmente las poblaciones de Diabrotica balteata fueron 45% más bajas en policultivo. (Altieri, M. et al., 1977)

Hernández, J. et al. (1982) encontraron que la eclosión de huevos de Spodoptera frugiperda fue bajo en la asociación de maíz con frijol, comparado con el monocultivo. Por su parte, Altieri, M. y Letourneau, D. (1982), encontraron que hubo un 23% menos de infestación cuando se asoció maíz con frijol, que cuando el maíz fue cultivado sólo. El número de masas de huevos encontradas en plantas de maíz, fue más baja cuando estuvo presente frijol, en experimentos hechos en Nicaragua (Huis, A. 1981).

El mismo Van Huis encontró que a los 44 días de emergencia del maíz, el número de plantas infestadas con cogollero fue significativamente menor en el asocio que en el

monocultivo, sugiriéndose que el frijol actúa reduciendo la dispersión del primer estadio larval por parte del viento. Además de la reducción en el porcentaje de plantas dañadas, la severidad del daño por planta fue también menor.

2.1.3 Hipótesis sobre bajas poblaciones de plagas en los policultivos

2.1.3.1 Hipótesis de los enemigos naturales

Esta propone que se presentará una mayor abundancia y también mayor diversidad de los enemigos de las plagas en policultivos que en monocultivos (Root, R.F. 1973). Esta hipótesis se basa en los siguientes hechos:

Hay mayor diversidad de presas y micro-habitats en ambientes complejos, lo que da como resultado el establecimiento permanente de depredadores generalistas, ya que los mismos pueden disponer de herbívoros en diferentes tiempo o habitat (Root, R.F. 1973).

También hay mayor cantidad de sitios de refugio y aquellos depredadores especialistas se ven favorecidos, ya que tendrán sitios para refugiarse y además de ello lo complejo del ambiente dará como resultado que la presa escape, evitando su extinción y manteniendo por lo tanto el equilibrio (Root, R.F. 1973).

Igualmente entre más diversos sean los habitats tanto depredadores como parasitoides tienen alimentos extras para su subsistencia como son néctar y polen, los cuales son más escasos en monocultivo, evitándose de esa forma la extinción local y provocando una respuesta funcional rápida de los enemigos naturales, cuando hay explosión de la plaga (Pimentel, D. 1961; Altieri, M. et al., 1977; Risch, S.J. 1981).

2.1.3.2 Hipótesis de la concentración de los recursos

La concentración de recursos puede tener influencia sobre la localización de una planta hospedera por parte de los insectos y si ellos logran localizarla, puede ocurrir que la permanencia del herbívoro sea menor, ya que si el mismo se posa sobre una planta no hospedera, habrá mayor probabilidad que se retire de aquellos lugares donde la concentración de la planta preferida es baja. Igualmente su comportamiento reproductivo puede verse afectado, ya que es probable que el herbívoro ponga menos huevos sobre su planta hospedera, cuando se presenta una baja concentración de los recursos (Altieri, M. et al., 1977)

El mismo autor sugiere como una ventaja de la diversidad, que hace que haya pocos recursos de una misma especie, el hecho de que existen menos nichos vacíos y por ende menos oportunidad para una invasión de nuevas especies de herbívoros.

A pesar que los estímulos visuales que utilizan los insectos para detectar las plantas no están totalmente claros, se sugiere que estos pueden utilizar algunas señales que incluyen: cualidad espectral, dimensiones y patrón (Owens, E. 1983). Es lógico suponer que estas señales pueden verse alteradas dependiendo de como están concentrados los recursos en una área determinada.

Asimismo el tamaño de los parches, contraste entre los mismos y el área que los rodea, así como la apariencia total del hospedero en espacio y tiempo pueden influenciar igualmente la detección de plantas por herbívoros. (Owens, E. 1983).

2.1.4 Prueba de las hipótesis

Para explicar las diferencias que podrían ocurrir entre la abundancia de escarabajos entre monocultivos y policultivos de maíz, frijol y calabaza se llevaron a cabo trabajos en Costa Rica (Risch, S.J. 1981).

Los aspectos considerados para esta prueba de hipótesis fueron: tasas de mortalidad relativa causada por parasitoides y depredadores, medida de la emergencia de escarabajos y movimiento de estos dentro y fuera de las parcelas.

Después de las evaluaciones en el campo se encontró que los escarabajos emigraron más de policultivos que incluían una planta no hospedera (maíz) que de sus hospederos en monocultivo; este efecto del maíz fue consecuencia de la sombra, la interferencia de los tallos y una tasa de movimiento más alta en el policultivo, provocando con ello una mayor dispersión.

Debido a lo anterior y en vista que no se encontraron diferencias en parasitismo y depredación entre los sistemas se concluyó que la explicación para las diferencias observadas fue la hipótesis de la concentración de los recursos y no la de los enemigos naturales (Risch, S.J. 1981).

Altieri, M. et al. (1977), encontró algo similar en el caso de Spodoptera frugiperda en maíz solo y maíz asociado con frijol, encontrando alguna diferencia entre sistemas, pero descartando que los enemigos naturales fueron los responsables ya que la actividad de los mismos fue igual en ambos sistemas.

Para el caso de la prueba de la hipótesis de enemigos naturales entre otros pueden mencionarse los estudios

siguientes: Letourneau, D.K. y Altieri, M.A. (1983), experimentando con el monocultivo de calabaza y tricultivo que incluía maíz y cawpi encontraron que el depredador Orius tristicolor presentó una tasa de colonización más alta en el policultivo y que la densidad de su presa Frankliniella occidentalis fue más baja en este sistema. Ellos proponen como explicación de la mayor abundancia del enemigo natural, el hecho que el habitat en el cultivo mixto fue más atractivo.

En monocultivo de maíz y en tricultivos de este con calabaza y frijol y otro sistema de maíz y trébol en Nueva York, se encontró una mayor abundancia del depredador Coleomegilla maculata en el monocultivo, además de ello la tasa de depredación sobre Ostrinia nubilalis fue más alta en este sistema, comparada con la que se presentó en el policultivo. Se propone como explicación la mayor dispersión de fuentes de alimento que se dio en los sistemas diversos, lo que provocó la reducción de la población del depredador al hacerse más difícil encontrar su presa (Andow, D.A.; Risch, S.J. 1985).

Para el caso del parasitoide (Trichogramma minutum y experimentando en los sistemas descritos anteriormente, se encontró que la tasa de parasitismo de éste, en Ostrinia nubilalis fue 1.9 veces más alta en monocultivo, suponiéndose que el incremento de la superficie foliar total de la planta, como resultado de la adición de otras, provocó mayor dificultad para que el parasitoide encontrara su hospedero, además aquel no gastó mucho tiempo buscando en una planta que no fuera maíz (Andow, D.A. y Risch, S.J. 1987).

Se concluye que el uso de policultivos en muchas ocasiones puede ser una estrategia para el manejo integrado de plagas en el trópico, ya que tienen compatibilidad ecológica y económica y serían una posibilidad deseable por ejemplo en áreas donde las plagas han adquirido resistencia o

para evitar que la misma sea adquirida (Altieri, M. et al , 1977; Rosset, P. et al. 1985, Rosset, P. et al , 1987)

2.2 Tablas de Vida

2.2.1 Definición

Una tabla de vida es un resumen tabular de la mortalidad y sobrevivencia que se da en los diferentes estados del ciclo de vida de una "cohorte" conocida de individuos (Harcourt, D.G. 1969; Price, P. 1975; Horn, D. 1988). Según Alle citado por Knight, F. (1959), es "una de las ayudas numéricas más útiles para el estudio de poblaciones, una manera de recoger en forma sistemática aquellos hechos básicos sobre la mortalidad y distribución de edad"

2.2.2 Historia de tablas de vida

Se atribuye a los romanos los primeros estudios que se asemejan a lo que hoy se conoce con el nombre de tablas de vida, fueron estudios donde se determinó la esperanza media de vida de los habitantes de Roma (Hutchinson, G E 1981).

Un astrónomo (Halley) en el siglo XIII construyó lo que se considera la primera tabla de vida moderna, siempre en humanos (Hutchinson, G.E. 1981).

Después de ello las compañías de seguros las utilizaron y siguen utilizando para hacer cálculos de los riesgos de seguros de vida (Knight, F. 1959; Harcourt, D G. 1969; Pianka, E R. 1982).

Leopold fue de las primeras personas que reconoció el valor de esta técnica para una población no humana, aunque él empleó el término "ecuación de vida", su discusión es

semejante y aplicable al de tabla de vida (Morris, R.F. y Miller, C.A. 1954; Harcourt, D.G. 1969).

Después de esto las tablas de vida han sido usadas para un buen número de animales, tal como lo cita Harcourt, D.G. (1970).

Morris y Miller fueron los primeros en adaptar el formato de tablas de vida para estudios de poblaciones naturales de insectos (Harcourt, D.G. 1969; Price, P. 1975). Ellos no dieron importancia a la esperanza de vida de un individuo, sino que centraron su atención en la causa de la mortalidad en un intervalo de edad específico y la contribución de esos factores a la misma, además consideraron datos adicionales de eventos ecológicos (Clark, L.R. et al., 1968; Price, P. 1975).

2.2.3 Formas de desarrollar tablas de vida

Deevey citado por Morris, R.F. y Miller, C.A. (1954); Knight, F. (1959), Harcourt, D.G. (1969); Gehrs, C. y Robertson, A. (1975), Krebs, C.J. (1985) proponen tres formas para el desarrollo de tablas de vida.

Primero, aquellos casos donde se obtiene una muestra al azar de individuos muertos de una población y se determina a través de algunas características, la edad al momento de la muerte.

Segundo, casos donde un grupo de individuos nacidos más o menos al mismo tiempo, se siguen a intervalos regulares determinando su sobrevivencia.

Otra forma es obteniendo la estructura de edad de una muestra aleatoria y el número que muere se infiere de la reducción en el número de individuos, que ocurre entre intervalos sucesivos.

En el primer y tercer caso hay que asumir que la población se mantiene estable y que siempre la distribución de edad es idéntica, lo que es poco común en poblaciones de numerosas especies (Morris, R. F. y Miller, C. A. 1954). Por lo tanto estos autores sugirieron para el caso de poblaciones de insectos una modificación del segundo método, donde la sobrevivencia es medida por muestreos periódicos de la misma población, pero no de los mismos individuos. Esto mismo fue practicado por Knight, F. (1959).

2.2.4 Tipos de tablas de vida

Pueden ser específicas de la edad llamadas también horizontales o dinámicas, estas consisten en el seguimiento de una "cohorte" desde su nacimiento, a través del ciclo de vida, registrando las muertes a medida que estas ocurren (Southwood, T.R. 1968; Gerhs, C. y Robertson, A. 1975; Hutchinson, G.E. 1981; Horn, 1988). Estas tablas de vida son más aplicables, cuando la oviposición se da en un periodo corto de tiempo, pero se dificultan cuando hay traslape de generaciones (Horn, D. 1988).

Las tablas específicas del tiempo, llamadas verticales o estáticas se derivan del recuento de intervalos de edad en un momento determinado, durante varias veces en una estación y la tabla se deduce de la proporción de individuos vivos dentro de cada intervalo (Southwood, T.R. 1968; Gerhs, C. y Robertson, A. 1975; Hutchinson, G.E. 1981; Horn, D. 1988).

Esta tabla de vida puede derivarse de la estimación directa de la mortalidad y a partir de ello inferir la sobrevivencia. Las mismas podrían ser válidas cuando las plagas estén ya establecidas en un cultivo, mientras que para cuestiones prácticas hay un mayor interés en la dinámica de poblaciones al principio del cultivo, antes que se alcance el nivel de daño económico (Horn, R. A. 1988).

Hasta ahora muchos estudios de poblaciones han sido hechos en insectos con generaciones discretas, donde los huevos son puestos en un corto periodo de tiempo y se da poco traslape, siendo para este caso útiles las tablas específicas de la edad (Beaver, R.A. 1966)

2.2.5 Columnas de una tabla de vida

Una tabla de vida típica para insectos contiene básicamente las mismas columnas propuestas por Morris, R.F. (1957), aunque Horn, D. (1988), agrega dos columnas más (M'X, PX).

Estos componentes son los siguientes:

X SX MX FMX M'X TX PX

Clases o intervalos de edad (X)

Son los estados o estadios del ciclo de vida de un insecto hasta donde sea posible su división (Morris, R.F. y Miller, C.A. 1954). De lo anterior se deduce que los mismos no son iguales en tiempo calendario (Horn, D. 1988)

Sobrevivencia (SX)

Es el número de individuos que sobrevive en un intervalo determinado (Harcourt, D.G. 1969; Horn, D. 1988)

Mortalidad (MX)

Es el número de insectos de la población que muere en un intervalo (Harcourt, D.G. 1969; Horn, D. 1988)

Causas o factores de mortalidad (FMX)

Son todos y cada uno de los factores que provocan mortalidad en las diferentes clases de edad (Harcourt, D G 1969; Horn, D 1988).

Impacto de cada factor en la mortalidad (M'X)

Es la cantidad de individuos del intervalo, cuya muerte es provocada por cada factor (Horn, D. 1988).

Tasa de mortalidad (TX)

Es la tasa de mortalidad dentro de un intervalo y se obtiene del cociente entre M'X y la sobrevivencia (SX) obtenida hasta ese momento (Horn, D 1988).

Poder de mortalidad (PX)

Este se encuentra sustrayendo del logaritmo de la sobrevivencia de un determinado intervalo, el logaritmo de la sobrevivencia en el intervalo subsiguiente. Este valor PX es usado para la determinación de factores claves, responsables de cambios en densidad, cuando estos se obtienen de varias tablas de vida sucesivas del mismo insecto (Horn, D 1988).

2.2.6 Tablas de vida desarrolladas

Desde que las tablas de vida se desarrollaron para animales, las mismas han sido usadas ampliamente para insectos (Price, P. 1975).

Entre otras pueden mencionarse tablas de vida construidas para los siguientes insectos: Tribolium confusum (Pearl, R. et al, 1941), Choristoneura fumiferana (Morris, R.F. y Miller, C.A. 1954); Dendroctonus ponderosae (Knight, F. 1959), Pieris rapae (Harcourt, D 1962), Leptinotarsa decemlineata (Harcourt, D. 1964), Scolytus

scolytus (Beaver, R.A. 1966), Neodiprion fulviceps (Dahlsten, D.L. 1967), Scolytus ventralis (Berryman, A. 1968), Aedes aegypty (Crovello, T y Hacker, C. 1972), Trichoplusia ni (Espinoza, H. 1980), Hemileuca oliviae (Hansen, J. et al., 1982), Empoasca fabae (Hogg, D. 1985), Graminella nigrifrons (Sedlacek, J.C. et al., 1986), Bessa harveyi, (Valovage, W.D. y Kulman, H.M. 1986), Epilachna varivestis (McGuinness, H. 1987), Dendroctonus simplex (Langor, D.W. y Raske, A.G. 1988), Earias vitella (Nanthagopal, R. y Uthamasamy, S. 1989)

2.2.7 Utilidad de tablas de vida

Para Beaver, R.A. (1966), las tablas de vida son muy útiles para usar en el estudio de poblaciones.

Aunque una sola tabla de vida no es la más deseable es importante anotar que la misma puede proporcionarnos información importante, ya que nos indicará los puntos débiles en el ciclo de vida de un insecto y también factores importantes de mortalidad (Morris, R.F y Miller, C.A 1954; Dahlsten, D.L. 1967)

Una información más valiosa puede obtenerse si se replican para generaciones sucesivas y ambientes diferentes, ya que de esa forma pueden conocerse los estados del ciclo de vida que más contribuyen a la tendencia de la población y entonces dar más énfasis al estudio de esos intervalos y a las variables independientes que operan en los mismos (Morris, R.F. y Miller, C.A. 1954; Harcourt, D.G. 1966; Harcourt, D.G. 1969).

A continuación se enumeran algunas utilidades concretas que pueden obtenerse de las tablas de vida.

A través de una tabla de vida de una plaga puede obtenerse también información adicional valiosa sobre sus enemigos naturales, ella puede revelarnos hechos importantes y explicaciones a ciertos fenómenos, por ejemplo el hecho de que un insecto sea plaga en un lugar y en otro no, puede deberse a la existencia de un enemigo natural muy efectivo en el segundo sitio y a la ausencia del mismo en el primero. Obteniendo esta información podemos implementar un control biológico clásico a través de la introducción del enemigo a la zona donde no existe.

Ejemplo de esto es el caso de Agromiza frontella, un díptero que produce daño a la alfalfa, minando sus hojas. Se determinó a través de una tabla de vida que no habían parasitoides efectivos en los Estados Unidos que atacarían la larva hospedera y emergieran del pupario (Drea, J.J. y Hendrickson, R.M. 1986).

Conociendo esta información, el esfuerzo en Europa fué dirigido a obtener grandes números de parasitoides; como consecuencia de ello se encontraron tres especies exóticas de microhimenópteros, que ahora controlan efectivamente este minador.

Como es lógico suponer esta búsqueda directa para un tipo específico de enemigo natural salvó tiempo y también recursos que de otra forma habrían sido perdidos, ya que hubiera sido necesario realizar estudios de todas aquellas especies relacionadas de parasitoides (Drea, J.J. y Hendrickson, R.M. 1986).

Otra utilidad es la obtención de la tasa de reemplazo (R_0), que es definida como "el número medio de individuos de la prole, de clase de edad cero o inicial, producidos por un organismo medio durante toda su vida" (Muirhead, R.C. 1968).

Lo anterior se calcula de la siguiente manera:

$$R_0 = \frac{ELx \cdot Fx}{No}$$

No.

Donde:

ELx = Sobrevivencia de hembras adultas

Fx = Fecundidad individual por hembra

No = Número de individuos que inició la "cohorte"

Esta tasa nos sirve para saber, si la población crece, decrece o permanece constante y así simular cambios en ciertos factores y ver como afectan R_0 . (Horn, D. 1988). El primer caso sucede cuando R_0 es mayor que uno, el segundo cuando es menor y el tercero si es igual (Pianka, E.R. 1982; Horn, D. 1988).

A partir de tablas de vida puede calcularse también la capacidad innata de incremento (rc) a través de la fórmula:

$$rc = \text{Loge } R_0/T$$

T = Tiempo medio de una generación desde huevo a longevidad media de adultos.

La rc es característica para cada especie y nos ayuda a conocer la velocidad a la cual se alcanza el nivel de daño económico (Horn, D. 1988). Esto puede ayudarnos a obtener un nivel de daño económico más realista y eliminar aplicaciones innecesarias.

A través de una tabla de vida podemos también conocer relaciones entre parasitoides y depredadores, estando de esa forma en condiciones de modelar sus poblaciones en una forma

realística y probar efectos de diferentes prácticas de manejo. Los métodos promisorios podrían luego ser probados a nivel de campo (Varley, G.C. 1970). Como apunta Crovello, T. y Hacker, C. (1972), las tablas de vida proveen datos para poder realizar simulaciones de control biológico.

Las tablas de vida pueden ser útiles para comparar los efectos de sistemas de cultivo sobre las plagas y de ayuda para prueba de las hipótesis ya mencionadas, como lo demostró McGuinness, H. (1987), quien trabajó con Epilachna varivestis e hizo tablas de vida para este insecto en monocultivo de frijol y en frijol asociado con tomate, para determinar si había alguna influencia del sistema de cultivo sobre la mortalidad y sobrevivencia del mismo. Al mismo tiempo evaluó las oviposiciones depositadas en ambos sistemas, y estas dos medidas sirvieron para comparar la colonización y mortalidad entre los sistemas, encontrando que la mortalidad fue mayor en el policultivo y la colonización de adultos mayor en el monocultivo, siendo en este caso ambas hipótesis importantes.

Otra utilidad de las tablas de vida es que nos ayudan a conocer intervalos y factores claves. El análisis de un mínimo de ellas revela cual es el intervalo de edad clave en el ciclo de vida de un insecto, tomando como parámetro el poder de muerte. Conociendo esta información podemos realizar una profundización en el estudio de variables independientes que actúan en ese estado o, realizar muestreos más intensivos para tener un idea precisa de que variables determinan la sobrevivencia del intervalo (Populations dynamic group, 1964; Beaver, R.A. 1966).

Un buen número de tablas de vida a través de varias generaciones y en una localidad dan idea de los factores claves que más se relacionan con la tendencia de la población (Dahlsten, D.L. 1967; Varley, G.C. 1970; Horn, D. 1988).

Factor clave según Morris citado por Southwood, T R (1967) es el factor o factores responsables por la mayor parte del cambio en tamaño de la población de una generación a otra.

La utilidad de este análisis radica en que al conocer la mortalidad total a través de la suma de cada uno de los valores individuales, podemos comparar la magnitud de mortalidad de cada factor, como un porcentaje del total o a través del gráfico de mortalidad por separado, contra el número de generaciones y comparado con la mortalidad total de cada una. (Podoler, H y Rogers, D. 1975; Mcguinness, H 1987).

El análisis de factores claves puede también revelar la dependencia de la densidad de algunos factores, para ello cada P_x individual se grafica contra la sobrevivencia obtenida al principio de cada intervalo. Cuando se dan pendientes positivas indica dependencia de densidad y la falta de relación aparente entre P_x y S_x nos da idea de independencia (Horn, D. 1988).

