

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

POLICULTIVOS (REPOLLO-TOMATE; REPOLLO-ZANAHORIA) Y LA
INCIDENCIA DE *Plutella xylostella* (L.) Y SUS ENEMIGOS
NATURALES EN EL REPOLLO

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

Magister Scientiae

Por

Gregorio Varela Ochoa

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica
1991

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 al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:


Joseph L. Saunders Ph.D.
Profesor Consejero


Falguni Guharay Ph.D.
Miembro del Comité


Tomás Zoebisch Ph.D.
Miembro del Comité

Miembro del Comité

Ramón Lastra Ph.D.
Coordinador Programa de Maestría


Gregorio Varela Ochoa
Candidato

DEDICATORIA

A MI MADRE:

ELVIA ROSA OCHOA; POR LA QUE CADA DIA TRATARE DE
SUPERARME, PARA SER UN HIJO DIGNO DE ELLA.

A LA MEMORIA DE GREGORIO VARELA IZAGUIRRE:

MI PADRE, DE QUIEN APRENDI LOS PRIMEROS PASOS PARA
SER UN PROFESIONAL DE LA AGRICULTURA.

AGRADECIMIENTO

Quiero manifestar mi sincero agradecimiento a:

Mi profesor consejero, Joseph Saunders Ph. D. por sus aportes en la conducción de este trabajo.

A los miembros de mi comité: Petter Rosset Ph. D., Tomás Zoebisch Ph. D. y muy en especial a Falguni Guharay Ph. D. por su excelente asesoría en la elaboración de este trabajo de tesis. Nuevamente gracias Falguni.

A Gilda Piaggio Ph. D. y Denis Salgado M. Sc. por su ayuda en el análisis estadístico de los datos.

Al proyecto ISCA-LUW (Holanda) en la persona de Hernan Frinking Ph. D. por haber financiado mis estudios de posgrado; a la Escuela de Sanidad Vegetal en la persona del Ing. Alberto Sediles J. por su apoyo moral y de dirección en la cristalización de mis estudios.

Al personal técnico y administrativo de CATIE por su colaboración en mi formación profesional.

Al personal técnico y administrativo de la Estación Experimental del Valle de Sébaco (Nicaragua) en las personas de los Ingenieros: Tomás Laguna, Julio Medrano y José Benito Guerrero (Director del Departamento de Protección Vegetal de la Estación) por su apoyo en los trabajos de campo.

A los miembros del colectivo MIP-REPOLLO: Ing. Freddy Miranda, Ing. Martha Zamora, Violeta Machado, Cristina Ayala y al personal técnico y administrativo de la ESAVE-UNA en la persona de la Ing. Carolina López directora de la escuela.

A mis compañeros de la promoción 89-91. A los especialistas Isidro, Carlos, Carmen, María Inés, Raquel, José Asiático, Alí, Marisol, Celina, Claudia, Rosa María y Calzada por haber compartido estos dos años de estudio.

A mi familia por haber soportado mi ausencia.

BIOGRAFIA

El autor nació en el municipio de Somotillo, Departamento de Chinandega en la República de Nicaragua.

Realizó sus estudios de primaria en la escuela pública de Somotillo. En 1973 ingresó al Instituto Nacional Afonso Cortes, graduándose de bachiller en 1977, en 1978 inicia estudios superiores de Agronomía en la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería hoy Universidad Nacional Agraria graduándose de Ingeniero Agrónomo en 1987.

A partir de 1980 hasta 1984 se desempeña como alumno ayudante en las disciplinas de Biología, Entomología y Fitopatología. De 1985 hasta la fecha trabaja como docente-investigador de la Escuela de Sanidad Vegetal donde imparte las asignaturas de la especialidad de fitoprotección.