2.2.8. Limitaciones de las tablas de vida

La mayoría de tablas de vida se han obtenido en regiones donde los insectos estudiados tienen una sola generación al año, o sea que las mismas se dificultan donde se presentan traslapes entre los estados de desarrollo (Clark, L R. et al., 1968).

Las técnicas de muestreo para hacer los estimados de la población y para determinar la mortalidad producida por diferentes factores a veces requieren mucho tiempo para desarrollarse en forma adecuada y precisa, esto sobre todo a

niveles bajos de la población, donde el muestreo se dificulta (Knight, F. 1959; Harcourt, D.G. 1961; Clark, L.R. et al. 1968; Horn, D. 1988)

Cuando se realiza la determinación de factores claves, se imposibilita el análisis de regresión y de correlación, ya que estos sólo pueden hacerse entre variables independientes y en este caso el "poder de muerte" total es la suma de cada uno de los poderes de muerte individuales y por lo tanto es una variable dependiente (Horn, D. 1988).

Para tener una definición clara de la dinámica de poblaciones de una especie se hace necesario la replicación de las tablas de vida para varias generaciones (Harcourt, D.G. 1969; Horn, D. 1988), ya que una sola tabla será válida nada más para las condiciones a que estuvo expuesta la población muestreada (Horn, D. 1988).

Hay que tener un conocimiento amplio sobre el ciclo de vida del insecto (Morris, R.F. y Miller, C.A. 1954; Knight, F. 1969; Price, P. 1975)

A pesar de los progresos hechos en el muestreo de poblaciones, casi siempre las tablas de vida, contienen una mortalidad residual que no puede ser explicada (Morris, R.F. 1957; Dahlsten, D.L. 1967)

Hay dificultades en el caso específico de la depredación, ya que la mortalidad producida por estos animales es difícil de medir, ya que muchas veces los depredadores no dejan restos de sus presas (Harcourt, D.G. 1969).

Muchas veces los estudios para construcción de tablas de vida requieren de muchos recursos económicos, por lo tanto se recomienda realizar las mismas en aquellas especies que representan importancia económica.

2.3 El cogollero del maíz

2.3.1 Biología de Spodoptera frugiperda

2.3.1.1 Oviposición

Los adultos de cogollero una vez emergidos de la pupa, pueden aparearse inmediatamente e iniciar la puesta de huevos al segundo día. La duración de este periodo varía entre 4 y 17 días, siendo dependiente mayormente de la temperatura (Luginbill, P. 1928; Labrador, J.R. 1967).

La eclosión de huevos ocurre entre uno a tres días después de la postura (Ryder, W.D. y Pulgar, N. 1969), entre dos a cuatro días y hasta diez días en climas fríos (Luginbill, P. 1950). Blahutiak, A. (1970b), comparando tiempo para eclosión con temperaturas entre 22°C-30°C, encontró una duración del desarrollo embrionario entre 2.25-4.45 días, correspondiendo el mayor tiempo a la menor temperatura.

Los huevos son colocados en masas cuyo número puede variar mucho, por ejemplo Lynch, R.E. et al. (1983), encontró un promedio de 134 huevos por masa, doscientos huevos en promedio fueron encontrados por Blahutiak, A. (1970a).

Huis, A. (1981), encontró un incremento casi lineal desde 100 huevos por masa en estados tempranos de desarrollo, hasta 400 en el espigado, algo similar encontró Pitre, H.N. et al. (1983), quien atribuyó esos resultados a diferencias en olores de las plantas de acuerdo a su estado de desarrollo. Contrario a esto Charles, R. et al. (1980), sostiene que la oviposición más intensa es al inicio del desarrollo de la planta.

En crianza con dieta artificial se encontró una oviposición media por hembra de 696 huevos (Bowling, C. 1967), mientras en Nicaragua también en crianza artificial en promedio las hembras colocaron 198 ± 72 huevos por masa (Hellpap, C. 1975)

En cuanto al peso comparando masas de laboratorio y de campo, las polillas criadas artificialmente produjeron entre 13.84-15.19 huevos por miligramo, mientras las de campo 19.78 huevos por miligramo. Esta diferencia en peso es atribuible a que el estado larval no tuvo el mismo tipo de nutrición y esto influyó sobre el peso de pupas y de adultos (Lynch, R E. 1983).

El lugar donde las hembras ovipositan es generalmente en la parte inferior de la hoja de maíz (Waddill, V. 1977; Ryder, W. y Pulgar, N. 1969; Sparks, A.N. 1979; Huis, A. 1989; Alvarez, J. et al., 1983; Pitre, H.N. et al., 1983; Thomson, M.S. y All, J.N. 1983)

Huis, A. (1981), y Alvarez, J. y Sánchez, G. (1982), también apuntan que lo anterior depende del estado fenológico de la planta, ya que a medida que la planta se desarrolla, un mayor porcentaje de masas son colocadas sobre el haz

También se ha encontrado que las masas generalmente son depositadas justo bajo el cogollo, siendo este un hecho importante, ya que el cogollo representa una área estratégica tanto para la infestación, como para la dispersión de larvas (Huis, A. 1981).

Solo un autor de los trabajos revisados Blahutiak, A. (1970a), encontró un mayor porcentaje de masas de huevos en la parte superior, para él las posturas en la parte inferior son "excepcionales".

Las hembras de Spodoptera frugiperda muestran una marcada preferencia para depositar sus huevos en maíz

comparado con otras gramíneas cultivadas, como lo demuestra el hecho, de que cuando se asoció el maíz con sorgo, el primero recibió hasta 16 veces más posturas que el segundo (Álvarez, J., Sánchez, G. 1982), pero si es otra planta la que se asocia con maíz, por ejemplo frijol, este puede alterar la visibilidad y/o el olfato del insecto y provocar una disminución en el número de masas colocadas sobre maíz, estas diferencias aunque no significativas fueron encontradas por Huis, A. (1981).

2.3.1.2 Desarrollo larval

El estado larval del gusano cogollero pasa por un total de seis estadios (Sparks, A.N. 1979; Blahutiak, A. 1970b). El tiempo total de este estado puede variar entre 14 y 19 días (Sparks, A.N. 1979; Blahutiak, A. 1970c), esto según el último autor depende de la planta hospedera sobre la cual se desarrolla el insecto y también de la temperatura, siendo el rango de 24-28°C donde el tiempo es menor.

Las larvas cuando emergen son muy pequeñas y lo primero que hacen es devorar los restos que han quedado de los huevos. (Luginbill, P. 1950; Hellpap, C. 1985). Seguidamente ellas empiezan a alimentarse de las hojas, causando una esqueletización de las mismas y siendo a esta altura el daño muy reducido (Luginbill, P. 1950; Morrill, W.L. y Greene, G.L. 1973).

Martin citado por Hellpap C (1985), encontró que los tres primeros estadios larvales, consumen apenas el 2% del total de alimento necesario para completar el estado de larva; similar observación es hecha por Sparks, A.N. (1979). Para el último estadio el porcentaje fue de 77.2, deduciéndose de ello que lo más importante para determinar el daño al cultivo, es la cantidad de larvas grandes presentes en el cultivo (Martin citado por Hellpap, C. 1985).

Los primeros dos estadios del insecto son fototácticos positivos, mientras los estadios posteriores no tienen estas características. Esto hace que el primer estadio tienda a dirigirse hacia la parte superior de la planta, para alcanzar el cogollo o para dar la oportunidad que el viento lo transporte a otras plantas. Aquellas larvas que llegan al cogollo y debido al cambio fototáctico tienden a penetrar al mismo y dirigirse hacia abajo, dentro de él (Morrill, W L y Greene, G L. 1973).

Pitre, H.N. et al. (1983), observaron que las mayores poblaciones de larvas se encuentran en aquellas plantas con un color verde oscuro (alta cantidad de nitrógeno)

2.3.1.3 Desarrollo pupal

Cuando las larvas han terminado su alimentación y al final del sexto estadio se dejan caer al suelo, donde forman una cámara pupal y pasan al estado de pupa (Luginbill, P. 1950; Sparks, A.N. 1979)

Este hecho de empupar en el suelo parece ser una estrategia del insecto para escapar de alguna forma de la depredación de otros animales (Orrey, P. 1985).

Doperto, L y Enkerlin, S. (1964), encontraron que la duración de este estado fué de 8.80, 8.73 y 7.52, cuando las larvas fueron alimentadas con hojas de maíz, elote y dieta artificial respectivamente.

Blahutiak, A (1970b), y a temperaturas entre 22 y 30°C encontró una duración de este estado de 6.73 a 10.49 días, correspondiendo los mayores valores a la menor temperatura.

A pesar del hecho de que las pupas se protegen en el suelo y a la idea de que de esa forma escapan de la muerte, se conoce que algunos depredadores como Calosoma sayi pueden

detectar y depredar pupas ubicadas debajo de la superficie (Orrey, P. 1985)

2.3.1.4 Adultos de Spodoptera frugiperda

Los adultos realizan su actividad en la noche (Sparks, A.N. 1979; Hellpap, C. 1985), siendo su longevidad promedio de 6.98 días (Doporto, L. y Enkerlin, S. 1964)

La hembra copula una sola vez en la noche, lo más común es que las hembras vírgenes copulen en las primeras horas de la noche. La mayor actividad se alcanza antes de la media noche. Después de la fecundación se da la oviposición (Sparks, A.N. 1979).

En resumen el ciclo de vida de Spodoptera frugiperda tiene una duración variable. Hellpap, C. (1975), dice que es de 4-6 semanas, Vásquez, M. et al. (1964), encontró que era de aproximadamente 31 días, similar a lo reportado por Bowling, C. (1967), King, A. y Saunders, J.L. (1984), reportan una duración de 26 a 39 días y Andrews, K. (1980) 27.7 días.

2.3.2 Dinámica poblacional

Según Morris, R.F. (1957), este término incluye la medida de una población de individuos de generación a generación y además de ello el estudio de los factores responsables de los cambios que se producen.

Hellpap, C. (1985), en Nicaragua capturando adultos de Spodoptera en trampas luminicas, encontró que se dio un máximo en febrero, empezando luego a decrecer a finales de

marzo, manteniéndose a niveles bajos hasta el mes de noviembre, fecha a partir de la cual se nota nuevamente un incremento de las poblaciones.

Segun este autor lo anterior es beneficioso para la agricultura, ya que cuando caen las primeras lluvias y se realiza la siembra de primera, las poblaciones del insecto y por ende el daño son muy bajos

Información proporcionada por tres ciclos de siembra de maíz en Quintana Roo, México indica que la mayor abundancia del insecto se da en la primera quincena de julio y octubre (Alvarado, B. y Carrillo, H. 1981).

Similar a lo anterior encontró Clavijo, S. (1981), en Venezuela, quien determinó que el promedio general más alto de capturas se dio en la segunda quincena de julio, anotando que se observa una tendencia al incremento de las poblaciones a finales de mayo, disminuyendo luego a partir del máximo apuntado anteriormente y mostrando luego una ligera alza en octubre, decreciendo a partir de esa época a niveles muy bajos hasta finales de marzo y principios de abril donde nuevamente empieza a darse un ligero incremento.

Caballero, R. et al. (1989) en trabajo realizado en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, durante cinco años de observación, encontraron entre otros hechos los siguientes: en toda época del año se capturaron adultos de cogollero, entre los meses de febrero y abril las poblaciones fueron bajas, incrementándose a partir de mayo, con el inicio de las lluvias, lográndose un máximo de capturas en cuatro de los cinco años en los meses de julio y agosto.

2.3.3 Enemigos naturales de Spodoptera

Los enemigos naturales que provocan muerte al gusano cogollero pueden ubicarse en diferentes grupos como son: parasitoides, depredadores, enfermedades y nematodos

2.3.3.1 Parasitoides

Entre estos podemos mencionar Trichogramma spp., Microchelonus sp. y Telenomus remus, todos ellos parasitoides ovifagos (Cortez, M. y Andrews, K. 1979). Este último parece ser uno de los más promisorios, para poder integrarlo en un programa de manejo de cogollero, teniendo entre otras características las siguientes: alta capacidad reproductiva y parasita por lo general todos los huevos de una postura (Hellpap, C. 1985).

Ashley (1979), hace una revisión de parasitoides criados de Spodoptera, listando un total de 53 especies, ubicadas en 43 géneros y 10 familias, pertenecientes a las órdenes Diptera e Hymenóptera. De los parasitoides enumerados Apanteles marginiventris y Chelonus spp. son los encontrados más comunmente según esta revisión

El último género mencionado es reportado también por muchos autores (Luginbill, P. 1950; Ryder, W. y Pulgar, N. 1969); Notz, A. 1972; Vaughan, M. 1975; Carrillo, H. 1980; Huis, A. 1981; Valderrama, J. y Tordecilla, O. 1982; Pantoja, A. y Smith, C. 1985; Marengo, R. (1986); Wheeler, G.S. et al. 1989)

Entre otros géneros de parasitoides, estos autores mencionan los siguientes: Pristomerus, Ophion, Rogas, Euplectrus, Eiphosoma, Meteorus, todos pertenecientes al orden Hymenóptera y los Dipteros Lespesia archippivora, Archytas marmoratus, Winthemia quadripustulata, Acroglossa

vetula. Lespesia es reportada también por Teran, J.B. (1974), y Lucchini, F y Almeida, A. (1980), quienes además de los ya mencionados anotan a Campoletis grioti

En cuanto a porcentajes de parasitismo Vaughan, M (1975), reporta hasta 19%, Lacayo citada por Andrews, K (1980), hasta 18%, Cortez, M y Andrews, K (1979), un máximo de 30% de parasitismo (del parásito ovifago Trichogramma spp.).

En trabajos realizados en La Molina, Perú, Campos, J. (1965), encontró 10% de parasitismo por tachinidos, Lucchini, F y Almeida, A. (1980), reportan un porcentaje de 95% de Campoletis grioti, Wheeler, G.S. et al. (1989), encontró 15.5% de parasitismo por Chelonus insularis, parasitismo de 37% del parasitoide mencionado por último fué encontrado por Castro, M. et al. (1983) y un 45% por Marengo, R. (1986).

Huis, A. (1981), en Nicaragua comparando dos sistemas de cultivo (maíz y maíz-frijol) encontró los siguiente: no se dieron diferencias apreciables entre niveles de parasitismo en ambos sistemas, los tachinidos fueron más abundantes en el sistema intercalado, aunque hablando específicamente de Lespesia archippivora fué siempre más frecuente en las colecciones de maíz, en el caso de Rogas laphygmae, su parasitismo disminuyó cuando el frijol estuvo presente.

Es importante anotar acá que los hymenópteros matan su hospedero en los estadios 4, 5 y 6, mientras los dípteros en el sexto, prepupa y pupa (Notz, A 1972; Ryder, W. y Pulgar N. 1969). Este hecho hace que los hymenópteros maten muchos de ellos, antes que causen el mayor daño, mientras los tachinidos lo único que hacen es reducir las siguientes generaciones (Ryder, W y Pulgar, N. 1969; Huis, A. 1981).

Todo lo revisado sobre porcentajes de parasitismo lleva a la conclusión que los parasitoides por si solos no son capaces de suprimir en forma efectiva las poblaciones de Spodoptera frugiperda

2.3.3.2 Depredadores

Lastres, L. (1989a), presenta una lista de depredadores de 12 países que incluye 23 géneros, distribuidos en 14 familias y 5 órdenes

Sobre el papel de estos organismos, este es menos conocido que el de parasitoides. Aunque muchas veces se presentan listas de los principales depredadores presentes en los cultivos, su importancia en regulación de plagas aún no es clara (Hellpap, C. 1985).

Entre los depredadores encontrados en maíz y con una posible acción sobre Spodoptera se pueden mencionar las siguientes: arañas, Ectatomma ruidum, Polistes sp., Polybia sp., pentatómidos, reduviidos, nápidos (Huis, A. 1981), carábidos como Onypterigia famini, coccinélidos como Cicloneda sanguinea, forficulidos (Doru taeniatum), chrysopidos (chryssopa spp.) Cortez, M. y Andrews, K. 1979; Hellpap, C. 1988).

Entre los depredadores que más atención han recibido, podemos mencionar las hormigas Ectatomma ruidum y Solenopsis geminata y la tijereta Doru taeniatum, con ellos se han realizado algunos trabajos

Hellpap, C. (1985), menciona como característica importante para el éxito de las hormigas como controladoras de Spodoptera frugiperda el hecho no común en otros depredadores de realizar una rápida colonización en los cultivos

En Honduras, Lastres, L. (1989b), estudió el efecto de las hormigas, sobre todo Solenopsis gemminata, en larvas pequeñas de cogollero encontrando que este depredador causó por sí sólo hasta 78.5% de mortalidad, lo que sumado a la acción de otras hormigas y arañas dio un total de 92%. La autora menciona tres razones probables para la eficacia de este depredador: abundancia, agresividad y capacidad de morder a sus presas.

En cuando a Doru taeniatum, Huis, A (1981), encontró que la misma puede depredar masas de huevos llegando a consumirlas totalmente y también es capaz de depredar larvas de los primeros tres estadios. También este autor encontró que estos insectos fueron más frecuentes aunque no significativamente en el cultivo intercalado maíz frijol que en frijol solo. La densidad varió entre 6-14 tijeretas por 100 plantas. En trabajos en el campo, Doru depredó 50% o más de las larvas ofrecidas, a una densidad de 1 tijereta por planta.

2.3.3.3 Enfermedades

Hay muchos micro-organismos que también pueden causar mortalidad, sobre todo en las larvas de cogollero, así Lacayo citada por Andrews, K. (1980), encontró que Nomureae rileyi y Aspergillus flavus provocaron mortalidad hasta de 15% de larvas colectadas. Nomureae rileyi es igualmente reportada por Pantoja, A. y Smith, C. 1985; Huis, A. 1981)

Además de estos se mencionan como entomopatógenos atacantes de cogollero a Entomophthora sp., Hirsutella sp y Fusarium sp. (Hellpap, C 1985)

2.3.3.4 Nematodos

Los nematodos en muchas ocasiones, son también un factor que suma mortalidad a la producida por otros organismos. El género Hexameris es el que es reportado comunmente (Van Huis, 1981; Hellpap, 1985; Wheeler, 1989).

2.3.4 Mortalidad producida por la lluvia

Cuando las larvas son pequeñas este puede ser un factor importante de mortalidad para muchos insectos como lo reporta Harcourt, D.G. (1966), para Pieris rapae, quien encontró hasta 50% de mortalidad en esas circunstancias.

Andrews, K. (1980), anota que en El Salvador los agricultores asocian la mayor presencia de cogollero, con la ausencia de lluvias fuertes que puedan matar o desalojar del cogollo las larvas pequeñas.

Las lluvias de baja intensidad no causan mucha mortalidad, sin embargo las más intensas sí, porque si la larva no muere es lavada al suelo, con muy poca probabilidad de regresar a la planta. En observaciones realizadas se notó que cuando las plantas se protegieron contra la lluvia, aumentó tanto el porcentaje de plantas infestadas, como el número de larvas por planta infestadas, deduciéndose que la lluvia es un factor importante para el control de Spodoptera en estadios tempranos (Huis, A. 1981)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del area experimental

El trabajo se realizó entre enero y julio de 1989, en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), ubicada a unos 32 kilómetros de la ciudad de Tegucigalpa, Honduras. La altura del lugar es de 800 msnm, con una latitud de 14°00' norte y longitud de 87°02' oeste. La temperatura media anual es de 22°C y la precipitación promedio anual es de 1 375 mm

El suelo donde se realizó el estudio tiene entre otras características las siguientes: textura franco-arenosa, pH de 5.4, porcentaje de materia orgánica de 2.62. La cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio es 0.126, 8.59 y 493.5 ppm respectivamente.

3.2 Descripción del Trabajo Experimental

3.2.1 Características del lote experimental

Las parcelas del experimento estuvieron ubicadas en la terraza número 13 del campo experimental de Agronomía. Es un terreno plano y en el mismo se ha cultivado maíz en época de primera y frijol en época de postrera.

3.2.2 Diseño experimental

El diseño fue bloques completos al azar con dos tratamientos (maíz en monocultivo y maíz asociado con frijol) y cuatro repeticiones. Las parcelas tuvieron un tamaño de 10 x 10 m, dejándose una distancia de 2 m, tanto entre parcelas como entre bloques.

3.2.3 Trabajos de laboratorio

En la Escuela Agrícola Panamericana existe una cría artificial de Spodoptera frugiperda, situación importante ya que como lo apuntan Bowling, C. (1967) y Vázquez, M et al. (1975), estas investigaciones requieren de un suplemento continuo de insectos de edades definidas

En el presente caso este hecho fue de mucha ayuda, ya que se necesitó colocar masas de huevos del laboratorio y larvas de primer estadio para tener un mejor control del trabajo.

Hasta donde fue posible se ayudó a las personas encargadas de la cría artificial

3.2.4 Trabajo preparatorio

En enero, antes de iniciar el experimento definitivo, planeado para mayo o junio (al inicio de las lluvias), se sembraron parcelas de prueba, una de maíz y otra de maíz con frijol, con la misma dimensión mencionada anteriormente. Además de adquirir experiencia, el objetivo de este ensayo fue probar algunas metodologías, detectar fallas y tratar de afinar el procedimiento a emplear en el trabajo definitivo. Además de ayudar al propósito mencionado, también se hicieron algunas observaciones importantes durante este tiempo. Las que serán mencionadas posteriormente. Estas parcelas estuvieron con riego por aspersión

3.2.5 Siembra del experimento definitivo

La siembra de los cultivos se realizó el 4 de junio en forma manual; el maíz se sembró a 0.9 m entre surcos y 0.45 m entre posturas de 3 plantas. En las parcelas con asocio el frijol se sembró a 0.45 m entre surcos y 0.25 entre posturas de dos semillas. Los surcos de frijol estuvieron separados del maíz por 0.225 m. La siembra de frijol se realizó con espeque.

El maíz se fertilizó al momento de la siembra con 194 kg/ha de urea y 176 kg/ha de 18-46-0. A los 25 días de la siembra se hizo una aplicación de urea en bandas.

Debido a la pérdida de semilla de ambos cultivos, se realizó una resiembra el 11 de junio. Se utilizó maíz de la variedad H-27 y frijol de la variedad "catrachita".

3.2.6 Control de malezas

Debido a la fuerte infestación de coyolillo (Cyperus rotundus) se hizo necesario un control de malezas con azadón a los 8 días de la siembra, un nuevo control se practicó a los 19 días, pero a partir de ese momento el crecimiento del maíz y frijol redujeron la incidencia de malezas.

3.3 Parámetros Medidos

3.3.1 Estimación de sobrevivencia y fuentes de mortalidad para construcción de tablas de vida

El ciclo de vida del insecto se subdividió en 5 intervalos o clases de edad para facilitar la medida y separar hasta donde fuera posible las variables que

provocaron mortalidad. Estos fueron los siguientes: huevo, larva periodo 1 (del primero al cuarto estadio), larva periodo 2 (del cuarto al sexto estadio), pupa y adulto. Esto es congruente con lo propuesto por Harcourt, D G (1964, 1966).

3.3.1.1 Huevos

Fuentes potenciales de mortalidad considerados: Depredación, parasitismo e infertilidad.

Para medir mortalidad de este intervalo se expusieron 20 masas de huevos obtenidas del laboratorio, por parcela (160 masas en total). Estas masas se pegaron en la parte inferior de las hojas de maíz, debido a que esta es la situación más generalizada que ocurre en la naturaleza (Ryder, W D. y Pulgar, N. 1969; Alvarez, J. y Sánchez, G. 1982; Thomson, M. y All, J.N. 1983; Pitre, H.N. et al. 1983) y se dejaron en el campo por dos días, al cabo de los cuales se recobraron para hacer el conteo de huevos existentes. Este número se comparó con el realizado antes de llevar las masas al campo. Debido a que el papel donde estaban las masas podría influir en la atracción, se colocaron tiras de este papel similares en tamaño al de las masas y se pegaron en las hojas, haciéndose observaciones continuas para ver si había alguna atracción sin encontrarse nunca insectos encima o alrededor del mismo.

Se cuantificó la depredación separando aquella producida por artrópodos no voladores y por insectos voladores. Para ello diez de las masas colocadas por parcela se aislaron por medio de un cartón de 0.5 m de diámetro y 0.15 m de alto, colocado alrededor de la planta escogida y en el extremo superior una cinta pegajosa o una especie de esmalte, que evitará la subida de aquellos artrópodos no voladores.

Se hicieron revisiones continuas de las masas, anotando los depredadores encontrados en o cerca de las masas.

Simultáneamente se determinó la infertilidad de las masas producidas en el laboratorio, mediante el conteo de los huevos de 100 masas, antes y después de la eclosión de los mismos.

La infertilidad de masas del campo se midió de forma similar.

Para conocer la mortalidad de este intervalo, se procedió a aplicar las tasas de mortalidad (en este caso por 48 horas) al número de huevos que inicio la "cohorte", que para nuestro caso fue 1.000, como se hace convencionalmente (Southwood, T.R. 1968).

3.3.1.2 Larva período 1 (estadios 1-4)

Fuentes potenciales de mortalidad considerados: Depredación, parasitismo, enfermedades y lluvia.

Inicialmente se tenía pensado colocar masas de huevos del laboratorio en plantas de maiz y retirar todas las naturales que se encontraran, para realizar los conteos respectivos, asumiendo que todas las larvas provendrían de esas masas. Esta idea se, desechó debido a la constante inmigración de larvas de otras parcelas, traídas probablemente por el viento (Andrews, K. comunicación personal), que suponía el riesgo de contabilizar las invasoras y crear un sesgo en los datos.

Debido a ello lo que se hizo fue escoger dos surcos al azar, por parcela, colocando una larva de primer estadio en cada planta, habiéndose hecho previamente una revisión cuidadosa, para tener la seguridad que en las plantas

seleccionadas no habian cogolleros "naturales". La cantidad de larvitas varió de 100-120.

Las larvas mencionadas anteriormente sirvieron para hacer los conteos de sobrevivencia

Al mismo tiempo que se hizo lo anterior, se colocaron 80 larvitas por parcela, en plantas con y sin protección para medir la depredación, similar a lo hecho para huevos. El conteo de depredación se realizó a los 10 días y durante ese tiempo se hicieron observaciones periódicas en las plantas infestadas.

Después de 8 días de la exposición de las larvas, tiempo en que según la literatura y observaciones de laboratorio estarían por pasar al siguiente intervalo, se recolectaron 20 larvas por parcela para medir tasas de parasitismo y enfermedades.

Para los factores anteriores se tenía contemplado hacer las evaluaciones con las larvas expuestas, pero debido a que uno de los factores probables de mortalidad era Chelonus insularis y este es un parasitoide ovífago que emerge en el cuarto estadio, se decidió hacer las colecciones de larvas naturales de cuarto estadio en la fecha que correspondía.

Para determinar la mortalidad producida por la lluvia durante este intervalo, se colocaron 100 larvas por parcela de estadio 1-4, haciéndose antes y después de una lluvia fuerte un recuento para ver que porcentaje sobrevivía. Esto es similar a lo hecho para otros insectos por Harcourt, D G (1961, 1962, 1966).

Para determinar la sobrevivencia del intervalo a los 10 días de exposición de las larvas, se hizo un conteo de todas las larvas presentes en los surcos donde se hizo infestación artificial. Casi nunca fue necesario el muestreo destructivo

de plantas, ya que con la ayuda de una pinza suave las larvas presentes podían observarse perfectamente.

Se consideró mortalidad para este periodo solamente aquella ocurrida hasta el cuarto estadio (cuando se tuvo duda del estadio se midió la anchura de la cabeza), ya que existen determinados valores entre los que puede variar la misma en cada estadio (Labrador, J. R. 1967).

Las tasas obtenidas se aplicaron a la mortalidad total del intervalo, para obtener la mortalidad producida por cada factor.

3.3.1.3 Larva periodo 2 (estadios 4 y 5)

Fuentes potenciales de mortalidad considerados:
Depredación, enfermedades y parasitismo.

Las larvas contadas en el intervalo anterior se dejaron en las mismas plantas y a los 17 días se hizo un nuevo conteo para determinar la sobrevivencia hasta ese momento (todas las larvas estaban en su sexto estadio)

Para medir depredación se hizo igual al intervalo anterior colocándose larvas de cuarto estadio en plantas protegidas y desprotegidas.

Para medir el parasitismo y enfermedades, se utilizaron 20 larvas recolectadas de las sobrevivientes de la medida de depredación del intervalo 1

La estimación de mortalidad para estos dos últimos (parasitismo y enfermedades) fue relativamente fácil, ya que sólo se consideró aquella que ocurrió antes de que el insecto empupara

3.3.1.4 Pupa

Fuentes de mortalidad considerados: Depredación, parasitismo, enfermedades, humedad.

Se recolectaron 40 larvas por parcela provenientes de las larvas contabilizadas para el intervalo anterior o de larvas naturales de sexto estadio; estas se colocaron en plantas marcadas, haciéndose una excavación alrededor de las plantas seleccionadas, para evitar en lo posible, el escape de las larvas a lugares alejados cuando estas bajarán.

Después de ocho días se realizó un muestreo del suelo adyacente a estas plantas, utilizando pala y un colador de tela metálica, para hacer más fácil el encuentro de pupas de cogollero, de pupas de parasitoides o restos de pupas.

Teniendo en cuenta la posibilidad de que aun con la excavación hecha, las larvas pudieran alejarse, se hizo una prueba adicional, que consistió en colocar un marco de madera de 2 m de largo, 0.40 m de ancho y 0.20 m de alto, alrededor de plantas en un surco donde se colocaron 40 larvas a punto de empupar, por parcela. Se colocó un tipo de esmalte pegajoso en la parte superior del marco para evitar que las larvas escaparan y después de 7 días se cubrió el marco con tela metálica fina, de tal forma que se imposibilitaba el escape de cualquier insecto, que estuviera dentro.

A los 13 días de colocado el marco se hizo la revisión de lo encontrado dentro de este y nuevamente se muestreó el área comprendida en el marco, hasta una profundidad aproximada de 15 cm.

Las dimensiones del cedazo o colador fueron de 0.90 metros de largo por 0.5 m de ancho y 0.5 m de alto.

3.3.2 Tasas y preferencias de oviposición de hembras de cogollero

Se realizaron muestreos cada cuatro días, a partir de los 4 días de emergencia de las plantas, tomando un total de 100 plantas por parcela. Se revisó minuciosamente cada planta y se anotó el número de masas encontradas y el lugar de la hoja donde se localizaban (haz o envés). Las masas encontradas se recolectaron antes de su eclosión y se llevaron al laboratorio, donde se contó el número de huevos por masa; se esperó a que eclosionaran para determinar el posible parasitismo ovífago y también para conocer su infertilidad.

3.3.3 Abundancia de hormigas y tijeretas en ambos sistemas

Se realizaron conteos de hormigas semanalmente, con la ayuda de un contador, para establecer si había alguna diferencia numérica de estos enemigos naturales entre el monocultivo y el policultivo. Estos conteos se hicieron entre las 8 y 11 de la mañana, uno de los periodos de mayor actividad de estos insectos (Lastres, L. 1989b).

Para el muestreo de tijeretas se utilizaron las mismas 100 plantas usadas para muestrear masas, contando el número de estos insectos encontrados en las mismas.

3.3.4 Parasitismo en ambos sistemas

Para conocer la magnitud del parasitismo ocurrido en ambos sistemas durante el periodo de estudio, se hicieron 5 recolecciones de larvas naturales, 20 por parcela para un total de 400 por sistema.

Estas larvas fueron llevadas al laboratorio donde se anotó el estadio aproximado de colección, posteriormente se colocaron en frascos plásticos con dieta similar a la usada por Bowling, C (1967); Shorey, H y Hale, R (1965); se hicieron anotaciones diarias, tales como el momento en que las larvas murieron, estadio aproximado de muerte y la causa de la misma. Cuando ello no ocurrió se anotó tanto la fecha de empuje como el día de la emergencia de los adultos cuando esto ocurrió.

3.4 Análisis de los datos

Para la evaluación del efecto de los sistemas sobre el porcentaje de mortalidad de las diferentes fuentes se analizó el siguiente modelo:

$$y_{ijkl} = u + B_i + S_j + F_k + (SF)_{jk} + E_{ijkl}$$

y_{ijkl} = Variable de respuesta

U = Media general

B_i = Efecto de bloques $i = 1-4$

S_j = Efecto del sistema $j = 1-2$

F_k = Efecto de la fuente

$(SF)_{jk}$ = Efecto de la interacción sistema por fuente

E_{ijkl} = Error experimental

En aquellos casos en que la interacción fue significativa, se hicieron contrastes ortogonales para conocer que fuentes causaron mortalidad diferencial por intervalo entre sistemas

Para el caso de masas de huevos se hizo una Andeva de bloques al azar con los totales de masas encontradas.

Para hormigas, tijeretas y parasitismo, el análisis se hizo mediante el diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas en el tiempo

Se hizo la transformación de raíz cuadrada de $X + 5$ (Steel, R. y Torrie, J. 1985) para tijeretas y hormigas; para porcentajes de parasitismo se usó la transformación de logit, empleada por Cronin, J.T. (1989) para un caso similar

Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico de SAS (1985).

4. RESULTADOS

4.1 Resultados del trabajo preliminar

Se obtuvo una tabla de vida para cada sistema correspondiente a la época seca. Estas tablas se presentan en los Cuadros 1 y 2; la separación de las diferentes fuentes que causaron mortalidad, solamente se realizó para el intervalo 1 (huevo).

En estas tablas puede notarse que el mayor porcentaje de mortalidad para el monocultivo se dio en el intervalo 2 (estadios 1-4) con un valor de 81.63; la siguen en orden descendente los intervalos: pupa, larva periodo 2 (estadios 4 y 5) y huevos, con valores de 70, 45.43 y 34.48% respectivamente.

Para el policultivo el intervalo que presentó el mayor porcentaje de mortalidad fue también el intervalo 2 con 90.55, siguiendo el intervalo 3 (larva periodo 2), huevos y pupa con valores de 64.34, 56.87 y 50.03.

La cantidad de insectos que alcanzaron el estado adulto fue mayor en el monocultivo (19.7), contra 7.87 en el policultivo.

En este ensayo se observaron algunos depredadores consumiendo tanto huevos como larvas, entre esos pueden

mencionarse hormigas del género Solenopsis y avispas como Polybia sp y Polistes sp. Es de hacer notar que se dió una colonización más temprana en ambos sistemas por parte de himenopteros depredadores de las familias Vespidae, Pompilidae y Sphecidae, comparado con lo que ocurrió en la época seca. En el caso de tijeretas estas se encontraron sólo ocasionalmente en esta época.

Cuadro No. 1 Tabla de vida preliminar de *Spodoptera frugiperda* en el monocultivo

X	SX	MX	FMX	M'X	100 TX	PM (K)
Huevos	1 000	344.8	Infertilidad	119.11804	11.911804	.0634372
			Depredación (volad.)	116.10024	11.610024	.0618301
			Depredación (no volad.)	109.58172	10.958172	.0583586
			Total	344.8	34.48	.18362
Larva 1	655.2	534.85	Desconocido	534.85	81.63156	.7359278
Larva 2	120.35	54.68	Desconocido	54.68	45.43415	.263079
Pupa	65.67	45.97	Desconocido	45.97	70.60	.5229007
Adultos	19.7	19.7	Desconocido	19.7	1	-

Cuadro No. 2. Tabla de vida preliminar de *Spodoptera frugiperda* en el policultivo.

X	SX	MX	FMX	M'X	100 TX	PM (K)
Huevos	1 000	568.7	Infertilidad	172.00998	17.200998	.1104652
			Depredación (volad.)	97.785621	9.7785621	.0627981
			Depredación (no volad.)	298.9044	29.89044	.1919571
			Total	568.7	56.87	.36522
Larva 1	431.3	390.56	Desconocido	390.56	90.55413	1.0247585
Larva 2	40.74	24.99	Desconocido	24.99	61.3402	.4127404
Pupa	15.75	7.88	Desconocido	7.88	50.03174	.3013112
Adultos	7.87	7.87	Desconocido	7.87	1	-

En el caso de la tasa de oviposición, se encontraron un total de 18 masas; de esas, 12 se localizaron en el monocultivo con un total de 1057 huevos y 6 en el policultivo con un total de 545 huevos. En ninguna de esas masas se dio parasitismo.

Para esta fase del trabajo no se realizó ningún análisis estadístico debido a la falta de repeticiones.

4.2 Resultados del Ensayo definitivo (época lluviosa)

Los conteos y medidas de la mortalidad producida por las diferentes fuentes, proporcionaron datos para la construcción de una tabla de vida por sistema en cada bloque, obteniéndose un total de 4 tablas de vida para monocultivo e igual número para policultivo. De estas se hizo una tabla de vida resumen para cada sistema. Estas tablas se presentan en los Cuadros 3 y 4. Como se explicó en la metodología se partió de un número hipotético de 1.000 para iniciar la "cohorte" en ambos casos.

La cantidad de individuos muertos en el intervalo 1, (huevo), por depredación de artrópodos voladores y no voladores se obtuvo de medidas de las masas de huevos expuestas directamente en el campo.

En el caso de infertilidad se usó el porcentaje de esta fuente obtenido de las masas naturales, por considerarlo más real. Los porcentajes obtenidos se aplicaron al número inicial de huevos, para obtener la mortalidad producida por cada fuente.

En este caso y como sugiere Varley citado por McGuinness, H. (1987), se hizo un ajuste para los huevos infértiles, ya que un cierto número de estos pudo haber sido destruido por depredadores. Para hacer esta corrección, el número de

Cuadro. No. 3. Tabla de vida resumen de *Spodoptera frugiperda* en el monocultivo

X	5X	MX	FMX	M'X	100 TX	PM (K)
Huevos	1.000	215.02	Infertilidad	99.463106	9.9463106	0486358
			Depredación (volad.)	33.770134	3.3770134	016513
			Depredación (no volad.)	81.78676	8.178676	0399924
			Total	215.02	21.5	105141
Larva 1	784.98	478.12055	<u>Chelonus insularis</u>	35.859041	4.5681471	020306
			<u>Pristomerus spinator</u>	5.976506	.7613578	003478
			Nematodos	17.881789	2.2779827	010577
			Depredación (volad.)	96.133022	12.246557	061755
			Depredación (no volad.)	109.64824	13.968285	08317
			Lluvia	131.47389	16.748693	126729
			Desconocido	81.148061	10.337606	101900
			Total	478.12055	60.90862	40791
Larva 2	306.85945	85.80304	<u>Lespesia archippivora</u>	5.714482	1.862247	008163
			<u>Ophion flavidus</u>	8.580304	2.79616	012553
			Nematodos	8.863454	2.888411	013360
			Depredación (volad.)	2.665016	868481	004098
			Depredación (no volad.)	10.469691	3.411885	016488
			Enfermedades	2.145076	699041	003456
			Desconocido	47.365019	15.435411	084314
Total	85.80304	27.9616	14243			
Pupa	221.0564	174.0849	<u>Archytas marmoratus</u>	73.661793	33.322624	176021
			<u>Ophion flavidus</u>	24.939062	11.281764	080503
			Depredación	14.387032	6.508308	054279
			Hongo	3.194965	1.44531	013033
			Desconocido	57.902048	26.193337	348804
Total	174.0849	78.75	6726			
Adultos	46.9715	46.9715	Desconocido	46.9715	1	-

Cuadro No 4 Tabla de vida resumen de *Spodoptera frugiperda* en el policultivo.

X	SX	MX	FMX	M'X	100 TX	PM (K)
Huevos	1.000	208.575	Inferilidad	48.567908	4.85679	0236558
			Depredación (volad.)	49.474469	4.947446	0240973
			Depredación (no volad.)	110.53262	11.0532262	05378368
			Total	208.575	20.85	10159
Larva 1	791.425	508.975	<u>Cheionus insularis</u>	120.881551	15.273911	071982
			<u>Pristomerus spinator</u>	-	-	-
			Nematodos	-	-	-
			Depredación (volad.)	62.724362	7.92549	042652
			Depredación (no volad.)	154.36847	19.505129	127244
			Lluvia	137.89992	17.424256	1574608
			Desconocido	33.100698	4.1824175	048127
			Total	508.975	64.3112	44746
Larva 2	282.45	79.0323	<u>Lespesia archippivora</u>	19.758075	6.995246	0314949
			<u>Ophion flavidus</u>	-	-	-
			Nematodos	26.341466	9.3260634	04589
			Depredación (volad.)	4.812971	1.704008	008935
			Depredación (no volad.)	8.917105	3.157056	0170563
			Enfermedades	2.631775	9317669	0051647
			Desconocido	16.570906	5.8668458	0340114
			Total	79.0323	27.98098	14255
Pupa	203.4177	137.90171	<u>Archytas marmoratus</u>	45.665281	22.44902	110412
			<u>Ophion flavidus</u>	-	-	-
			Depredación	35.441015	17.42227	110509
			Hongo	-	-	-
			Desconocido	56.795409	27.920584	271119
Total	137.90171	67.7923	49204			
Adultos	65.515995	65.5151995	Desconocido	65.5151995	1	-

huevos infértiles se dividió entre el número de huevos de fertilidad conocida (infértiles más eclosionados), esta fracción se aplicó al tamaño inicial de la cohorte para determinar el número de huevos infértiles presentes antes que la depredación ocurriese. Los porcentajes de depredación fueron luego aplicados a la cantidad de huevos que no fueron infértiles (1 000 menos los infértiles).

Según la metodología normal de tablas de vida (Southwood, T R. 1968; Marcourt, D 1969; Horn, D. 1988), para obtener la sobrevivencia del intervalo 2, el total de mortalidad en el primer intervalo se restó de 1 000, o sea que la sobrevivencia para un determinado intervalo, es el número de individuos vivos al principio del mismo.

La mortalidad del intervalo 2 (estadios 1-4), es la diferencia entre la sobrevivencia de los intervalos 2 y 3 (estadios 4 y 5).