CONTENIDO

	Pagina
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
BIOGRAFIA.....	v
INDICE.....	vi
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	x
INDICE DE CUADROS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
INDICE DE ANEXOS.....	xv
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos.....	4
1.2 Hipótesis.....	5
2. REVISION DE LITERATURA.....	6
2.1 Problemática de producción.....	6
2.2 Biología de insectos.....	9
2.3 Características de los enemigos naturales.....	12
2.4 Uso de policultivos para el manejo de plagas.....	14
3. MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1 Ubicación del experimento.....	22
3.2 Descripción de los tratamientos.....	22
3.2.1 Tratamientos experimento de Repollo-Tomate.....	23
3.2.2 Diseño experimento Repollo-Tomate.....	24
3.2.3 Tratamientos experimento de	

Repollo-Zanahoria.....	24
3.2.4 Diseño experimento Repollo-Zanahoria.....	25
3.2.5 Experimento parcelas de observación.....	25
3.3 Variables medidas.....	26
3.3.1 Experimento asociación Repollo-Tomate; Repollo-Zanahoria.....	26
3.3.2 Experimento parcelas de observación.....	29
3.4 Análisis estadístico.....	30
3.4.1 Experimentos Repollo-Tomate; Repollo-Zanahoria.....	30
3.4.2 Experimento de parcelas de observación.....	33
3.5 Manejo agronómico.....	34
3.5.1 Experimentos Repollo-Tomate; Repollo-Zanahoria	34
3.5.2 Experimento de parcelas de observación.....	37
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	39
4.1 Experimento asociación Repollo-Tomate.....	39
4.1.1 Incidencia de <i>Plutella xylostella</i>	39
4.1.2 Incidencia de enemigos naturales.....	43
4.1.3 Porcentaje de plantas con daño fresco de <i>Plutella xylostella</i>	52
4.1.4 Componentes del rendimiento.....	54
4.1.5 Ingresos económicos	58
4.2 Experimento asociación Repollo-Zanahoria.....	60
4.2.1 Incidencia de <i>Plutella xylostella</i>	60
4.2.2 Incidencia de enemigos naturales.....	63
4.2.3 Porcentaje de plantas con daño fresco de <i>Plutella xylostella</i>	74

4.2.4 Componentes del rendimiento.....	75
4.2.5 Ingresos económicos	79
4.3 Experimento de parcelas de observación	82
4.3.1 Preferencia de vuelo según surco	82
4.3.2 Preferencia de vuelo según el tipo de planta....	84
4.3.3 Probabilidad que el vuelo termine en una planta de repollo.....	85
4.3.4 Tiempo para encontrar un repollo.....	88
4.3.5 Distancia de vuelos.....	90
4.3.6 Número de vuelos por minuto.....	90
4.3.7 Tiempo de estancia por estación	93
4.3.8 Estancia de <i>P. xylostellalla</i> por cultivo.....	95
4.4 Relación entre la incidencia de larvas; el comporta- miento de los adultos de <i>P. xylostella</i> y los componentes del rendimiento en monocultivo y policultivo.....	98
5. CONCLUSIONES.....	106
6. RECOMENDACIONES.....	109
7. BIBLIOGRAFIA.....	110
8. ANEXOS.....	115

VARELA O. GREGORIO. 1991. Policultivos (Repollo-Tomate; Repollo-Zanahoria) y la incidencia de *Plutella xylostella* (L.) y sus enemigos naturales en el Repollo. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 122 p.

Palabras claves: *Plutella xylostella*, policultivos, surco, cama, fecha de siembra, repollo, MIP-Repollo Nicaragua, sanidad vegetal.

RESUMEN

Los policultivos Repollo-Tomate y Repollo-Zanahoria registraron niveles de población de *Plutella xylostella* menores que en monocultivo Repollo. El porcentaje de plantas con daño fresco de *P. xylostella* en los policultivos fue menor que en monocultivo; existiendo una relación directa con las poblaciones de la plaga. En ambas asociaciones las poblaciones de *Polybia* sp. fueron mayores en monocultivo Repollo que en policultivos. Los niveles de población del parasitoide *Diadegma insulare* no fue diferente en parcelas de monocultivo y policultivos. El porcentaje de parasitismo causado en larvas de *P. xylostella* registró valores entre 24 y 37% en la asociación Repollo-Tomate y de 24 a 32% en Repollo-Zanahoria. Estos niveles no fueron diferentes entre los tratamientos.