A la cantidad total de muertes ocurridas durante este intervalo, se aplicaron los porcentajes de mortalidad de las fuentes consideradas.

Para el intervalo 3 (larva periodo 2) la sobrevivencia se obtuvo del porcentaje de larvas vivas en el primer conteo y relacionando esto con la sobrevivencia del intervalo 2. La mortalidad se obtuvo en forma similar al caso anterior o sea de la resta de la sobrevivencia entre los intervalos 3 y 4. Igual que para el intervalo 2, las medidas de mortalidad para este periodo se relacionaron con la suma de la mortalidad, para obtener la producida por cada fuente.

Para el intervalo 4 (pupa), la sobrevivencia se obtuvo de la aplicación del porcentaje de larvas vivas en el segundo conteo, a la sobrevivencia del intervalo 3.

Para estimar la mortalidad de este periodo y la sobrevivencia del intervalo 5 (adultos), se hizo en forma directa, de los datos proporcionados por el muestreo de suelo, realizado en el área que comprendía las plantas donde se colocaron larvas de sexto estadio (próximas a empupar); donde pudieron observarse los adultos que quedaron atrapados en la malla y donde también las pupas vivas al momento de muestrear se consideraron como adultos. Para mortalidad cuando esta ocurrió, su causa fue evidente, ya fuera por parasitoides (se encontraban pupas de los mismos), depredación u hongos. Queda la posibilidad de que algunas pupas depredadas, hayan sido consumidas totalmente.

En cada intervalo y como es anotado por Morris, R.F. (1957), quedó siempre una mortalidad residual que no pudo ser explicada y que se listó como "desconocida" y que pudo deberse a cualquiera de las fuentes consideradas o al escape de los insectos a otro lugar donde no pudieron ser observados.

Una vez obtenida la sobrevivencia y mortalidad para cada intervalo y las muertes producidas por cada fuente, se procedió a obtener la tasa de mortalidad (100 TX) producida por las mismas, dividiendo el número de muertes provocadas por cada una (M'X), entre la sobrevivencia del intervalo (SX) y multiplicando por 100.

Por último se obtuvo el poder de muerte, uno total para el intervalo y también uno individual para cada fuente, esto para tener una idea del peso de mortalidad que aportó cada intervalo y conocer la contribución de cada fuente al poder de muerte total de cada intervalo.

Estos valores se obtuvieron de la diferencia entre el logaritmo de la sobrevivencia en un intervalo y el logaritmo de la sobrevivencia en el siguiente ($\text{Log}S_x - \text{Log}S_{x+1}$). (Esto para el poder de muerte total)

Para aclarar el cálculo de los valores correspondientes a cada fuente, este se ilustrará con un ejemplo (observar Cuadro 3).

$PM_{Chelonus} = \log 784.98 - \log 749.12096$ (esta última cantidad es el resultado de la diferencia entre la sobrevivencia del intervalo menos las muertes producidas por Chelonus).

$PM_{Pristomerus} = \log 749.12096 - \log 743.1444$ (individuos vivos hasta ese momento menos los muertos por pristomerus). Así sucesivamente se hizo el cálculo para las demás fuentes.

4.2.1 Análisis Estadístico para las Tablas de Vida

El análisis estadístico realizado reveló que la mortalidad que se produjo en ambos sistemas no presentó diferencia en ninguno de los intervalos. Sin embargo, si se encontró diferencia significativa entre los factores de mortalidad considerados y la interacción sistema por fuente se presentó en algunos intervalos significativa y en otros altamente significativa. (Anexos 14, 16, 18 y 20)

Debido a ello se procedió a hacer contrastes ortogonales para conocer que fuentes en cada intervalo eran las que producían mortalidad diferencial entre los sistemas. Así considerando los diferentes intervalos se puede anotar lo siguiente.

4.2.1.1 Intervalo 1 (Huevos)

La mortalidad en este intervalo fue muy similar en ambos sistemas (Cuadros 3, 4 y 5). Al considerar el porcentaje de mortalidad se obtuvo una mortalidad ligeramente superior (no

significativa), en el policultivo, tanto para depredadores voladores como no voladores

Los contrastes realizados (Anexo 15) mostraron diferencia significativa únicamente para la mortalidad producida por infertilidad, siendo esta menor en el monocultivo. El factor clave en el monocultivo fue infertilidad, mientras en el policultivo fueron los depredadores no voladores. (Ver el poder de mortalidad en Cuadros 3 y 4).

4.2.1.2 Intervalo 2 (estadios 1-4)

En este intervalo tampoco se presentó diferencia entre el porcentaje de mortalidad en ambos sistemas.

La interacción sistema por fuente fue altamente significativa (Anexo 16) y al hacer los contrastes respectivos (Anexo 17 y Cuadro 5), se encontró diferencia altamente significativa únicamente entre el porcentaje de mortalidad producida por Chelonus insularis siendo este mayor en policultivo

Hubieron dos fuentes que sólo aparecieron en el monocultivo, siendo ellos el parasitoide Pristomerus spinator y nematodos. Para depredación, en el caso de voladores esta fue mayor en el monocultivo y para el caso de no voladores en el policultivo. La lluvia tuvo un efecto ligeramente mayor en el policultivo, mientras la mortalidad desconocida fue mayor en el monocultivo (Cuadros 3, 4 y 5). El factor clave en este intervalo fue la lluvia en ambos sistemas.

4.2.1.3 Intervalo 3 (estadios 4 y 5)

Siguiendo el mismo patrón de los intervalos anteriores, no se presentaron diferencias entre sistemas, para el porcentaje total de mortalidad, pero si hubieron diferencias para las fuentes de mortalidad y la interacción sistema por fuente fue altamente significativa (Anexo 18)

Al hacer los contrastes por fuente de mortalidad (Anexo 19), aparecieron diferencias altamente significativas entre los parasitoides Lespesia archippivora y Ophion flavidus, nematodos y mortalidad desconocida. Siendo mayor el efecto de fuentes 1 y 3 en el policultivo y de las fuentes 2 y 4 en el monocultivo.

La depredación producida por voladores fue menor en el monocultivo y por no voladores menor en el policultivo. Mortalidad por enfermedades fue baja en ambos sistemas, pero ligeramente mayor en policultivo (Cuadros 3, 4 y 5)

4.2.1.4 Intervalo 4 (pupa)

La sobrevivencia y mortalidad para este intervalo presentan valores muy cercanos, sin que se de diferencia entre sistemas de cultivo para el porcentaje de mortalidad total. Igual que en los casos anteriores es altamente significativa la interacción fuente de mortalidad por sistema y hay diferencia del mismo orden para fuentes (Anexo 20)

Las fuentes de mortalidad en el policultivo fueron el parasitoide Archytas marmoratus, depredación y causas desconocidas y en el monocultivo, además de estas, también participaron Ophion flavidus y hongos.

Los contrastes realizados (Anexo 21), mostraron diferencias, altamente significativas para Ophion y

significativas para depredación. La primera en favor del monocultivo y la segunda del policultivo.

Archytas marmoratus no mostró diferencias, pero fue mayor en el monocultivo, el micelio de un hongo no identificado se encontró cubriendo 2 pupas en el monocultivo y la mortalidad desconocida fue similar en ambos sistemas (Cuadros 3, 4 y 5).

4.2.1.5 Intervalo 5 (adultos)

En este intervalo sólo se obtuvo la sobrevivencia, asumiéndose que en un momento determinado todos los insectos mueren, por causas que no es fácil determinar, llegando a ser la tasa de mortalidad igual a 1.

4.3 Comparación de tablas de vida de época seca y lluviosa

Al hacer esta comparación se tiene que la sobrevivencia en la época seca fue mayor en el monocultivo que en el policultivo (1.97 y 0.78% respectivamente), mientras en la época lluviosa la sobrevivencia fue ligeramente mayor en el policultivo que en el monocultivo (6.55 y 4.69%).

Tomando como referencia el poder de muerte (Cuadros 1 y 2), se tiene que el intervalo clave en ambos sistemas para la primera época fue el intervalo 2, mientras en la segunda época fue el intervalo 4 (Cuadros 3 y 4).

En la época seca la razón de oviposición fue de 2:1 en favor del monocultivo, mientras en la época lluviosa fue de 2.92:1 siempre a favor del mismo sistema, esto a pesar de que en la primera época se hizo solamente en una parcela por sistema, de alguna forma nos indica que en ambas épocas el

Cuadro No. 5. Medias y error estándar para el porcentaje de mortalidad de las diferentes fuentes, por intervalo y ambos sistemas.

Intervalo	Fuente	Monocultivo	Policultivo	Significancia
Huevos	Infertilidad	9 946 ± 0 382	4 856 ± 0 250	I
	Depredación (volad.)	3 377 ± 0 929	4 947 ± 0 853	
	Depredación (no volad.)	8 178 ± 2 178	11 053 ± 3 496	
Larva 1	<u>Chelonus insularis</u>	4 568 ± 0 486	15 273 ± 1 317	II
	<u>Pristomerus spinator</u>	0 761 ± 0 081	-	
	Nematodos	2 277 ± 0 242	-	
	Depredación (volad.)	12 246 ± 2 565	7 925 ± 0 674	
	Depredación (no volad.)	13 968 ± 2 334	19 505 ± 2 022	
	Lluvia	16 748 ± 5 178	17 424 ± 5 41	
	Desconocido	10 337 ± 4 447	4 182 ± 1 353	
Larva 2	<u>Lespesia archippivora</u>	1 862 ± 0 174	6 995 ± 0 911	II
	<u>Ophion flavidus</u>	2 796 ± 0 263	-	
	Nematodos	2 888 ± 0 272	9 326 ± 0 272	
	Depredación (volad.)	0 868 ± 0 653	1 704 ± 0 747	
	Depredación (no volad.)	3 411 ± 0 484	3 157 ± 0 397	
	Enfermedades	0 699 ± 0 065	0 931 ± 0 123	
	Desconocido	15 435 ± 2 236	5 866 ± 0 742	
Pupa	<u>Archytas marmoratus</u>	33 322 ± 4 787	22 449 ± 3 75	II
	<u>Ophion flavidus</u>	11 281 ± 3 535	-	
	Depredación	6 508 ± 4 33	17 422 ± 3 145	
	Hongo	1 445 ± 1 25	-	
	Desconocido	26 193 ± 3 227	27 920 ± 2 393	

Datos sin transformar.

policultivo afecta la tasa de oviposición de las hembras con la consiguiente reducción del número de insectos que podrá causar daño.

En el Cuadro 6 se aprecia el porcentaje de mortalidad en ambas épocas, para los dos sistemas.

4.4 Preferencias y tasa de oviposición en el ensayo definitivo

Para medir preferencias y tasa de oviposición se hicieron 13 muestreos, encontrándose 54 masas de huevos, correspondiendo 41 al monocultivo y solamente 13 al policultivo. Esta diferencia fue altamente significativa $P < F = 0.0006$ (Anexo 25).

El promedio de huevos por masa fue de 121.39 y 131.07 para monocultivo y policultivo respectivamente. En cuanto a la posición de la hoja donde se encontraron las masas, solamente 1 en cada caso se encontró en el haz.

Todas las masas se ubicaron en el tercio basal de la hoja y generalmente en aquellas hojas que presentaban un color verde oscuro. El porcentaje de infertilidad fue de 8.67 y 4.04 para monocultivo y policultivo, similar a lo encontrado por Hernández, J., et al (1977), y Huis, A. (1981).

En el Anexo 11 se muestran las masas de huevos encontradas por sistema en cada fecha de muestreo para 100 plantas de maíz.

Cuadro No. 6. Comparación entre el porcentaje de mortalidad en la época seca y lluviosa, para ambos sistemas de cultivo (totales de cada intervalo)

Intervalo	Epoca seca		Epoca lluviosa	
	Monocultivo	Policultivo	Monocultivo	Policultivo
Huevos	34.48	56.87	21.5	20.85
Larva 1	81.63	90.55	60.91	64.31
Larva 2	45.43	61.34	27.96	27.98
Pupa	70.0	50.03	78.75	67.79

4.5 Tablas de vida hipotéticas

Con los datos del número de huevos encontrados en mono y policultivo y considerando la reducción que se dio en la sobrevivencia en las tablas de vida descritas anteriormente, se presenta una tabla de vida hipotética para cada uno de los sistemas. Se supone en este caso que los factores que hubieran afectado estos huevos naturales, son los mismos y que lo hubieran hecho en una magnitud igual o similar.

El propósito de lo anterior es visualizar el efecto combinado de oviposición y mortalidad en cuanto a ambos sistemas y poder distinguir entre la hipótesis propuestas por Root, R. (1973).

Estas tablas hipotéticas pueden observarse en los Cuadros 7 y 8 en ellas se nota que el número de insectos que llegarían a adultos en el monocultivo sería de 233.79, mientras en el policultivo sería de 111 645

4.6 Abundancia de Tijeretas y Hormigas en Ambos Sistemas

4.6.1 Tijeretas

Las tijeretas se muestrearon durante el día en las mismas plantas donde se realizó el muestreo para masas de huevos.

La fluctuación del número de tijeretas a través del periodo de muestreo, se incrementó ligeramente para ambos sistemas, con valores muy cercanos hasta los 40 dds (Fig. 1); a partir de ahí se nota una clara separación de los gráficos con valores mayores para el monocultivo.

Cuadro No. 7. Tabla de vida hipotética de las oviposiciones naturales de Spodoptera frugiperda en el monocultivo

X	SX	MX	FMX	M'X	100 TX	PM (K)
Huevos	4 977	1070.1545	Infertilidad Depredación Otras causas	1070 1545	21 50199	1051413
Larva 1	3906 8455	2379 606	Parasitismo Depredación Lluvia Otras causas	2379 606	60 90862	407919
Larva 2	1527 2395	427 0418	Parasitismo Depredación Otras causas	427 0418	27 96167	1424363
Pupa	1100 1977	866 40571	Depredación Parasitismo Otras causas	866 40571	78 75	672641
Adultos	233 79199	233 79199	Desconocido	233 79199	1	-

Cuadro No. 8. Tabla de vida hipotética de las oviposiciones naturales de Spodoptera frugiperda en el policultivo

X	SX	MX	FMX	M'X	100 TX	PM (K)
Huevos	1704	355 412	Infertilidad Depredación Otras causas	355 412	20 8575	1015903
Larva 1	1348 588	867 293	Parasitismo Depredación Lluvia Otras causas	867 412	64 311	4474681
Larva 2	481 2947	134 6709	Parasitismo Depredación Otras causas	134 6709	27 9809	1425527
Pupa	346 62371	234 97871	Depredación Parasitismo Otras causas	234 97871	67 7907	492019
Adultos	111 645	111 645	Desconocido	111 645	1	-

Al realizarse el análisis estadístico (Anexo 22), se presentó diferencia altamente significativa entre sistemas de cultivo y entre fechas y la interacción fecha por sistema fue significativa.

Las diferencias por sistema se presentaron para las fechas 9, 11 y 12 (Fig. 1).

4.6.2 Hormigas

Las poblaciones de hormigas en 7 muestreos fueron siempre mayores en el policultivo (Fig. 2). Los valores sumamente bajos en la segunda fecha, se debieron a un control de malezas, llevado a cabo el día anterior, lo que destruyó los nidos y provocó perturbación, que hizo que el número fuera escaso.

El análisis estadístico mostró diferencias entre sistemas $P < F = 0.0227$, mientras la interacción no fue significativa (Anexo 23).

La prueba de Duncan presentó medias de 21.6 y 12.7 para policultivo y monocultivo respectivamente, siendo significativamente diferentes (Anexo 24).

4.7 Parasitismo

De las 5 colecciones de larvas se obtuvieron los porcentajes de parasitismo, siendo los parasitoides encontrados con mayor frecuencia el braconido Chelonus insularis, el ichneumonido, Ophion flavidus y los tachinidos Archytas marmoratus y Lespesia archippivora; fue común también la mortalidad causada por un nematodo, probablemente Hexameris sp.

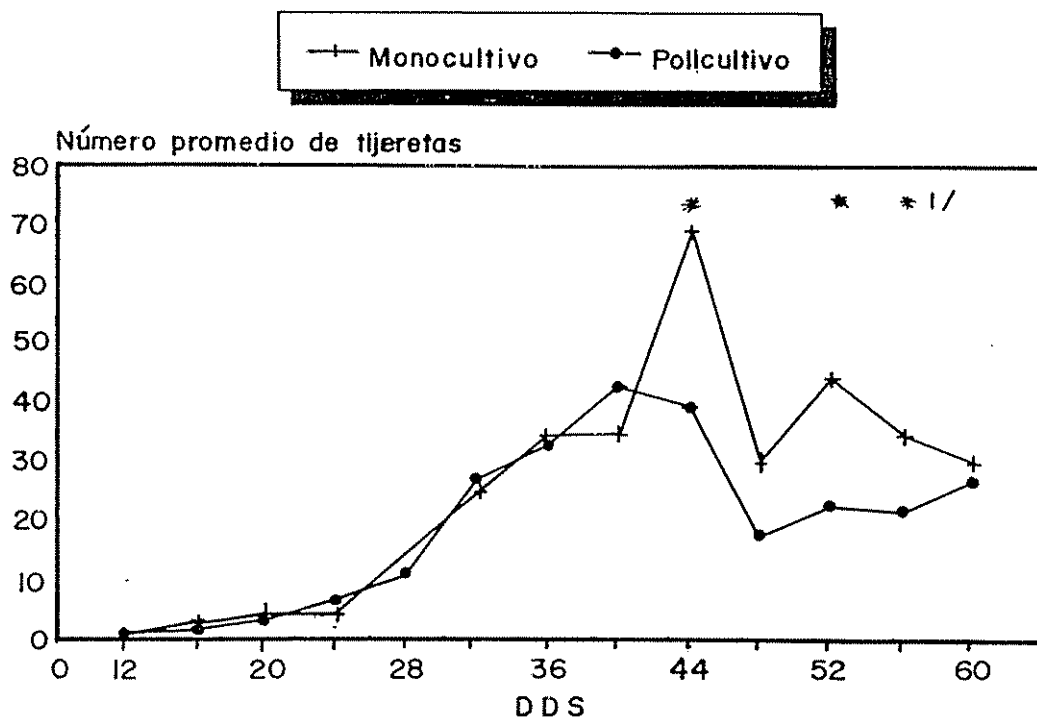


Fig 1: Número promedio de tijeretas por 100 plantas de maíz, en ambos sistemas.

1/ Las fechas de muestreo con asterisco (*) presentaron diferencia significativa entre sistemas

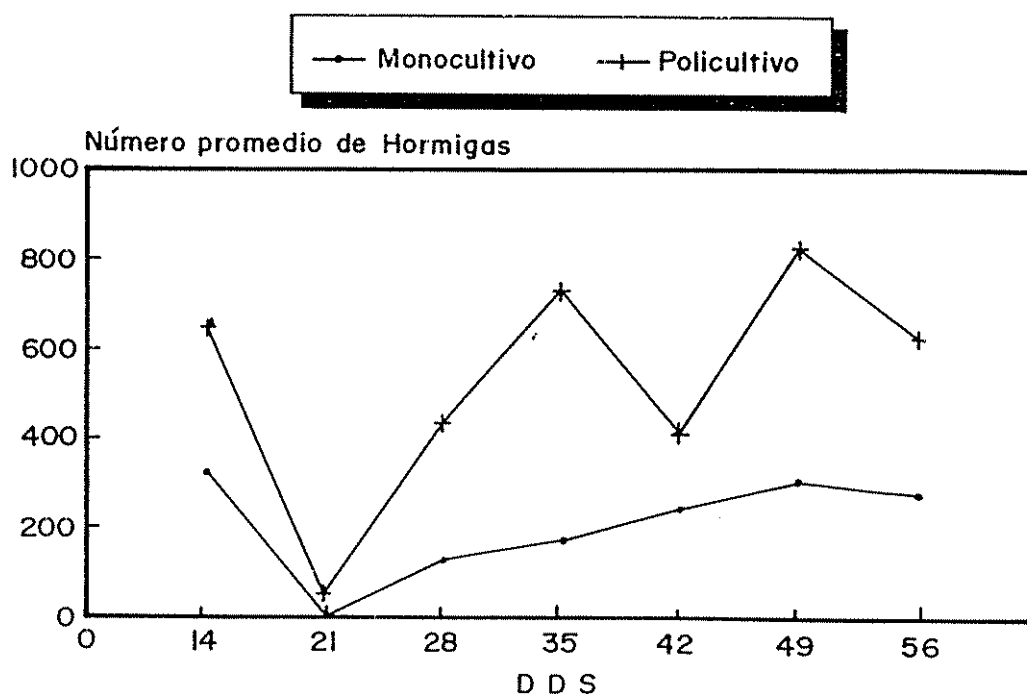


Fig 2: Número promedio de hormigas por 100m², en ambos sistemas de cultivo.

Parasitismo de Chelonus, estuvo presente en ambos sistemas (Fig. 3). El máximo porcentaje (50), se presentó en la tercera colección, aproximadamente a los 35 dds del maíz, mientras el porcentaje menor (7.5), se dio a los 28 dds.

La mortalidad producida por Ophion flavidus fue variable (Fig. 4). No apareció en ninguno de los dos sistemas a los 28 dds, mientras su pico lo alcanzó a los 21 dds en el monocultivo y en el policultivo a los 42 dds. En ambos sistemas mostró una tendencia similar.

Lespesia archippivora en dos oportunidades no produjo mortalidad (14 dds y 42 dds) en el policultivo, en monocultivo estuvo siempre presente y excepto a los 21 dds su porcentaje de parasitismo fue mayor en este sistema (Fig. 5).

Archytas marmoratus fue otro de los parasitoides que apareció en todas las colecciones (Fig. 6). El máximo porcentaje de parasitismo se presentó a los 21 dds para ambos sistemas (22.5 y 16.25 para policultivo y monocultivo respectivamente). En las demás fechas produjo un porcentaje similar de mortalidad.

Mortalidad por nematodos, se dio en ambos sistemas. El mayor porcentaje (22.5), en el monocultivo fue a los 21 dds, mientras en el policultivo fue a los 14 dds (16.25). Desde los 14 a los 28 dds los valores mayores correspondieron al monocultivo mientras a los 35 y 42 dds los valores son mayores para el policultivo (Fig. 7).

Los porcentajes totales de adultos y de mortalidad fueron muy similares en ambos sistemas (Fig. 8). Ninguno de estos enemigos naturales causa porcentajes de parasitismo significativamente diferentes en ambos sistemas (Anexos 26, 27, 28, 29 y 30).

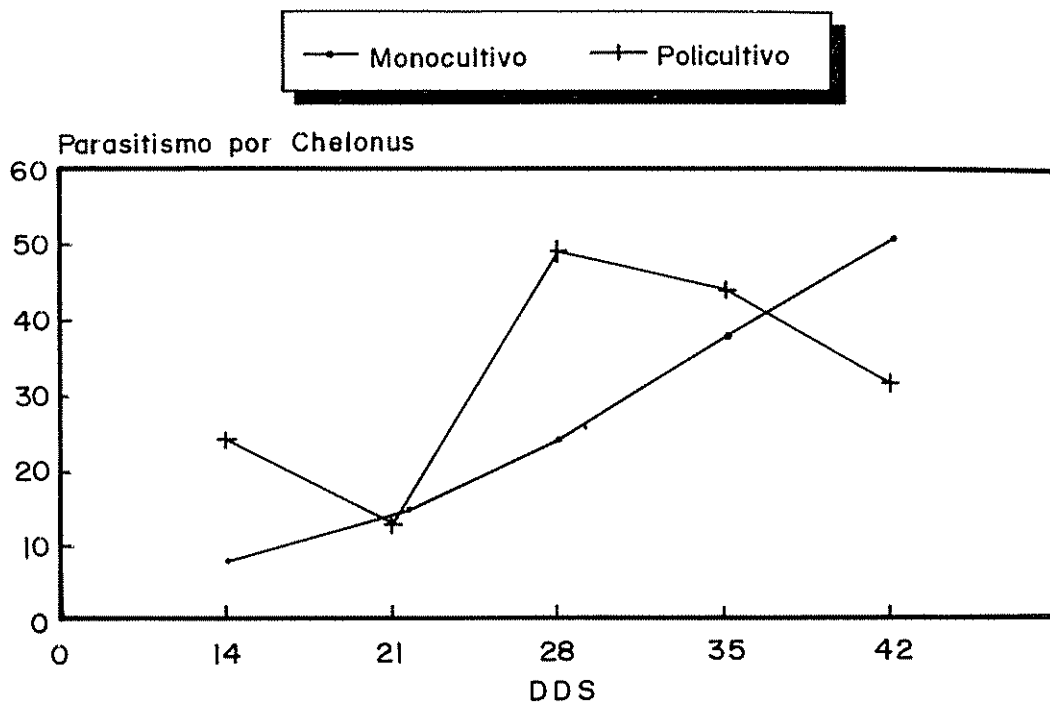


Fig 3: Porcentajes de parasitismo de *Chelonus insularis* durante el período de estudio

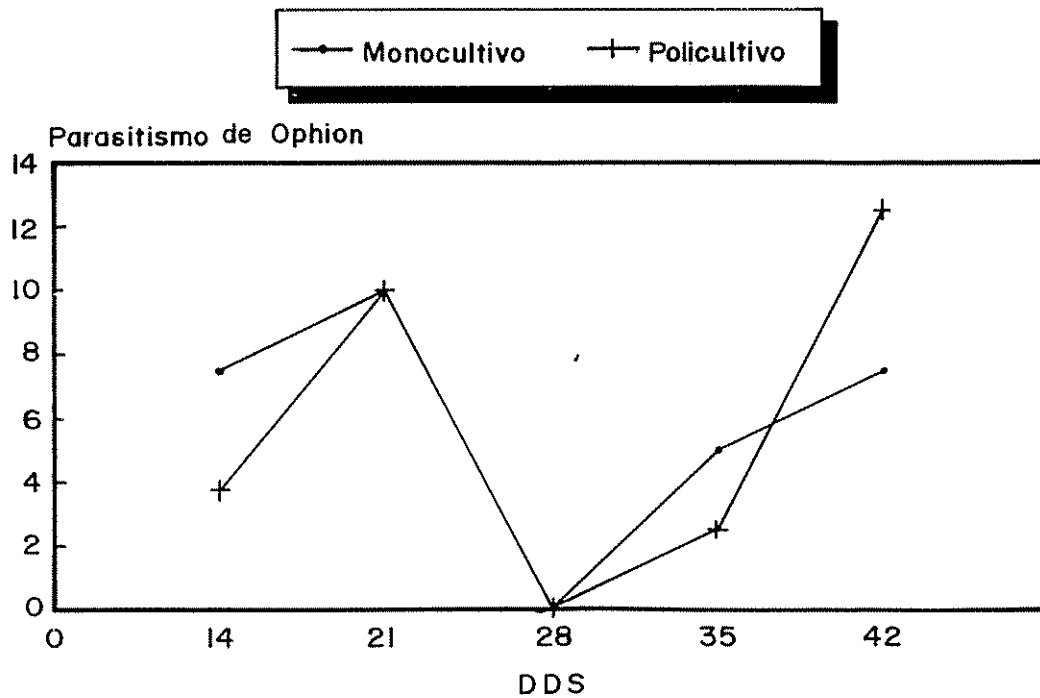


Fig 4: Porcentajes de parasitismo de *Ophion flavidus* durante el período de estudio

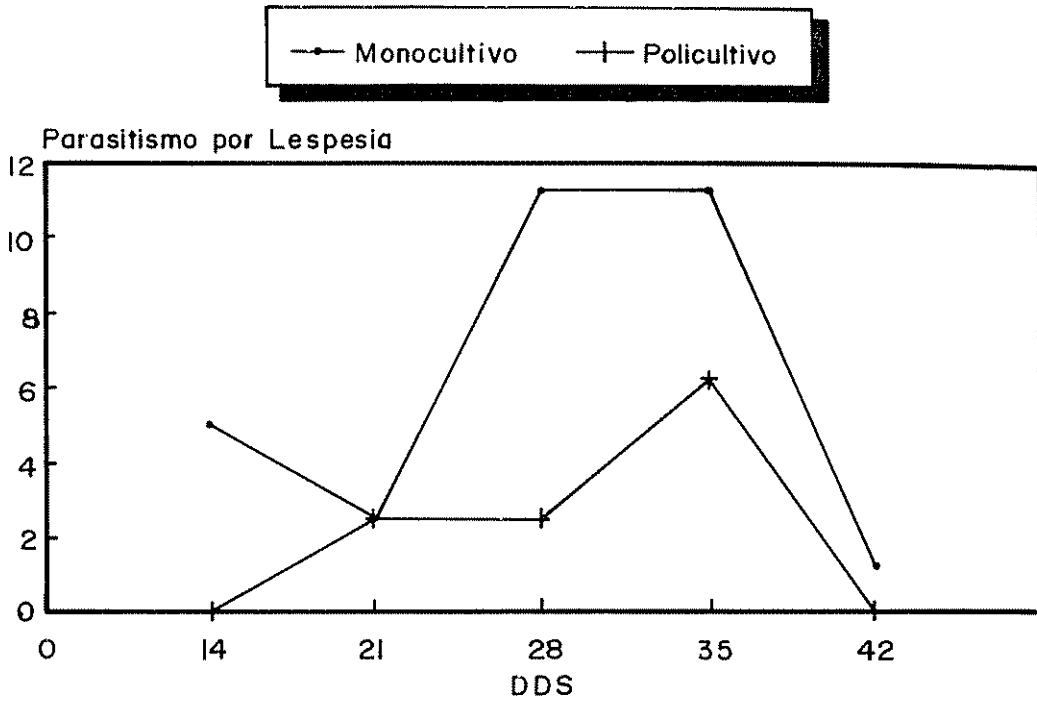


Fig 5: Porcentajes de parasitismo de *Lespesia archippivora* durante el período de estudio.

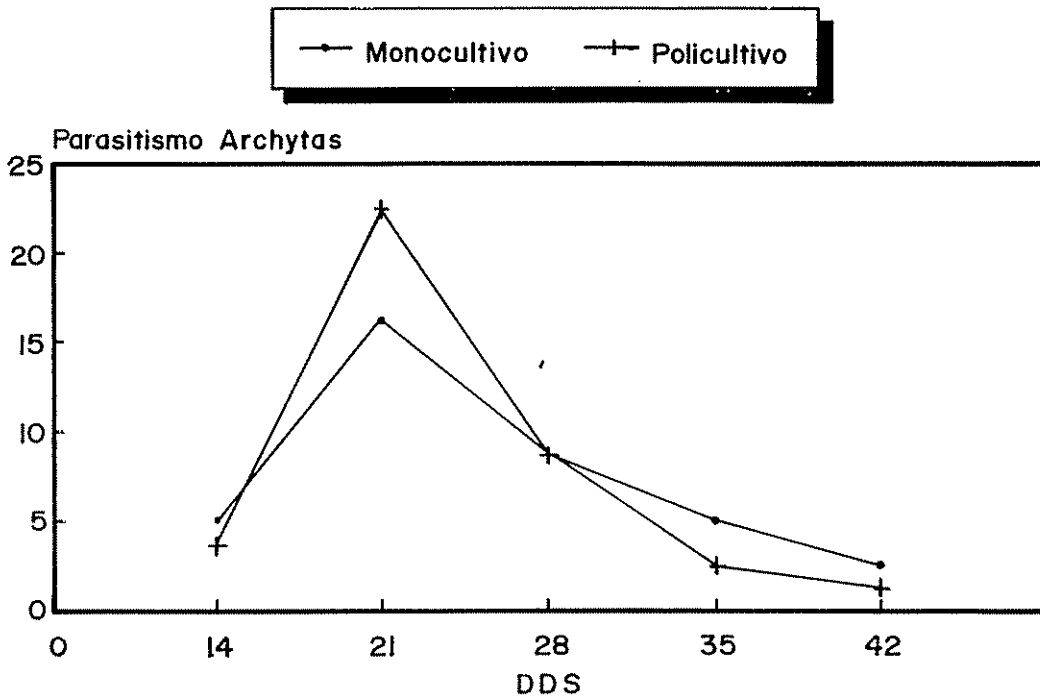


Fig 6: Porcentaje de parasitismo de *Archytas marmoratus* durante el período de estudio.

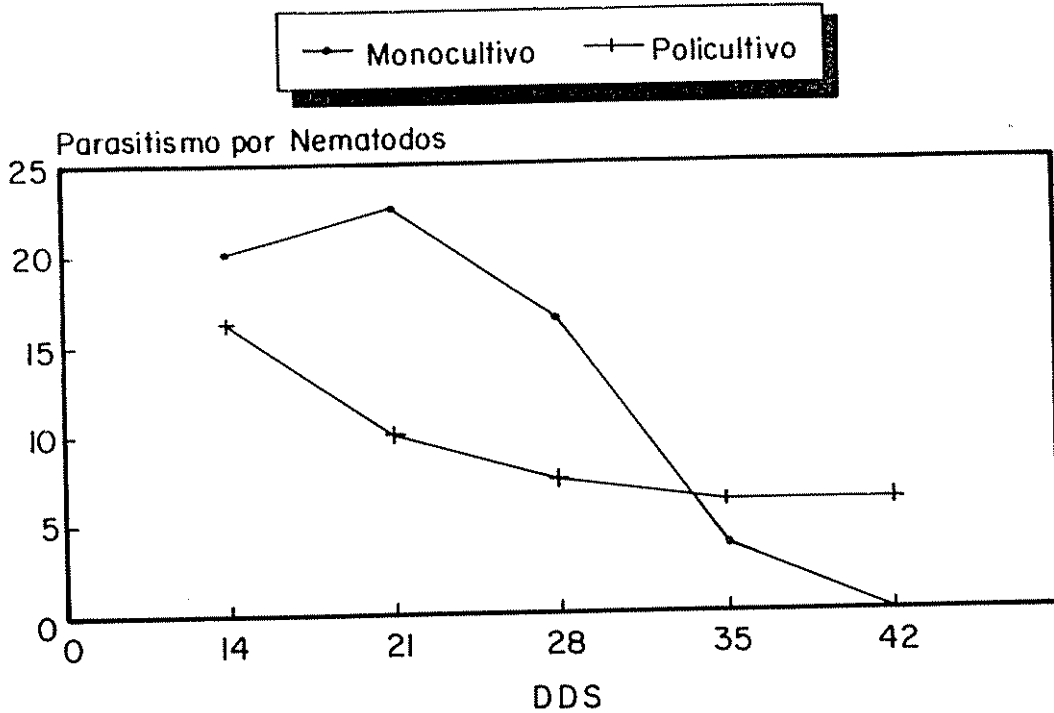


Fig 7 : Porcentajes de parasitismo de Nematodos durante el período de estudio.

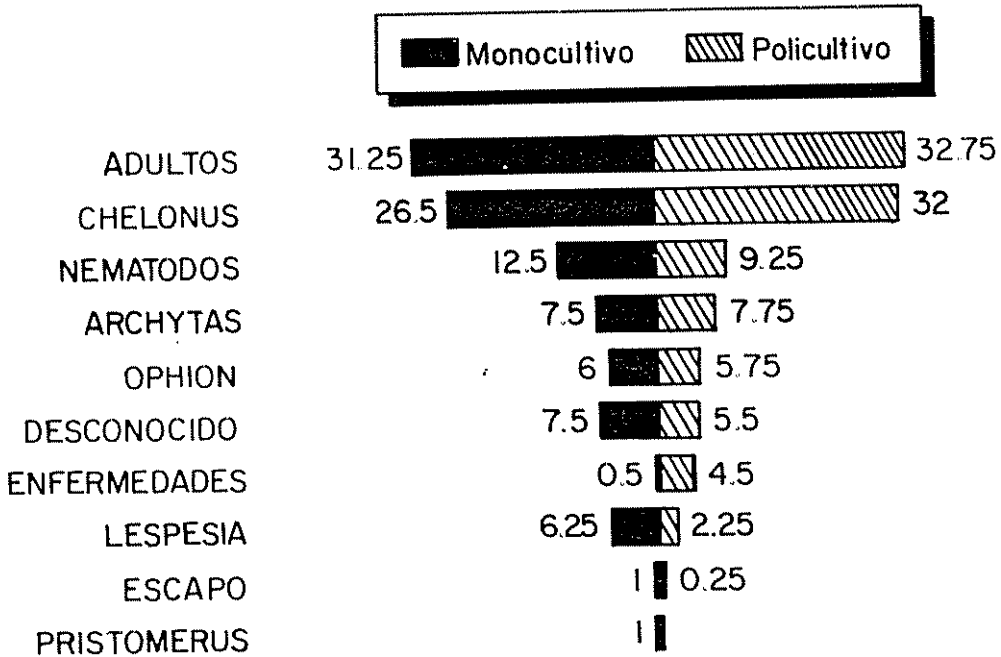


Fig 8 : Porcentajes de adultos y de mortalidad del total de larvas colectadas en el campo para medir parasitismo, en ambos sistemas.

5. DISCUSION

5.1 Discusión de resultados del trabajo preliminar

El mayor porcentaje de mortalidad en ambos sistemas correspondió al intervalo 2 (estadios 1-4), ello es concordante con lo apuntado por Hutchinson, G. (1981), quien anota que es una situación generalizada, que en la mayoría de animales se da una mortalidad juvenil alta. Esto probablemente se debe a que las larvas a esta altura no han alcanzado sitios seguros para su refugio y su capacidad para defenderse es reducida. Este hecho es relevante, ya que la muerte de gran cantidad de larvas en este periodo, conduce a una reducción considerable del número de individuos que pueden provocar daño al cultivo, ya que como lo apunta Sparks, A. (1979), las larvas en sus primeros tres estadios consumen apenas el 2% del alimento total requerido para completar el estado de larva, siendo realmente la cantidad de larvas grandes, las que determinan el daño al cultivo (Martin citado por Hellpap, C. 1985)

Para el caso de enemigos naturales a pesar de que no se hicieron medidas de su presencia, pudo observarse una mayor abundancia en el policultivo, lo que está de acuerdo con lo propuesto por Root, R. (1973), de que en habitats diversos, estos enemigos se presentan en mayor número, respondiendo a situaciones ventajosas que les proporcionan estos sistemas.

Más insectos alcanzaron el estado adulto en el monocultivo (19.7) que en el policultivo (7.87), debido básicamente a la mayor mortalidad de huevos en el policultivo (56.8%) contra 34.4% en el monocultivo, que hizo que las fuentes de mortalidad en estados subsecuentes actuaron sobre menos individuos, sin que ellas dependieran de la densidad.

Las masas de huevos se encontraron en mayor número en el monocultivo (12 contra 6), lo que también apoya la segunda

hipótesis propuesta por Root, R (1973), sobre la concentración de los recursos, en la cual se plantea que los insectos encontrarán más fácilmente aquellas plantas que crecen en grupos solos y densos

La presencia casual de Doru taeniatum uno de los depredadores generalistas de masas de huevos y larvas pequeñas de cogollero, concuerda con lo apuntado por Jones, citado por Lastres, L. et al (1989b), de que el mismo, desde diciembre a mayo permanece en estado de quiescencia.

5.2 Comparación de ambas tablas de vida (ensayo definitivo)

5.2.1 Intervalo 1 (Huevos)

Los Cuadros 3 y 4 muestran estas tablas, donde se observa que para este intervalo la mortalidad provocada por depredadores voladores y no voladores, fue ligeramente mayor en el policultivo, este hecho sigue apoyando la hipótesis de los enemigos naturales Root, R (1973), la que propone como ya se mencionó una mayor abundancia, sobre todo de depredadores generalistas en habitats diversos, lo que se traduce en una mayor actividad y mortalidad provocada por los mismos.

Infertilidad que fue lá fuente que presentó diferencia estadística significativa, fue menor en el policultivo a un efecto microclimático del policultivo, que propició un ambiente adecuado para el desarrollo de los huevos. Sobre este particular Varley, G.C. y Gradwell, G.R. (1970) apuntan que al haber mayor densidad de adultos (como ocurrió en el monocultivo), estos reducen su fecundidad o su fertilidad

El porcentaje de mortalidad para este intervalo en ambos sistemas es el más bajo de todos, proponiéndose como posibles

explicaciones las siguientes: las fuentes de mortalidad que operaron en él, fueron menos que en otros intervalos y también debido a la posición donde son colocados en la hoja, el impacto de esas fuentes se ve reducida, además de que por alto que sea el número de muertes producidas, la sobrevivencia para el siguiente intervalo, será también alta debido al gran número de huevos ovipositados.

Un factor interesante a considerar es la introducción de parásitos ovívoros, como Telenomus remus que puedan incrementar la mortalidad en este estado, permitiendo con ello que los niveles de daño económico se alcancen más difícilmente y pueda prescindirse en lo posible del uso de plaguicidas.

5.2.2 Intervalo 2 (Estadios 1-4)

Una fuente importante de mortalidad en este intervalo fue el parasitoide ovi-larvívoro Chelonus insularis que contrario a lo encontrado por Huis, A. (1981) en Nicaragua, este causó mayor mortalidad en el policultivo durante ese periodo de tiempo, habiéndose también observado algo similar en las colecciones posteriores de larvas de cogollero.

Los nematodos y Pristomerus spinator produjeron mortalidad solamente en el monocultivo; los nematodos probablemente encontraron mejores condiciones de humedad, y el parasitoide mencionado quizás se haya presentado casualmente en ese sistema, ya que su porcentaje de aparición a lo largo del estudio fue bajísimo.

La mayor depredación por depredadores voladores en el monocultivo, probablemente se explique por la presencia de más avispas del género Polybia, las cuales se encontraron más consistentemente en este sistema.

La mayor mortalidad atribuida a depredadores no voladores en el policultivo, probablemente se haya debido principalmente al mayor número de hormigas que estuvieron siempre presentes en este sistema, estos insectos son reportados como depredadores voraces de larvas pequeñas, sobre todo aquellas que caen al suelo (Lastres, L et al 1989a)

El efecto de la lluvia en este intervalo fue similar y aunque esta fuente, puede en ocasiones ser un importante factor de mortalidad de larvas pequeñas, hay que recordar que su acción no es dependiente de la densidad y que por lo tanto no será capaz de regular la población de este insecto.