En los dos experimentos, los policultivos no mostraron ningún efecto sobre poblaciones de arañas.

En ambos policultivos los diferentes arreglos temporales y espaciales mantuvieron niveles de plaga similares. Los tratamientos de 10 DAT en surco para Repollo-Tomate y en cama para Repollo-Zanahoria mantuvieron las mayores poblaciones de *Polybia* sp.

En las parcelas de observación, el tipo de vuelo espacial de los adultos de *P. xylostella* depende del tipo de parcela. En Repollo-Zanahoria prefiere volar en el mismo surco, mientras que en el monocultivo y Repollo-Tomate prefiere vuelos a surcos próximos. Los policultivos afectan el vuelo de los adultos según el tipo de planta, reducen el número de vuelos de Repollo a Repollo y aumentan el número de vuelos al cultivo secundario; Zanahoria reduce más la posibilidad de que *P. xylostella* termine su vuelo en una planta de Repollo. Sin embargo, los adultos tardan igual tiempo en Tomate ó Zanahoria, antes de llegar a Repollo.

Los policultivos no tienen efecto sobre la distancia de vuelo de los adultos, pero aumentan la movilidad de la plaga al registrar un mayor número de vuelos por minuto en policultivos que en monocultivos. Los cultivos asociados también alteran el tiempo de permanencia de *P. xylostella* en la planta de repollo ya que se tardan mayor tiempo en la planta cuando está en monocultivo Repollo. El cultivo secundario está disminuyendo en un 50 % la posibilidad de que *P. xylostella* permanezca en una planta de Repollo.

VARELA O. GREGORIO. 1991. Polyculture (Cabbage-Tomato; Cabbage-Carrots) and *Plutella xylostella* (L.) incidence and its natural enemies in Cabbage. Turrialba, Costa Rica. 122 p.

Key words: *Plutella xylostella*, polyculture, row, bed, planting date, cabbage, IPM-Cabbage Nicaragua, plant health.

SUMMARY

Polyculture systems of Cabbage-Tomato and Cabbage-Carrot showed lower *Plutella xylostella* population levels than for a Cabbage monoculture. The percentage of plants damaged by *P. xylostella* in polycultures was less than in monocultures; there was a direct relation with the pest population. *Polybia* sp. populations were greater in Cabbage monocultures than in polycultures for both associations. The population levels of the *Diadegma insulare* parasitoid was not different in monoculture and polyculture plots. The percentage of parasitism caused by *P. xylostella* larvae showed values between 24 and 37% in the Cabbage-Tomato association and 24 to 32% in Cabbage-Carrot. These levels did not differ between treatments.

Polycultures did not show any effect of spider populations in either experiment.

Different temporary and spatial arrangements maintained similar pest levels in both polycultures. Treatments of 10 DAT in the row for Cabbage-Tomato and in the bed for Cabbage-Carrot maintained higher *Polybia* sp. populations.

In observation plots, the type of spatial flight of *P. xylostella* adults depends on the type of plot. In Cabbage-Carrot they prefer to fly in the same row, while they prefer to fly in the adjoining rows in the monoculture and the Cabbage-Tomato one. Polycultures affect the adults' flight according to plant type, and the number of flights from Cabbage to Cabbage is reduced, while the number of flights to the secondary crop increases; the presence of Carrots further reduces the possibility that *P. xylostella* ends its flight on a Cabbage plant. However, adults spend the same amount of time in Tomatoes or Carrots before arriving at the Cabbage.

Polycultures have no effect on the adults' flight distance, but do raise the mobility of the pest by showing a greater number of flights per minute in polycultures than in monocultures. Associated crops also alter the *P. xylostella* stay on the Cabbage plant since they stay longer in the plant when it is in a Cabbage monoculture. The secondary crop lowers the possibility that *P. xylostella* stays on the Cabbage plant by 50%.