Este intervalo ocupa el segundo lugar en porcentaje de mortalidad, lo cual es un hecho importante ya que acá ocurre alta cantidad de muertes de larvas, que si crecieran consumirían gran cantidad de alimento. Por lo tanto considerando que la reducción de la población en este intervalo, contribuye grandemente a la disminución del daño, en la misma estación de cultivo, podría desde ese punto de vista ser considerado como un intervalo clave.

5.2.3 Intervalo 3 (estadios 4 y 5)

El porcentaje total de mortalidad en este intervalo es prácticamente igual en ambos sistemas (Cuadros 3, 4 y 5) y ocupa el tercer lugar con referencia a los otros intervalos. La mortalidad es relativamente baja, ya que para esta época las larvas han alcanzado un refugio seguro y además son capaces de defenderse de algunos enemigos (Lastres, L. et al 1989a). Cuatro fuentes causaron mortalidad diferencial: Lespesia, que diferente a lo que reporta Huis, A. (1981), fue más común en el policultivo, probablemente atraída por la diversidad, igual sucedió con nematodos los que probablemente

fueron más abundantes en el policultivo, debido a condiciones más favorables de humedad en el policultivo en esa época.

Ophion flavidus y mortalidad desconocida fueron mayores en el monocultivo y compensaron la mayor mortalidad de los factores anteriores en el policultivo, equilibrando la mortalidad en ambos sistemas

5.2.4 Intervalo 4 (Pupa)

El porcentaje de mortalidad en este intervalo es similar para ambos sistemas, encontrándose el parasitoide Archytas marmoratus causando mayor mortalidad en el monocultivo, lo que no es acorde con lo apuntado por Huis, A. (1981) y Bhatnagar, U.S. y Davies, J. (1981), de que algunos tachinidos son más abundantes en el policultivo maíz-frijol. Sin embargo, puede considerarse el factor de mortalidad más importante en ambos sistemas.

Ophion flavidus causó mortalidad diferencial a favor del monocultivo, lo que es similar a lo encontrado por Letourneau, D. (1986), quien menciona que los ichneumonidos son atraídos por el maíz. Esto probablemente se explique porque este y otros parasitoides, responden a la concentración de plantas donde se encuentra su hospedero, más que a la diversidad (Sheehan, W. 1986).

La mayor depredación en el monocultivo es muy probable que sea debida al depredador Calosoma sayi, ya que en la mayoría de parcelas donde se observaron signos de depredación, este insecto estuvo presente en los muestreos de suelo. Este carábido ha sido reportado como depredador de pupas de cogollero por Orrey, P. (1985).

En el monocultivo dos pupas se encontraron cubiertas del micelio de un hongo, que no fue identificado; este hecho es

importante ya que podría considerarse el uso de algunos hongos, para el control de pupas de cogollero

El mayor porcentaje de mortalidad para ambos sistemas se presentó durante este intervalo. De acuerdo a los conceptos clásicos de tablas de vida, este sería considerado el intervalo clave, pero como se apuntó ya, quizás esto sea discutible, ya que sería más correcto, para el caso de plagas agrícolas, considerar como intervalo clave, aquel que causa la mayor mortalidad antes que el insecto provoque daño al cultivo.

Desde otro punto de vista, o sea considerando la reducción que se provoca en la siguiente generación, el concepto clásico puede prevalecer, sobre todo en aquellos lugares donde las siembras no se dan uniformemente y la alta mortalidad de pupas redundará en menor cantidad de larvas, en aquellas parcelas sembradas tardíamente.

5.3 Comparación de tablas de vida de época seca y lluviosa.

Quizás el hecho más importante es que para ambas épocas los dos intervalos claves, son los mismos (larva periodo I y pupa), aunque en distinto orden, pudiéndose dar más atención al estudio de los mismos y ver como pueden influenciarse las variables independientes que en ellos actúan, para un adecuado manejo de la plaga de acuerdo a la época

La mortalidad total fue de 98.03 y 99.22%, en la época seca, para mono y policultivo respectivamente y de 93.45 y 95.31% en la época lluviosa. La mayor mortalidad en ambos sistemas para la época seca, es probablemente debido a condiciones adversas durante ese tiempo (altas temperaturas, baja humedad etc.) que provocó que la sobrevivencia fuera más baja que en época lluviosa.

5.4 Discusión sobre preferencias y tasas de oviposición en el ensayo definitivo

Huis, A. (1981), en Nicaragua encontró que el asocio de maíz con frijol disminuyó el número de masas; esto se confirmó en el presente trabajo, encontrándose diferencia significativa. Este hecho apoya la hipótesis de la concentración de recursos Root, R. (1973), de que los adultos prefieren colonizar los cultivos, cuando estos están solos y no asociados con otras plantas.

El hecho de que las masas se encontraron prácticamente todas en la parte inferior de las hojas, apoya lo observado por Waddill, V (1977); Sparks, A.N (1979), Huis, A. (1981), Pitre, H. et al (1983). Las observaciones de mayor fertilidad en el policultivo concuerda con lo encontrado por Hernández, J. et al (1977).

McGuinness, H. (1987), en forma similar encontró menor oviposición de Epilachna varivestis, en el policultivo frijol-tomate. Resultado igual se presentó en el caso de oviposiciones de Diaphania hyalinata, en el tricultivo maíz-frijol-calabaza, siendo atribuido este hecho al efecto de la concentración de los recursos (Letourneau, D. 1986).

Los datos proporcionados por el muestreo de masas a través de muchos ciclos, asociados con la mortalidad en los mismos, puede servirnos para predecir la cantidad de larvas que ocurrirá en los cultivos y conocer en que casos puede ser alcanzado el nivel de daño económico, esto siempre y cuando el aspecto de inmigración sea también manejado.

5.5 Discusión sobre las tablas de vida hipotéticas

Como se mencionó en los resultados, el objetivo de comparar estas tablas de vida hipotéticas, con las tablas de vida obtenidas, es conocer el efecto combinado de las hipótesis mencionadas.

Al hacer la comparación entre la razón de oviposición natural en ambos sistemas versus la razón de sobrevivencia en las tablas de vida se tiene lo siguiente: (Ver cuadros 3,4,7 y 8).

$\frac{4977}{1704} = 2.92$: 1. Razón de oviposición del mono con respecto al policultivo.

$\frac{65.5}{46.97} = 1.39$: 1 Razón de sobrevivencia del policultivo con respecto al monocultivo.

Como puede verse, a pesar de una mayor sobrevivencia en el policultivo, la mayor cantidad de huevos ovipositados en el monocultivo provocan que la cantidad de adultos por unidad de área, sea mucho mayor en este sistema (cuadro 7 y 8). Paralelo a ello y quizás lo más importante es que, si es mayor el número de huevos depositados en el monocultivo, será mayor la cantidad de larvas y el daño provocado por ellas en una estación.

Son pocos los trabajos que han probado rigurosamente estas dos hipótesis, en la misma interacción planta herbívoro. Trabajos de este tipo son de extrema importancia, tanto para soluciones de control biológico como para manejo de plagas, así como para la teoría ecológica (Bach, C.E. 1980).

Algunas pruebas de estas hipótesis han sido realizadas por Risch, S.J. (1981), quien encontró como explicación para

menor número de chrysomelidos en el policultivo, la hipótesis de la concentración de los recursos

Risch, S.J. (1987), evaluando el parasitismo de Trichogramma minutum en huevos de Ostrinia nubilalis, encontró que contrario a lo expuesto por la hipótesis de los enemigos naturales, este fue 1.9 veces mayor en el monocultivo de maíz, que en los policultivos maíz-frijol-calabaza y maíz-trébol. El sugiere como explicación el hecho de que la presencia de plantas de otras especies, aumentan la superficie foliar total, manteniéndose el nivel del insecto hospedero igual y dificultando de esa forma su encuentro por el parasitoide. Es probable que el mismo caso se de para algunos parasitoides de Spodoptera.

En cuanto a esta hipótesis de los enemigos naturales, como lo apunta Sheehan, W. (1986), es probable que hasta ahora las suposiciones hechas, sean muy simples y sean mucho más aplicables al caso de enemigos generalistas, ya que los especialistas pueden a veces ser más efectivos que los generalistas en el control de poblaciones de herbívoros, así como los herbívoros monófagos lo son en la explotación de plantas hospederas (Root, R. 1973).

Si los enemigos especialistas responden en forma diferente que los generalistas, a la textura de la vegetación, entonces así como sucede entre herbívoros monófagos y polífagos, los énemigos especialistas sobre todo parasitoides, pueden ser más abundantes en sistemas simples, que en sistemas diversos.

Como anota Risch, S.J. (1981), debe considerarse no sólo la concentración de recursos de la víctima, sino también la concentración de la planta hospedera que soporta la víctima y que igualmente puede influenciar el comportamiento.

Otros casos sobre prueba de hipótesis son: el encuentro hecho de que Diaphania hyalinata fue más abundante en el

monocultivo de calabaza comparado con el policultivo maíz-frijol-calabaza, aportando apoyo a la hipótesis de concentración de los recursos (Letourneau, D. (1986)

Letourneau, D.K. y Altieri, M.A. (1986), encontraron que el depredador Orius tristicolor colonizó preferentemente el policultivo maíz-frijol-calabaza, comparado con el monocultivo de calabaza, aportando apoyo a la hipótesis de los enemigos naturales y proponiendo como explicación el hecho de que el policultivo fue más atractivo

Ambas hipótesis pueden en determinado momento ser igualmente importantes en determinados sistemas como lo corrobora el trabajo de McGuinness, H. (1987), quien encontró que tanto la oviposición como la mortalidad de Epilachna varivestis fueron afectadas por el policultivo frijol-tomate. La oviposición fue mayor en el monocultivo (concentración de los recursos) y la mortalidad fue mayor en el policultivo (enemigos naturales).

Para el presente estudio de cogollero puede concluirse de acuerdo a los resultados, que se presentó una ventaja clara de la hipótesis de concentración de recursos sobre la de los enemigos naturales, como lo corrobora el hecho de mayor oviposición en el monocultivo y no existencia de diferencia en la acción de los enemigos naturales.

Haciendo un análisis similar al de Bach, C.E. (1980), podemos decir que en el policultivo, el primer componente de la hipótesis de concentración de los recursos (localización del habitat), jugó un papel importante de desventaja para las hembras de cogollero, ya que para ellas fue más difícil encontrar plantas de maíz en este sistema y ovipositar en ellas. Ello pudo deberse a una confusión visual o química producida por el frijol que es demostrado por la menor cantidad de oviposiciones en este sistema.

El segundo componente (baja fecundidad), no mostró ser importante en el asocio, ya que el número promedio de huevos por masa, fue similar en ambos sistemas, además de ello el porcentaje de infertilidad fue más bajo en el policultivo.

El tercer componente (tiempo de permanencia), probablemente también influyó, ya que las hembras de cogollero al encontrar menos concentración de recursos de la planta hospedera en el policultivo, probablemente prefirieron emigrar al monocultivo.

Como propone Russell, E. (1989), no debemos ver ambas hipótesis como algo antagónico, sino más bien como mecanismos complementarios, que hacen una de ellas, disminuir las poblaciones de la plaga a través del menor número de huevos depositados, influencia sobre comportamiento reproductivo o tiempo de permanencia en los policultivos, a lo que se suma la mortalidad causada por enemigos naturales.

En el presente caso, por ejemplo probablemente lo más importante en reducir la población de cogollero en el policultivo, sea el efecto que este tiene sobre las hembras en la localización de su planta hospedera; sin embargo también es importante el hecho de que la mortalidad producida por enemigos naturales permanezca igual que en el monocultivo.

Las hipótesis de Root, R. (1973), son de gran valor para la explicación de muchos fenómenos relacionados con la interacción herbívoros, hospederos de éstos y sus enemigos naturales, pero como apuntan Andow, A. y Risch, S.J. (1985), hacer generalizaciones sobre las mismas quizás no sea lo más aconsejable y lo ideal es probar en los diferentes sistemas y con sus diferentes insectos asociados, para no correr el riesgo de hacer generalizaciones erróneas.

5.6 Discusión sobre abundancia de enemigos naturales

Las tijeretas contrario a lo propuesto por la hipótesis de los enemigos naturales, fueron más abundantes en el monocultivo. Su mayor abundancia se dio en un periodo de tiempo, donde el maíz en policultivo presentaba un aspecto de marchitez temporal durante el día, debido a ausencia prolongada de lluvia; probablemente este hecho provocó la diferencia, ya que estos insectos encontraron un mejor ambiente en el monocultivo.

Otra posibilidad es que la existencia de frijol provocó efectos sobre el microclima y calidad de la planta hospedera, lo que hizo que el tiempo de permanencia, fuera menor en el policultivo.

Esto no concuerda con lo encontrado por Huis, A. (1981), en Nicaragua en el policultivo maíz-frijol, ni con lo reportado por Letourneau, D. (1986), quien encontró que estos insectos fueron más abundantes en el tricultivo maíz-frijol-calabaza, que en el monocultivo de calabaza, pero ella atribuyó esas diferencias a la presencia del maíz más que a presencia de presas alternas en el policultivo, ya que las axilas del maíz son sitios preferidos para la oviposición de este insecto. Algo similar pudo darse en este caso, donde el crecimiento vigoroso del maíz en el monocultivo proveía un sitio más atractivo para la oviposición.

Los otros enemigos naturales evaluados fueron las hormigas, los que en todos los muestreos fueron más abundantes en el policultivo, apoyando con esto la hipótesis de los enemigos naturales.

Esto pudo deberse como lo apuntan Gavarra y Raros citados por Bhatnagar, U.S. y Davies, J.C. (1982), a la existencia de una mayor microfauna en el suelo de los policultivos, lo que hizo que siempre estos enemigos encontraran alimento.

Otra probable razón es que la existencia de frijol proveyó una mayor protección, ya que ellas realizan su actividad sobre todo en el suelo. Además de ello probablemente las plantas de frijol, poseen en cierta época de su desarrollo algunos olores que las atraen, ya que se observó comúnmente grupos de hormigas en la base de las plantas de frijol.

Es importante el hecho de mayor presencia de hormigas en el policultivo, ya que estas pueden ser una fuente importante de mortalidad, de larvas de cogollero como lo menciona Lastres, L. et al (1989a) y como lo sugiere Perfecto, I. (1989). Observaciones del autor corroboran este hecho.

5.7 Discusión sobre niveles de parasitismo en ambos sistemas

Los parasitoides no mostraron un comportamiento definido a través del ciclo de muestreo. Excepto Lespesia archippivora que siempre fue mayor o igual en el monocultivo, los demás parasitoides mostraron comportamiento variable, sin haber evidencias claras que el sistema de cultivo, pudiera afectar el mismo. Más bien y debido a que talvez no habian más hospederos alternos disponibles en los sistemas, se comportaron en este caso como especialistas y más que todo respondieron a la atracción, que ejerció la planta hospedera de su víctima y a la concentración de esta como sugiere Sheehan, W. (1986).

El parasitismo de Chelonus es muy importante, ya que causa la muerte a la larva en su cuarto estadio, antes que realice su principal daño; mientras los demás parasitoides y los nematodos causan la muerte en el sexto estadio o en pupa y lo único que hacen es reducir la siguiente generación (Huis, A. 1981).

6. CONCLUSIONES

1. La colonización de hembras de Spodoptera frugiperda fue mayor en el monocultivo, como lo demuestra el hecho de que en este sistema se encontraron más masas de huevos.

2. Debido a la mayor proporción de huevos depositados en el monocultivo, las densidades naturales de cogollero serán mayores en este sistema.

3. La mortalidad de los insectos, una vez establecidos en el cultivo, es similar en ambos sistemas, tal como lo demuestran las tablas de vida.

4. Las tablas de vida mostraron que en el presente trabajo, los intervalos claves de mortalidad en el ciclo de vida de Spodoptera frugiperda fueron larva periodo 1 (estadios 1-4) y pupa.

5. Para los depredadores evaluados, la actividad de las tixeretas fue mayor en el monocultivo, mientras las hormigas fueron siempre más abundantes en el policultivo.

6. La acción de los parasitoides no mostró diferencias entre ambos sistemas, tal como lo demuestran los porcentajes de parasitismo de los mismos.

7. En base a estos hechos y para el presente trabajo se acepta como válida la hipótesis de la concentración de los recursos.

8. Los policultivos son una alternativa prometedora para ser usados en un programa de manejo integrado de plagas y los mismos pueden ayudar a reducir el uso de plaguicidas.

7. RECOMENDACIONES

1. Seguir experimentando con este y otros policultivos, para conocer la influencia que los mismos tienen sobre las plagas.

2. Desarrollar tablas de vida continuas, tanto para este, como para otros insectos y en diferentes zonas del país, para determinar los factores claves.

3. Desarrollar o refinar metodologías para medir la mortalidad provocada por diferentes fuentes.

4. Hacer comparaciones entre fuentes de mortalidad que operan en ambas épocas.

5. Siembra del frijol a diferentes densidades para ver como afecta ese factor las poblaciones de Spodoptera.

6. Introducción de parasitoides ovívoros para incrementar la mortalidad del cogollero.

7. Tratar de incrementar la acción de agentes de mortalidad, en épocas tempranas del cultivo, para evitar el daño en fases críticas y no pensar tanto en la reducción de la siguiente generación.

8. Determinar además de la influencia del frijol sobre plagas de maíz, la del maíz sobre plagas de frijol.

8. BIBLIOGRAFIA

- ALTIERI, M A , DOLL, J; SCHOONHOVEN, A 1977 Interacciones entre insectos y malezas en mono y policultivos de maiz y frijol. Revista Comalfi (Col.). 4(4):171-208.
- _____; LETOURNEAU, D. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems Crop Protection (G.B.). 1:405-430.
- ANDOW, D.A.; RISCH, S.J. 1985. Predation in diversified agroecosystems: Relations between a coccinellid predator Coleomegilla maculata and its food Journal of Applied Ecology (G.B.). 22:357-372.
- _____; RISCH, S.J. 1987. Parasitism in diversified agroecosystems: Phenology of Trichogramma minutum (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Entomophaga (Francia). 32(3):255-260.
- ALVARADO, B.; CARRILLO, H. 1981. Estudio de la dinámica de poblaciones de las chicharritas Dalbulus maidis (Del. & W.) y gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en el cultivo de maiz en Quintana Roo. Folia Entomológica Mexicana (Méx.). 40:24-25.
- ALVAREZ, J , SANCHEZ, G. 1982. Spodoptera frugiperda J.E. Smith: Oviposición sobre maiz y sorgo. In Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. (9, 1982, Cali, Col.) Resúmenes. Cali, Col. p. 59
- ANDREWS, K. 1980. The whorlworm, Spodoptera frugiperda in Central America and neighboring areas. Florida Entomologist (EE.UU.). 63(4):406-467.
- ASHLEY, J.R. 1979. Classification and distribution of fall army worm parasites. Florida Entomologist (EE.UU.). 62(2):114-123.

- BACH, C E. 1980. Effects of plant density and diversity on the population dynamics of a specialist herbivore, the striped cucumbers beetle, Acalymma vittata (Fab.). Ecology (EE UU.) 61(6):1515-1530
- BANEGAS, J.A. 1983. Determinación del ingreso bruto y del uso equivalente de la tierra en un sistema de cultivo maíz-frijol. Tesis Ing. Agr. La Ceiba, Hond. UNAH-CURLA. 42 p.
- BHATNAGAR, V S.; DAVIES, J.C. 1981. Pest management in intercropping subsistence farming. In International Workshop on Intercropping (1979, Hyderabad, India). Proceedings Badra Pradesh, India. ICRISAT. p 249-257
- BEAVER, R.A. 1966. The development and expression of population tables for the bark beetle Scolytus scolytus (F.). Journal Animal of Ecology (G.B.) 35:27-41.
- BERRYMAN, A.A. 1968. Development of sampling techniques and life tables for the fir engraver Scolytus ventralis (Coleoptera: Scolytidae). Canadian Entomologist (Can.). 100:1138-1147.
- BLAHUTIAK, A. 1970a. Cria de Laphygma frugiperda (Smith y Abbot) en el laboratorio La Habana, Instituto de Biología, Academia de Ciencias de Cuba. 14 p. (Serie poeyana no. 76).
- _____ 1970b. Influencia de la temperatura en el desarrollo de Laphygma frugiperda (Smith y Abbot). La Habana. Instituto de Biología, Academia de Ciencias de Cuba. 14 p. (Serie poeyana no. 77).
- _____ 1970c. Influencia de las plantas hospederas en la evolución de las orugas de Laphygma frugiperda (Smith y Abbot). La Habana. Instituto de Biología, Academia de Ciencias de Cuba. 7 p. (Serie poeyana no. 78).
- BOWLING, C. 1967. Rearing of two lepidopterous pests of the rice on a common artificial diet. Annals of the Entomological Society of America (EE UU.) 60(6):1215-1216.

- CABALLERO, R.; ANDREWS, K.L.; MITCHELL, E.R. 1989. Dinámica poblacional de adultos de cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en Honduras. San Pedro Sula, Honduras. 7 p. (Presentado en: Reunión del PCCMCA (35, 1989, Honduras)
- CAMPOS, J. 1965. Investigaciones sobre el control biológico del cogollero del maíz Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) y otros noctuideos. Revista Peruana de Entomología (Perú) 8(1):126-130
- CARRILLO, H. 1980. Determinación del parasitismo natural en larvas de cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en Quintana Roo. Folia Entomológica Mexicana (Méx.). 45:111-112
- CHARLES, R.G.; BORDAS, E.; BALDERAS, R. 1980. Estudio de la dinámica de poblaciones del gusano cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) para el planeo racional de las medidas de combate. Folia Entomológica Mexicana (Méx.). 45:102-103.
- CLARK, L.R.; GEIER, P.W.; HUGHES, R.D.; MORRIS, R.F. 1968. The ecology of insects populations in theory and practice. London. Methuen and Cold. p. 175-177.
- CLAVIJO, S. 1981. Variaciones estacionales de poblaciones de adultos de Spodoptera frugiperda y Cyrtoneurus bergi en cinco localidades de los alrededores del Lago de Valencia, medidas mediante trampas de luz. Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela (Ven.) 12 (1/2) 63-79.
- CORTEZ, M.; ANDREWS, K. 1979. Evaluación de enemigos naturales nativos e importados de las principales plagas del maíz. In Reunión Anual del PCCMCA (25, 1979, Tegucigalpa, Honduras). Memorias. Tegucigalpa. p. 1-14
- CRONIN, J.T. 1984. Inverse density dependent parasitism of the bagworm, Thyridopterya ephemeraeformis (Lepidoptera: psychidae). Environmental entomology (EE.UU.). 18(3):403-407

- CROVELLO, T , HACKER, C. 1972. Evolutionary strategies in life table characteristics among feral and urban strains of Aedes aegypti (L.). *Evolution* (EE UU.). 26:185-196.
- DAHLSTEN, D.L. 1967. Preliminary life tables for pine sawflies in the Neodiprion fulviceps complex. *Ecology* (EE.UU.). 48:275-289.
- DOPORTO, L., ENKERLIN, S. 1964. Biología del gusano cogollero Laphygma frugiperda (Smith y Abbot) bajo condiciones de laboratorio. *Folia Entomológica Mexicana* (Méx.). 8:45-46.
- DREA, J J ; HENDRICKSON, R.M. 1986. Analysis of successful classical biological control project: The alfalfa blotch leaf-miner (Diptera: Agromyzidae) in the north-eastern United States. *Environmental Entomology* (EE UU.). 15:449-455.
- ESPINOZA, H. 1980. Partial life table for the cabbage looper Trichoplusia ni (Hubner). Tesis Mag. Sc. Arkansas, University of Arkansas. 55 p.
- GEHRS, C , ROBERTSON, A. 1975. Use of life tables in analyzing the dynamics of copepod populations. *Ecology* (EE.UU.). 56:665-672.
- HANSEN, J.; OWENS, J.; HUDDLESTON, E. 1982. Life table of the range caterpillar, Hemileuca oliviae (Lepidoptera: Saturnidae). *Environmental Entomology* (Can.) 11:355-360.
- HARCOURT, D.G. 1961. Design of a sampling plan for studies on the population dynamics of the diamond back moth, Plutella maculipennis (curt) (Lepidoptera: plutellidae). *Canadian Entomologist* (Can.). 93:820-831.
- _____. 1962. Design of a sampling plan for studies on the population dynamics of the imported cabbage worm, Pieris rapae (L.) (Lepidoptera: Pieridae). *Canadian Entomologist* (Can.). 94:849-859.

- _____. 1964. Population dynamics of Leptinotarsa decemlineata (Say) in Eastern Ontario II. Population and mortality estimation during six age intervals. Canadian Entomologist (Can.). 96:1190-1198.
- _____. 1966. Major factors in survival of the immature stages of Pieris rapae (L.). Canadian Entomologist (Can.). 98:653-662.
- _____. 1969. The development and use of life-tables in the study of natural populations. Annual Review of Entomology (EE.UU.). 14:175-196.
- _____. 1970. Crop life tables as a pest management tool. Canadian Entomologist (Can.). 102:950-955.
- HELLPAP, C. 1985. Ecología poblacional y control biológico-biotécnico de Spodoptera en Nicaragua. Ph.D. Tesis. Frankfurt. Universidad J.W. Goethe. 132 p.
- HERNANDEZ, J., CARDONA, C., SCHOCHOVEN, A., MANTILLA, C. 1982. Efectos de la asociación maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus vulgaris L.) sobre las poblaciones de insectos plaga del frijol con énfasis en Empoasca kraemeri Ross y Moore. In Congreso Sociedad Colombiana de Entomología (9, 1982, Cali, Col.). Resúmenes. Cali, Col.
- HOGG, D. 1985. Potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) immature development, life tables and population dynamics under fluctuation temperature regimes. Environmental Entomology (EE.UU.). 14:349-355.
- HORN, D.J. 1988. Ecological approach to pest management. New York. Guilford press. p. 72-88.
- HORWITH, B. 1985. A role for intercropping in modern agriculture. Bioscience (EE.UU.). 35(5):286-291.
- HUIS, A.V. 1982. Integrated pest in the small crop in Nicaragua. Wageningen, Mededelingen Landbouwhogeschool. p. 16-100.

- HUTCHINSON, G E. 1981. Introducción a la ecología de poblaciones. Barcelona, Ed Blume. p. 89-175.
- KING, A.B., SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres, ODA. p. 46-48.
- KNIGHT, F. 1959. Partial life tables for the black hills beetle. Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 52(6):1200-1202.
- KREBS, C J. 1985. Estudio de la distribución y abundancia. 2. edic. México. Edit. Harla. p. 165-187.
- LABRADOR, J.R. 1967. Estudio de biología y combate del gusano cogollero del maíz (Laphygma frugiperda) (Smith y Abbot). Maracaibo, Venezuela, Universidad de Zulia, Facultad de Agronomía. 83 p.
- LANGOR, D.W.; RASKE, A.G. 1988. Mortality factors and life tables of the eastern larch beetle, Dendroctonus simplex (Coleoptera: Scolytidae) in Newfoundland. Environmental Entomology (EE.UU.) 17(6):959-963.
- LASTRES, L.; GILSTRAP, F.; MECKENSTOCK, D. 1989a. El papel de las hormigas como depredadoras de larvas de cogollero de segundo estadio en el suelo. San Pedro Sula, Honduras. 11 p. (Presentado en: Reunión Anual del PCCMCA (35, 1989, Honduras).
- _____; GILSTRAP, F.; ANDREWS, K.; O'NEAL, R. 1989b. La importancia de los depredadores del cogollero, Spodoptera frugiperda en Centro América. San Pedro Sula, Honduras. 12 p. (Presentado en: Reunión Anual del PCCMCA (35, 1989, Honduras).
- LETORNEAU, D.K.; ALTIERI, M.A. 1983. Abundance patterns of a predator Orius tristicolor (Hemiptera: Anthocoridae), and its prey, Frankliniella occidentalis (Thysanoptera: Thripidae): Habitat attraction in policultures. Environmental Entomology (EE UU). 12:1464-1469.
- _____. 1986. Associational resistance in squash monocultures and polycultures in tropical México. Environmental Entomology (EE UU). 15:285-292.

- _____; ALTIERI, M.A. 1987. The enemies hypothesis: Tritrophic interactions and vegetational diversity in tropical agroecosystems. *Ecology (EE.UU.)*. 68(6):1616-1622
- LINCOLN, C., ISLEY, D. 1947. Corn as a trap crop for the cotton boll worm. *Journal of Economic Entomology (EE.UU.)*. 40(3):437-438.
- LUCCHINI, F., ALMEIDA, A.A. 1980. Parasitas da Spodoptera frugiperda (Smith & Abbot, 1797) (Lep. Noctuidae) lagarta do cartucho domilho, encontrado em Ponta Grossa. *Anais do Sociedade Entomologica do Brasil (Bra.)*. 9(1):115-121.
- LUGINBILL, P. 1928. The fall armyworm. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin no. 34. 1-88.
- LUGINBILL, P. 1950. Habits and control of the fall armyworm. U.S. Department of Agriculture. Farmer's Bulletin No. 1990. 11 p.
- LYNCH, R.E., PAIR, S.D., JOHNSON, R. 1983. Fall armyworm fecundity: Relationship of egg mass weight to number of eggs. *Journal of the Georgia Entomological Society (EE.UU.)*. 18(4):507-513.
- MARENCO, R. 1986. Parasitoides del gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en maiz, en la zona atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. UCR/CATIE. 63 p.
- MCGUINNESS, H. 1987. The importance of plant diversity and the nutritional content of the populations dynamics of herbivorous insects. Ph.D. Thesis. Michigan, University of Michigan. p. 96-105.
- MORRIL, W.L., GREENE, G.L. 1973. Distribution of fall armyworm larvae on selection of feeding sites. *Environmental Entomology (EE.UU.)*. 2(3):415-418.
- MORRIS, R.F. 1957. The interpretation of mortality data in studies on population dynamics. *Canadian Entomologist (Can.)*. 89(2):49-69.

- MORRIS, R.F., MILLER, C.A. 1954. The development of the life tables for the spruce budworm. Canadian Journal of Zoology (Can.). 32:283-301.
- MUIRHEAD, R.C. 1968. Ecology of insect vector populations. London. Academic Press. p. 142.
- NANTHAGOPAL, R.; UTHAMASAMY, S. 1989. Life tables for spotted bollworm, Earias vitella (Fabricius), on four species of cotton. Crop Protection (G.B.). 8:133-136.
- NOTZ, A. 1972. Parasitismo de Diptera e Hymenoptera sobre larvas de Spodoptera frugiperda (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) recolectadas en maiz, Maracay, Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomia. Universidad Central de Venezuela (Ven.) 6(3):5-16.
- ORREY, P. 1985. Adult Calosoma sayi (Coleoptera: Carabidae) as a predator on fall armyworm pupae. Journal of Entomological Science (EE.UU.). 20(2):220-224.
- OWENS, E. 1983. Visual detection of plants by herbivorous insects. Annual Review of Entomology (EE.UU.). 28:337-364.
- PANTOJA, A.; SMITH, C.M. 1985. Natural control agents affecting Spodoptera frugiperda (Lepidoptera:Noctuidae) infesting rice in Puerto Rico. Florida Entomologist (EE.UU.). 68(3):488-489.
- PEARL, R., PARK, T., MINER, J.R. 1941. Experimental studies of the duration of life. Life tables for the flour beetle Tribulium confusum Duval. American Naturalist (EE.UU.). 75:5-19.
- PERFECTO, I. 1989. Ant as biological control agents in the maize agroecosystems in Nicaragua. Ph.D. Thesis Michigan, University of Michigan. 167 p.
- PIANKA, E.R. 1982. Ecologia evolutiva. Barcelona, Ed. Omega p. 94-105.

- PIMENTEL, D. 1961. The influence of plant spatial patterns on insect populations. *Annals of the Entomological Society of America* (EE.UU.). 54:61-69.
- PITRE, H.N., MULROONEY, J.E., HOGG, D.B. 1983. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition: crop preferences and egg distribution on plants. *Journal of Economic Entomology* (EE.UU.). 76:463-466.
- PODOLER, H., ROGERS, D. 1975. A new method for the identification of key factors from life table data. *Journal of Animal Ecology* (G.B.). 44:85-114.
- POPULATION DYNAMICS GROUP. 1964. A key age interval in generation survival. *Canadian Entomologist* (Can.). 96:145.
- PRICE, P. 1975. *Insect ecology*. New York, J. Wiley. p. 131-141.
- RISCH, S.J. 1981. Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polycultures: An experimental test of two hypotheses. *Ecology* (EE.UU.). 62(5):1325-1340.
- ROOT, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats. The fauna of collards (Brassica oleracea). *Ecological Monographs* (EE.UU.). 43(1):95-124.
- ROSSET, P., VANDERMEER, J., CANO, M., VARELA, G., SNOOK, A., HELLPAP, C. 1985. El frijol común como cultivo trampa para el combate de Spodoptera sunia Guenee (Lepidoptera: Noctuidae) en plántulas de tomate. *Agronomía Costarricense* (C.R.). 9(1):99-102.
- ROSSET, P., DIAZ, I., AMBROSE, R., CANO, M., VARELA, G., SNOOK, A. 1987. Evaluación y validación del sistema de policultivo de tomate y frijol como componente de un programa de manejo integrado de plagas de tomate en Nicaragua. *Turrialba* (C.R.). 37(1):85-92.
- RUSSELL, E.P. 1989. Enemy hypothesis: A review of the effect of vegetational diversity on predatory insects and parasitoids. *Environmental Entomology* (EE.UU.). 18(4):590-599.

- RYDER, W.D. 1968 Reduced incidence of damage of the fall armyworm Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in alternating eight-row strips of maize and sunflower compared with maize alone. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* (Cuba). 2:233-243.
- RYDER, W.D., PULGAR, N. 1969. A note on parasitism of the fall armyworm Spodoptera frugiperda on maize. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* (Cuba). 3:267-271.
- SAS INSTITUTE INC 1985 SAS user's guide: statistics. 5a. ed. Cary, N.C. (EE.UU.). 956 p.
- SEDLACEK, J.D., YEARGAN, K.V., FREYTAG, P.H. 1986 Laboratory life table studies of the black-faced leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) on Johnson grass and Corn. *Environmental Entomology* (EE.UU.) 15(6):1119-1123.
- SHEEHAN, W. 1986. Response by specialist and generalist natural enemies to agroecosystem diversification: A select review. *Environmental Entomology* (EE.UU.) 15:456-461.
- SHOREY, H., HALE, R. 1965 Mass rearing of the larvae of nine noctuid species on a simple artificial medium. *Journal of Economic Entomology* (EE.UU.) 58(3):522-524.
- SOUTHWOOD, T.R. 1967. The interpretation of population change. *Journal of Animal Ecology* (G.B.) 36:519-529.
- _____ 1968. *Ecological methods*. London, Chapman and Hall. p. 277-316.
- SPARKS, A.N. 1979 A review of the biology of the fall armyworm. *Florida Entomologist* (EE.UU.) 62(2):82-87.
- STEEL, R.; TORRIE, J. 1985 *Bioestadística: Principios y procedimientos*. Trad. por Ricardo Martínez B. Bogotá, Col., Mc Graw-Hill 622 p.

- TERAN, J. B. 1974. Lista preliminar de dípteros parasíticos de otros insectos en Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía. Alcance, Universidad Central de Venezuela (Ven.). 23:64-65.
- THOMSON, M. S., ALL, J. N. 1983. Distribution of fall armyworm egg masses on sweet corn. Journal of the Georgia Entomological Society (EE.UU.). 8(2):219-224.
- VALDERRAMA, J., TORDECILLA, O. 1982. Distribución y época de aparición de Chelonus texonus sobre Spodoptera frugiperda en maíz en Córdoba. In Congreso Sociedad Colombiana de Entomología (9, 1982, Cali, Col). Resúmenes Cali, Col. p. 42.
- VALOVAGE, W. D., KULMAN, H. M. 1986. Life table of Bessa harveyi (Diptera-Tachinidae) parasitizing Pikonema alaskensis (Hymenoptera: Tenthredinidae). Environmental Entomology (EE.UU.). 15:246-250.
- VARLEY, G. C. 1970. The need for life tables for parasites and predators. Concepts of pest management. Ed. by R. R. Rab. Raleigh, North Carolina State University. p. 59-70.
- _____; GRADWELL, G. R. 1970. Recent advances in insect population dynamics. Annual Review of Entomology (EE.UU.). 15:6-7.
- VAUGHAN, M. 1962. Especies parasíticas del gusano cogollero del maíz Laphygma frugiperda (J. E. Smith) encontrados en la calera, de agosto de 1957 a julio de 1958. (Presentado en: Reunión Anual del PCCMCA (8, 1962, San José, C.R.). San José. 5 pp.
- VAZQUEZ, M., CARRILLO, J., GRANADOS, G., GARCIA, C. 1975. Cría masiva del gusano cogollero y evaluación de infestaciones artificiales sobre maíz en el campo. Agrociencia (Méx.). No. 22:3-13.
- WADDILL, V. H. 1977. Shadow sampling: A fast, painless method for collecting fall armyworm egg masses. Florida Entomologist (EE.UU.). 60(3):215-216.

- WHEELER, G.S., ASHLEY, T.R., ANDREWS, K.L. 1989. Larval parasitoids and pathogens of the fall armyworm in Honduras maize. *Entomophaga* (Francia). (En prensa).
- WILLEY, R.W. 1979. Intercropping -its importance and research needs. 1. Competition and yield advantages. *Field crops abstracts* (G.B.) 32(1):1-10.
- WILLEY, R.W., OSIRU, D.S. 1973. Studies on mixtures of maize and beans (Phaseolus vulgaris) with particular reference to plant population. *Journal of Agricultural Science* (G.B.) 79:517-529.

9. ANEXOS

Anexo No 1 Tabla de vida de Spodoptera frugiperda en el monocultivo (Bloque I)

X	SX	MX	FMX	M'X	100 TX	PM (K)
Huevos	1.000	235.1	Infertilidad	101.80836	10.180836	.0503827
			Depredación (volad)	29.01159	2.901159	.0143572
			Depredación (no volad)	104.28005	10.428005	.0516059
					23.51	.11634
Larva 1	764.9	382.45	<u>Chelonus insularis</u>	28.68375	3.75	.016599
			<u>Pristomerus spinator</u>	4.780625	.625	.002829
			Nematodos	14.30369	1.87	.008576
			Depredación (volad)	59.73869	7.81	.037773
			Depredación (no volad)	63.601435	8.315	.044191
			Lluvia	38.245	5.00	.028913
			Desconocido	173.09687	22.63	.162146
				50.00	.30103	
Larva 2	382.45	125.17	<u>Lespesia archippivora</u>	8.336322	2.17971	.0095711
			<u>Ophion flavidus</u>	12.517	3.27284	.0147791
			Nematodos	12.930061	3.38085	.015814
			Depredación (volad)	-	-	-
			Depredación (no volad)	12.517	3.27284	.0158777
			Enfermedades	3.12925	.818211	.0040618
			Desconocido	75.740367	19.80399	.1120643
				32.7284	.172168	
Pupa	257.28	205.82	<u>Archytas marmoratus</u>	115.776	45.00	.2596372
			<u>Ophion flavidus</u>	25.728	10.00	.0871576
			Depredación	-	-	-
			Hongo	12.864	5.00	.0511534
			Desconocido	51.456	20.00	.3010384
				80.00	.69898	
Adultos	51.46	51.46	Desconocido'	51.46	1	-

Anexo No 2 Tabla de vida de Spodoptera frugiperda en el policultivo (Bloque I).

X	5X	MX	FMX	M'X	100 TX	PM (K)
Huevos	1.000	136 2	Infertilidad	44 68038	4 46803	.0208309
			Depredación (volad.)	32 098739	3 2098739	.0149652
			Depredación (no volad.)	59 42088	5 94208	.0277035
					13 62	0635
Larva 1	863 8	468 44	<u>Chelonus insularis</u>	111 2545	12 87966	0598804
			<u>Pristomerus spinator</u>	-	-	-
			Nematodos	-	-	-
			Depredación (volad.)	72 092916	8 3460194	.0437349
			Depredación (no volad.)	193 79363	22 405011	.1455731
			Lluvia	46 844	5 4230146	.0439547
			Desconocido	44 454956	5 1464408	.0462772
					54 23014	33942
Larva 2	395 36	117 15	<u>Lespesia archippivora</u>	29 2875	7 4078055	.0334255
			<u>Ophion flavidus</u>	-	-	-
			Nematodos	39 046095	9 8760864	.0489842
			Depredación (volad.)	5 8575	1 4815611	.0078493
			Depredación (no volad.)	11 715	2 96312	.0161375
			Enfermedades	3 901095	9867197	.0055097
			Desconocido	27 34281	6 91592	.0407135
					29 631	.15261
Pupa	278 21	194 747	<u>Archytas marmoratus</u>	41 7315	15 00	.070581
			<u>Ophion flavidus</u>	-	-	-
			Depredación	69 5525	25 00	.151267
			Hongo	-	-	-
			Desconocido	83 463	30 00	.30103
			70 00	.52287		
Adultos	83 463	83 463	Desconocido ,	83 463	1	-

Anexo No 3 Tabla de vida de Spodoptera frugiperda en el monocultivo (Bloque I)

X	SX	MX	FMX	NIX	100 TX	PM (K)
Huevos	1 000	151 4	Infertilidad	92 69753	9 269753	.0436528
			Depredación (volad)	29 578061	2 957806	.0139288
			Depredación (no volad)	29 124409	2 912440 15 14	.0137151 .071296
Larva 1	848 6	480 02	<u>Chelonus insularis</u>	36 0015	4 24	0188269
			<u>Pristomerus spinator</u>	6 00025	707	0032187
			Nematodos	17 952748	2 115	0097754
			Depredación (volad)	74 88312	8 824	.0433281
			Depredación (no volad)	162 24676	19 119	1119958
			Lluvia	172 8072	20 363	1632528
			Desconocido	10 128422	1 193 56 56	0117732 36217
Larva 2	368 58	111 44	<u>Lespesia archippivora</u>	7 421904	2 01364	008837
			<u>Ophion flavidus</u>	11 144	3 023495	.0136091
			Nematodos	11 511752	3 12327	.0145238
			Depredación (volad)	-	-	-
			Depredación (no volad)	16 716	4 53524	0219999
			Enfermedades	2 786	755873	.0037764
			Desconocido	61 860344	16 78342 30 2349	0936215 15636
Pupa	257 14	205 712	<u>Archytas marmoratus</u>	64 285	25 00	124938
			<u>Ophion flavidus</u>	38 571	15 00	.09691
			Depredación	38 571	15 00	124938
			Hongo	-	-	-
			Desconocido	64 285	25 00 80 00	.352182 .69896
Adultos	51 428	51 428	Desconocido	51 428	1	-

Anexo No 4. Tabla de vida de Spodoptera frugiperda en el policultivo (BloqueII).