INDICE DE CUADROS

Número.....	Página
1. Factores que afectan los componentes del ataque de insectos (modificado de Southwood y Way 1970)....	15
2. Señales que ayudan a los insectos herbívoros en la búsqueda de sus plantas hospedantes (modificado de Southwood y Way 1970).....	17
3. Tratamientos evaluados en la asociación Repollo-Tomate	23
4. Tratamientos evaluados en la asociación Repollo-Tomate	24
5. Tratamientos donde se evaluó el comportamiento de los adultos de <i>P. xylostella</i>	26
6. Incidencia promedio de <i>Plutella xylostella</i> /planta en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991).....	41
7. Incidencia promedio de <i>Polybia</i> sp./parcela en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991).....	45
8. Incidencia promedio de <i>Diadegma insulare</i> /parcela en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991).....	48
9. Incidencia promedio de araña/planta en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo (Sébaco; 1991).....	52
10. Porcentaje promedio de plantas con daño fresco de <i>Plutella xylostella</i> en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1990).....	54

11. Incidencia promedio de <i>Plutella xylostella</i> / planta en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991).....	62
12. Incidencia promedio de <i>Polybia</i> sp./parcela en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991).....	66
13. Incidencia promedio de <i>Diadegma insulare</i> / parcela en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991).....	69
14. Incidencia promedio de araña/planta en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991).....	74
15. Porcentaje promedio de plantas con daño fresco de <i>Plutella xylostella</i> en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991).....	75
16. Componentes del rendimiento por tratamiento en la asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991).....	55
17. Ingresos económicos en dólares por cada tratamiento en la asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991).....	59
18. Componentes del rendimiento por tratamiento en la asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991).....	76
19. Ingresos económicos en dólares por cada tratamiento en la asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1989)....	79
20. Poblaciones de insectos y componentes principales del rendimiento de repollo en las asociaciones de Repollo-Tomate y Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1989)...	105
21. Comportamiento de los adultos de <i>P. xylostella</i> en parcelas de observación (Sébaco; 1989).....	105

INDICE DE FIGURAS

Número	Pagina
1. Datos de clima registrados durante el período de diciembre 1990 a marzo 1991.....	38
2. Incidencia de <i>Plutella xylostella</i> en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Tomate y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de larvas en 40 plantas por tratamiento.....	40
3. Incidencia de <i>Polybia</i> sp. en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Tomate y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de adultos en las 4 parcelas por tratamiento.....	44
4. Incidencia de <i>Diadegma insulare</i> en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Tomate y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de adultos en las 4 parcelas por tratamiento.....	47
5. Incidencia de arañas en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Tomate y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de adultos en 40 plantas por tratamiento.....	51
6. Incidencia de <i>Plutella xylostella</i> en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Zanahoria y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de larvas en 40 plantas por tratamiento.....	61
7. Incidencia de <i>Polybia</i> sp. en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Zanahoria y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de adultos en las 4 parcelas por tratamiento.....	65
8. Incidencia de <i>Diadegma insulare</i> en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Zanahoria y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de adultos en las 4 parcelas por tratamiento.....	68

9.	Incidencia de arañas en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Zanahoria y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de adultos en 40 plantas por tratamiento.....	73
10.	Distribución de vuelo espacial de <i>Plutella xylostella</i> en el mismo surco, a surco próximo y a surco largo en parcelas de policultivos y monocultivo repollo.....	83
11.	Distribución de vuelo de <i>Plutella xylostella</i> con base a la planta donde inicia y termina el vuelo en parcelas de policultivos y monocultivo repollo.....	86
12.	Probabilidad de que <i>Plutella xylostella</i> finalice su vuelo en una planta de repollo, tomate o zanahoria en parcelas de policultivos....	87
13.	Distribución de <i>Plutella xylostella</i> según el tiempo que permanece en plantas de tomate o zanahoria antes de llegar a una planta de repollo en parcelas de policultivos.....	89
14.	Distribución de <i>Plutella xylostella</i> según la distancia de vuelos que realiza en parcelas de policultivos y monocultivo repollo.....	91
15.	Distribución de <i>Plutella xylostella</i> según el número de vuelos por minuto que realiza en parcelas de policultivos y monocultivo repollo....	92
16.	Distribución de <i>Plutella xylostella</i> según el tiempo que permanece en cada estación (estancia en la planta) de acuerdo al tipo de parcela.....	94
17.	Distribución de <i>Plutella xylostella</i> según el porcentaje de tiempo que permanece en cada cultivo por parcela.....	97