X	SX	MX	FMX	M'X	100 TX	PM (K)
Huevos	1.000	187.7	Infertilidad	47.378914	4.7378914	0227682
			Depredación (volad.)	71.446582	7.1446582	0343339
			Depredación (no volad.)	68.874505	6.88745	0330979
					18.77	0902
Larva 1	812.3	587.21	<u>Chelonus insularis</u>	139.46238	17.16882	0818062
			<u>Pristomerus spinator</u>	-	-	-
			Nematodos	-	-	-
			Depredación (volad.)	74.340786	9.151888	0572913
			Depredación (no volad.)	134.52981	16.561592	1041318
			Lluvia	211.3956	26.02432	2641029
			Desconocido	27.481428	3.3831624	050028
				72.2897	557336	
Larva 2	225.09	48.94	<u>Lespesia archippivora</u>	12.235	5.4356	0235172
			<u>Ophion flavidus</u>	-	-	-
			Nematodos	16.311702	7.2467466	0353808
			Depredación (volad.)	2.447	1.0871207	0054409
			Depredación (no volad.)	4.894	2.17424	0110908
			Enfermedades	1.629702	0.7240223	003757
			Desconocido	11.422596	5.0746795	0272867
				21.7424	106473	
Pupa	176.15	123.305	<u>Archytas marmoratus</u>	52.845	30.00	154902
			<u>Ophion flavidus</u>	-	-	-
			Depredación	26.4225	15.00	1047353
			Hongo	-	-	-
			Desconocido	44.0375	25.00	2632414
					70.00	522878
Adultos	52.845	52.845	Desconocido	52.845	1	

Anexo No 5 Tabla de vida de Spodoptera frugiperda en el monocultivo (Bloque III)

X	SX	MX	FMX	M'X	100 TX	PM (K)
Huevos	1 000	297.6	Infertilidad	109.87201	10.987201	0566217
			Depredación (volad.)	59.905614	5.9905614	0308719
			Depredación (no volad.)	127.82238	12.782238	0658723
					29.76	15336
Larva 1	702.4	394.75	<u>Chelonus insularis</u>	29.60625	4.2150128	0187025
			<u>Pristomerus spinator</u>	4.934375	7025021	0031968
			Nematodos	14.76365	2.1018864	0097081
			Depredación (volad.)	92.647825	13.19018	0664415
			Depredación (no volad.)	112.03005	15.949608	0968523
			Lluvia	78.95	11.240034	0841062
			Desconocido	61.81785	8.800946	0795197
					56.2001	358527
Larva 2	307.65	66.89	<u>Lespesia archippivora</u>	4.454874	1.448033	0063346
			<u>Ophion flavidus</u>	6.689	2.174224	0096885
			Nematodos	6.909737	2.245973	0102405
			Depredación (volad.)	6.689	2.174224	0101488
			Depredación (no volad.)	6.689	2.174224	0103917
			Enfermedades	1.67225	543555	0026312
			Desconocido	33.786139	10.982005	0570309
					21.7422	10646
Pupa	240.76	192.608	<u>Archytas marmoratus</u>	84.266	35.00	187086
			<u>Ophion flavidus</u>	36.114	15.00	113943
			Depredación	-	-	-
			Hongo	-	-	-
			Desconocido	72.228	30.00	397939
					80.00	6989
Adultos	48.152	48.152	Desconocido .	48.152	1	-

Anexo No 6 Tabla de vida de Spodoptera frugiperda en el policultivo (Bloque III).

X	SX	MX	FMX	M'X	100 TX	PM (K)
Huevos	1 000	321 4	Infertilidad	56 16152	5 6169152	0294193
			Depredación (volad.)	53 608456	5 3608456	0280719
			Depredación (no volad)	211 60239	21 160239	1108088
					32 14	1683
Larva 1	678 6	372 14	<u>Chelonus insularis</u>	88 38325	13 024352	0606023
			<u>Pristomerus spinator</u>	-	-	-
			Nematodos	-	-	-
			Depredación (volad.)	55 821	8 2259063	0431485
			Depredación (no volad)	102 3385	15 080828	0923217
			Lluvia	74 428	10 967875	0821082
			Desconocido	51 16925	7 5404141	0670592
				54 83937	3452	
Larva 2	306 46	109 45	<u>Lespesia archippivora</u>	27 3625	8 9285714	0406178
			<u>Ophion flavidus</u>	-	-	-
			Nematodos	36 479685	11 903571	0608332
			Depredación (volad.)	10 945	3 57142	0200476
			Depredación (no volad)	10 945	3 57142	021018
			Enfermedades	3 644685	1 1892857	007231
			Desconocido	20 07313	6 55	0421378
				35 7142	191885	
Pupa	197 01	128 0565	<u>Archytas marmoratus</u>	39 402	20 00	09691
			<u>Ophion flavidus</u>	-	-	-
			Depredación	29 5515	15 00	0901766
			Hongo	-	-	-
			Desconocido	59 103	30 00	2688452
					65 00	455931
Adultos	68 9535	68 9535	Desconocido,	68 9535	1	-

Anexo No 7 Tabla de vida de Spodoptera frugiperda en el monocultivo (Bloque IV).

X	SX	MX	FMX	M'X	100 TX	PM (K)
Huevos	1.000	176	Infertilidad	95.201493	9.5201493	.0454764
			Depredación (volad.)	16.105413	1.6105413	.0076933
			Depredación (no volad.)	64.693093	6.4693093	.0309029
				17.6		.084072
Larva 1	824	655.25	<u>Chelonus insularis</u>	49.14375	5.964047	.026706
			<u>Pristomerus spinator</u>	8.190625	.994007	.0046151
			Nematodos	24.50635	2.966870	.0141088
			Depredación (volad.)	157.26	19.084951	.103416
			Depredación (no volad.)	100.71193	12.222321	.0820676
			Lluvia	235.89	28.627427	.2900413
			Desconocido	79.54735	9.653804	.1677283
				79.52		.68868
Larva 2	168.75	39.71	<u>Lespesia archippivora</u>	2.644686	1.567221	.0068602
			<u>Ophion flavidus</u>	3.971	2.35318	.0105085
			Nematodos	4.102043	2.430403	.0111291
			Depredación (volad.)	3.971	2.35318	.0110523
			Depredación (no volad.)	5.9565	3.529777	.0171244
			Enfermedades	.99275	.588296	.0029208
			Desconocido	18.072021	10.70827	.0569238
				23.53		.116519
Pupa	129.04	96.78	<u>Archytas marmoratus</u>	32.26	25	.124938
			<u>Ophion flavidus</u>	-	-	-
			Depredación	19.356	15	.096909
			Hongo	-	-	-
			Desconocido	45.164	35.00	.3802112
					75.00	.6020
Adultos	32.26	32.26	Desconocido	32.26	1	-

Anexo No 8. Tabla de vida de Spodoptera frugiperda en el policultivo (Bloque IV)

X	SX	MX	FMX	M'X	100 TX	PM (K)
Huevos	1 000	189	Infertilidad	47 451257	4 7451257	0228393
			Depredación (volad)	40 864341	4 0864341	0196689
			Depredación (no volad)	100 6844	10 06844	0484618
					18 9	09097
Larva 1	811	608 25	<u>Chelonus insularis</u>	144 45938	17 8125	0851942
			<u>Pristomerus spinator</u>	-	-	-
			Nematodos	-	-	-
			Depredación (volad)	48 66	6 00	032922
			Depredación (no volad)	186 8544	29 04	1564009
			Lluvia	218 97	27 00	3080526
			Desconocido	9 306225	1 1475	0194903
				75 00	60206	
Larva 2	202 75	40 55	<u>Lespesia archippivora</u>	10 1375	5 00	0222764
			<u>Ophion flavidus</u>	-	-	-
			Nematodos	13 515315	6 666	0315957
			Depredación (volad)	-	-	-
			Depredación (no volad)	8 11	4 00	0201252
			Enfermedades	1 350315	666	0034433
			Desconocido	7 43687	3 668	0194694
				20 00	09691	
Pupa	162 20	105 43	<u>Archytas marmoratus</u>	48 66	30 00	154902
			<u>Ophion flavidus</u>	-	-	-
			Depredación	16 22	10 00	0669468
			Hongo	-	-	-
			Desconocido	40 55	25	2340832
				65 00	45593	
Adultos	56 77	56 77	Desconocido	56 77	1	-

Anexo No. 9 Número promedio de *Doru taeniatum* por fecha de muestreo, en las 4 repeticiones y en ambos sistemas (muestreo de 100 plantas por parcela)

Fecha	Monocultivo	Policultivo
1	.25	.75
2	2.25	1.25
3	3.75	3.00
4	3.75	6.25
5	14.25	11.00
6	24.5	27.00
7	34.25	32.75
8	34.75	42.5
9	68.75	39.25
10	30.00	17.00
11	44.00	22.5
12	34.5	21.25
13	30.00	26.75

Anexo No. 10 Número promedio de hormigas por fecha en las 4 repeticiones y en ambos sistemas (muestreo de los 100 m² de cada parcela).

Fecha	Monocultivo	Policultivo
1	323.25	647
2	1.25	52.75
3	129.75	433.5
4	170.75	731.75
5	241.5	415.00
6	306	825.25
7	275.75	624.25

Anexo No. 11. Número de masas de huevos de Spodoptera frugiperda encontradas en monocultivo y policultivo por fecha de muestreo (muestreo de 100 plantas por parcela).

Fecha	Monocultivo	Policultivo
1	2	2
2	2	1
3	3	3
4	7	4
5	2	0
6	7	0
7	3	1
8	7	0
9	5	2
10	2	0
11	1	0
12	0	0
13	0	0
Total	41	13

Anexo No. 12. Porcentajes de parasitismo de algunos parasitoides de Spodoptera frugiperda, por fecha de colección en ambos sistemas (datos promedios de 160 larvas por sistema).

Fecha	<u>Chelonus insularis</u>		<u>Ophion flavidus</u>	
	Monocultivo	Policultivo	Monocultivo	Policultivo
1	7.5	23.75	7.5	3.75
2	13.75	12.5	10.00	10.00
3	23.75	48.75	0.00	0.00
4	37.5	43.75	5	2.5
5	50.00	31.25	7.5	12.5

Fecha	<u>Archyta marmoratus</u>		<u>Lespesia archippivora</u>	
	Monocultivo	Policultivo	Monocultivo	Policultivo
1	5	3.75	5	0.00
2	16.25	22.5	2.5	2.5
3	8.75	8.75	11.25	2.5
4	5.00	2.5	11.25	6.25
5	2.5	1.25	1.25	0.00

Anexo No. 13. Porcentaje de parasitismo de nematodos, por fecha de colección de larvas de Spodoptera frugiperda, en ambos sistemas de cultivo. (Promedio de 160 larvas colectadas por sistema)

Fecha	Monocultivo	Policultivo
1	20	16.25
2	22.5	10.00
3	16.25	7.5
4	3.75	6.25
5	0.0	6.25

Anexo No. 14. Cuadro del análisis de la varianza para el porcentaje de mortalidad en intervalo 1^{1/2}.

Fuente	G. L.	C. M.	F	Pr > F
Bloque	3	0.758	3.29	0.05
Sistema	1	0.006	0.03	0.8674
Factor*	2	1.911	8.28	0.0038
Sistema*factor	2	1.175	5.09	0.0205
Error	23	0.230	-	-
			c. v. = 18.08	

^{1/2}Datos transformados (raiz cuadrada de $x + .5$)

*Factor = fuente de mortalidad

Anexo No. 15. Contrastes entre el porcentaje de mortalidad provocado por las diferentes fuentes, en cada sistema, para intervalo 1^{1/2}.

Contraste	G. L.	C. M.	F	Pr > F
InMono vrs Inpoli	1	1.68	7.30	0.0164
DvolMono vrs Dvolpoli	1	0.3	1.30	0.2720
DnvolMono vrs Dnvolpoli	1	0.37	1.61	0.2242
			c. v. = 18.08	

^{1/2}Datos transformados (raiz cuadrada de $x + .5$)

Anexo No 16 Cuadro de análisis de la varianza para el porcentaje de mortalidad en el intervalo 2^{1/}

Fuente	G.L.	C.M.	F	Pr>F
Bloque	3	0.529	0.99	0.4085
Sistema	1	0.055	0.1	0.7503
Factor*	6	12.703	23.63	0.0001
Sistema*factor	6	1.928	3.60	0.0062
Error	39	0.536	-	-
				c.v. = 26.85

^{1/}Datos transformados (raíz cuadrada de $X + .5$)

*Factor = Fuente de mortalidad

Anexo No. 17. Contrastes entre el porcentaje de mortalidad provocado por las diferentes fuentes, en cada sistema, para intervalo 2^{1/}.

Contraste	G.L.	C.M.	F	Pr>F
ChelMono vrs Chelpoli	1	5.89	10.99	0.0020
PrisMono vrs Prispoli	1	0.33	0.63	0.4328
NenMono vrs Nempoli	1	1.80	3.37	0.0740
DvolMono vrs Dvolpoli	1	0.76	1.43	0.2387
DnvolMono vrs Dnvolpoli	1	0.91	1.70	0.2001
LluMono vrs Llupoli	1	0.02	0.05	0.8188
DesMono vrs DesMono	1	1.87	3.51	0.0686
				c.v. = 26.85

^{1/}Datos transformados (raíz cuadrada de $x + .5$).

Anexo No. 18. Cuadro de análisis de la varianza para el porcentaje de mortalidad en el intervalo 31/

Fuente	G L	C. M.	F	Pr > F
Bloque	3	0.166	1.67	0.1896
Sistema	1	0.003	0.04	0.8428
Factor*	6	4.396	43.93	0.0001
Sistema*factor	6	2.012	20.11	0.0001
Error	39	0.1	-	-
			c. v. = 16.72	

1/ Datos transformados (raíz cuadrada de $X + .5$)

*Factor = fuente de mortalidad

Anexo No. 19. Contrastes entre el porcentaje de mortalidad producido por las diferentes fuentes, en cada sistema, para intervalo 31/

Contraste	G. L.	C. M.	F	Pr > F
LesMono vrs Lespoli	1	2.653	26.51	0.0001
OphiMono vrs Ohipoli	1	2.323	23.22	0.0001
NemMono vrs Nempoli	1	3.077	30.75	0.0001
DvolMono vrs Dvolpoli	1	0.053	0.54	0.4677
DnvolMono vrs Dnvolpoli	1	0.004	0.05	0.8303
EnferMono vrs Enferpoli	1	0.017	0.17	0.6803
DesMono vrs Despoli	1	3.947	39.44	0.0001
			c. v. = 16.72	

1/ Datos transformados (raíz cuadrada de $x + .5$).

Anexo No. 20. Cuadro de análisis de la varianza para el porcentaje de mortalidad en el intervalo 4^{1/2}

Fuente	G. L.	C. M.	F	Pr > F
Bloque	3	0.235	0.24	0.8656
Sistema	1	1.4	1.45	0.2396
Factor*	4	30.95	31.98	0.0001
Sistema*factor	4	4.083	4.22	0.0088
Error	27	0.968	-	-
			c. v. = 29.95	

^{1/}Datos transformados (raíz cuadrada de $X + .5$)
Factor = Fuente de mortalidad

Anexo No. 21. Contrastes entre el porcentaje de mortalidad producido por las diferentes fuentes, en cada sistema, para intervalo 4^{1/2}.

Contraste	G. L.	C. M.	F	Pr > F
ArchiMono vrs Archipoli	1	1.355	1.40	0.2470
OphiMono vrs Ophioli	1	10.109	10.44	0.0032
HongMono vrs Hongoli	1	0.335	0.35	0.5610
DepMono vrs Deppoli	1	5.909	6.10	0.0201
DesMono vrs Desoli	1	0.023	0.02	0.8768
			c. v. = 29.95	

^{1/}Datos transformados (raíz cuadrada de $x + .5$).

Anexo No. 22. Cuadro del análisis de varianza del número de tijeretas en ambos sistemas^{1/}.

Fuente	G. L.	C. M.	F	Pr > F
Bloque	3	0.404	1.54	0.3664
Sistema	1	5.641	21.42	0.0190
Bloque*sistema	3	0.263	0.38	0.7675
Fecha	12	32.197	46.47	0.0001
Fecha*sistema	12	1.43	2.06	0.0303
Error	72	0.6927	-	-
				c.v. = 19.43

^{1/}Datos transformados (raíz cuadrada de $x + .5$).

Anexo No. 23. Cuadro del análisis de varianza del número de hormigas en ambos sistemas^{1/}.

Fuente	G. L.	C. M.	F	Pr > F
Bloque	3	87.07	1.48	0.3785
Sistema	1	1107.53	18.77	0.0227
Bloque*sistema	3	59.01	3.33	0.0302
Fecha	6	329.58	18.59	0.0001
Sistema*Fecha	6	15.77	0.89	0.5125
Error	36	17.72	-	-
				c.v. = 24.54

^{1/}Datos transformados (raíz cuadrada de $x + .5$).

Anexo No. 24 Prueba de Duncan para poblaciones de hormigas en ambos sistemas

Sistema	Media
Policultivo	21.6 A
Monocultivo	12.7 B

Anexo No. 25 Cuadro del análisis de varianza del número total de masas de huevos encontradas en ambos sistemas^{1/}

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr > F
Bloque	3	0.72	0.24	2.18	0.0954
Sistema	1	1.37	1.37	12.42	0.0006
Error	99	10.96	0.11	-	-
					c.v. = 35.2

^{1/}Datos transformados (raíz cuadrada de $x + .5$).

Anexo No. 26. Cuadro del análisis de la varianza para los porcentajes de parasitismo de Chelonus insularis en ambos sistemas de cultivo^{1/}

Fuente	G. L.	C. M.	F	Pr > F
Bloque	3	0.65	7.64	0.0644
Sistema	1	0.62	7.21	0.0747
Bloque*sistema	3	0.08	0.30	0.8266
Fecha	4	1.87	6.48	0.0011
Sistema*fecha	4	0.63	2.18	0.1021
Error	24	0.28	-	-
			c. v. = 12.17	

^{1/}Datos transformados (Logit).

Anexo No. 27. Cuadro del análisis de la varianza para los porcentajes de parasitismo de Ophion flavidus en ambos sistemas de cultivo^{1/}

Fuente	G. L.	C. M.	F	Pr > F
Bloque	3	1.08	2.38	0.2470
Sistema	1	0.54	1.21	0.3509
Bloque*sistema	3	0.45	0.96	0.4276
Fecha	4	0.78	1.66	0.1910
Sistema*fecha	4	0.03	0.08	0.9866
Error	24	0.47	-	-
			c. v. = 21.4	

^{1/}Datos transformados (Logit).

Anexo 28. Cuadro del análisis de la varianza para los porcentajes de parasitismo de Archytas marmoratus en ambos sistemas^{1/}

Fuente	G.L.	C.M.	F	Pr > F
Bloque	3	0.26	0.55	0.5572
Sistema	1	0.03	0.77	0.7757
Bloque*sistema	3	0.31	0.64	0.6481
Fecha	4	1.44	0.06	0.0623
Sistema*fecha	4	0.06	0.97	0.9774
Error	24	0.55	-	-
				c.v. = 21.8

^{1/}Datos transformados (Logit).

Anexo 29. Cuadro del análisis de la varianza para el porcentaje de parasitismo de Lespesia archippivora en ambos sistemas^{1/}

Fuente	G.L.	C.M.	F	Pr > F
Bloque	3	0.84	2.24	0.2622
Sistema	1	1.82	4.85	0.1149
Bloque*sistema	3	0.28	1.48	0.2453
Fecha	4	0.99	3.92	0.0137
Sistema*fecha	4	0.13	0.52	0.7194
Error	24	0.25	-	-
				c.v. = 15.8

^{1/}Datos transformados (Logit).

Anexo No. 30 Cuadro del análisis de la varianza para porcentajes de parasitismo de nematodos en ambos sistemas.

Fuente	G.L	C.M	F	Pr > F
Bloque	3	0.81	0.73	0.6001
Sistema	1	0.10	0.10	0.7777
Bloque*sistema	3	1.12	4.36	0.0138
Fecha	4	1.61	6.27	0.0013
Sistema*fecha	4	0.47	1.84	0.1539
Error	24	0.25	-	-