INDICE DE ANEXOS

Número		Página
6A.	Valores de F de los contrastes del número de <i>Plutella xylostella</i> /planta en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco, 1991).....	116
7A.	Valores de F de los contrastes del número de <i>Polybia</i> sp./parcela en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco, 1991).....	116
8A.	Valores de F de los contrastes del número de <i>Diadegma insulare</i> /parcela en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco, 1991).....	117
9A.	Valores de F de los contrastes del número de araña/planta en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco, 1991).....	117
10A.	Valores de F de los contrastes del porcentaje de plantas con daño fresco de <i>Plutella xylostella</i> en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991).....	118
11A.	Valores de F de los contrastes del número de <i>Plutella xylostella</i> /planta en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco, 1991).....	118
12A.	Valores de F de los contrastes del número de <i>Polybia</i> sp./parcela en cada etapa fenológica del repollo, Repollo-Zanahoria (Sébaco, 1991).....	119
13A.	Valores de F de los contrastes del número de <i>Diadegma insulare</i> /parcela en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991).....	119

14A.	Valores de F de los contrastes del número de araña/planta en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo Zanahoria (Sébaco, 1991).....	120
15A.	Valores de F de los contrastes del porcentaje de plantas con daño fresco de <i>Plutella xylostella</i> en cada etapa fenológica del repollo en la asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991).....	120
16A.	Valores de F de los contrastes para componentes del rendimiento en la asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991).....	121
17A.	Valores de F de los contrastes para el ingreso económico en la asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991).....	121
18A.	Valores de F de los contrastes para los componentes del rendimiento en la asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991).....	122
19A.	Valores de F de los contrastes para el ingreso económico en la asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991).....	122

1. INTRODUCCION

El repollo (*Brassica oleraceae* L.) es la crucífera de mayor importancia en Nicaragua. Después del tomate es la hortaliza que más se consume en estado fresco, reportándose un consumo per cápita anual de 9.1 kg. (MICOIN 1982). Durante los últimos años la producción de repollo ha disminuido por condiciones agroecológicas, falta de insumos agropecuarios, problemas de crédito agrario, adaptabilidad de variedades y deficiente manejo del cultivo en combinación de una creciente problemática fitosanitaria. Zonas productoras de repollo como Pacaya (Región IV), que durante la década de los 70's se sembraba normalmente en época de primera (mayo - julio) y postrera (agosto - noviembre), en los años 80's se han visto obligados a concentrar la producción sólo en primera, ya que en postrera el fuerte ataque de bacteriosis *Xanthomonas campestris* p.v. *campestris* (Pammel) Dowson y los altos niveles poblacionales de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) causan grandes pérdidas. En la región VI (Matagalpa y Jinotega) también se reporta como principal plaga de repollo a *P. xylostella* y en segundo lugar a *Leptophobia aripa* (Boisd.) (Lepidoptera: Pieridae) (Guharay 1986).

El sobreuso de los plaguicidas como táctica de manejo de esta plaga ha provocado un desequilibrio ecológico, permitiendo el surgimiento de otros insectos plagas de carácter primario como son: *Ascia monuste* (L.) y *L. aripa*.

Prácticas agronómicas inadecuadas como el manejo de malezas han contribuido a agravar esta situación erosionando grandes áreas de terreno que en la actualidad han sido abandonadas.

Toda esta problemática pone de manifiesto que el manejo de plagas en el cultivo de repollo no debe depender de una sola táctica de control como ha sucedido hasta la fecha, aplicando plaguicidas en forma calendarizada sin ningún criterio ecológico y económico.

Los métodos de control basados en el sobreuso de agroquímicos no han mostrado ser eficientes y por el contrario en algunos casos han agravado el problema, representando riesgos para el ambiente y la salud de los seres vivos.

Los programas de manejo integrado de plagas pretenden precisamente combinar todas las tácticas de combate, de tal forma que se pueda garantizar la mayor producción y productividad de los cultivos sin dañar los recursos naturales y la estabilidad ecológica del medio ambiente. Tratando de responder a esta problemática en Nicaragua, se han realizado investigaciones sobre: prácticas culturales, umbrales económicos, prueba de productos y algunos estudios sobre el uso de cultivos asociados (policultivos), de esta forma obtener tácticas que permitan generar estrategias de manejo integrado de plagas para este cultivo.

En sistemas más especializados y por consiguiente más homogéneos como los monocultivos, la capacidad de reacción frente a factores adversos, como la presencia de una plaga o

una enfermedad, es mayor y por lo tanto su efecto puede significar mayores pérdidas en la producción.

La población de plaga en un cultivo es afectada por la diversidad de plantas presentes en el campo (Perrin 1977; Risch 1980; Risch *et al.* 1983).

Diversidad implica la creación de microambientes con su propia temperatura, luminosidad, humedad relativa, establecidos por la existencia de diferentes estratos, distancias de siembra y tipos de follaje, que obviamente afectan el comportamiento de los insectos (Prager y Castellano 1990).

Los vegetales poseen su sistema de defensa como son ciertas sustancias aleloquímicas que actúan como señales produciendo efectos repulsivos o antialimentarios en los insectos plaga. También emiten ciertas señales químicas o físicas para atraer a los enemigos naturales facilitando la ubicación de su hospedante.

Los niveles de población de una plaga tienden a ser menores en una comunidad diversa que en una simple. Root (1973) ha propuesto dos hipótesis para explicar este comportamiento de la población herbívora.

La hipótesis de "concentración de recursos", esto es que la mayor cantidad de plantas hospedantes presentes en monocultivo permiten una rápida colonización y reproducción de la plaga comparada con la de policultivos, es una relación entre el insecto plaga y su planta hospedante.

La hipótesis de "enemigos naturales", establece que la menor abundancia de herbívoros en una comunidad diversa, es el resultado de una mayor densidad poblacional y efectividad de sus parásitos y depredadores.

En este estudio se pretende estimar el efecto que tiene sembrar el repollo con cultivos asociados, como tomate y zanahoria, sobre la población de larvas de *P. xylostella* y sus enemigos naturales.

1.1 Objetivos

Determinar el efecto del policultivo Repollo-Tomate en la población de larvas de *P. xylostella* y sus enemigos naturales en el cultivo de repollo.

Determinar el efecto del policultivo Repollo-Zanahoria en la población de larvas de *P. xylostella* y sus enemigos naturales en el cultivo de repollo.

Determinar el efecto de los policultivos Repollo-Tomate; Repollo-Zanahoria sobre el comportamiento de los adultos de *P. xylostella*.

1.2 Hipótesis

Sembrar el repollo en asocio con el cultivo de tomate tiene efecto sobre la incidencia de larvas de *P. xylostella* y sus enemigos naturales en el cultivo de repollo.

Sembrar el repollo en asocio con el cultivo de zanahoria tiene efecto sobre la incidencia de larvas defoliadoras y sus enemigos naturales en el cultivo de repollo.

El comportamiento de los adultos de *P. xylostella* en parcelas de policultivos es diferente que en parcelas de monocultivo de repollo.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Problemática de producción

El cultivo de las hortalizas es uno de los rubros de mayor riesgo debido a sus altos costos de producción, a la gran inestabilidad de sus precios en el mercado y a la poca posibilidad de predecir el ataque de plagas (Rosset 1986). Toda la producción hortícola es destinada a satisfacer la demanda del mercado local. Debido a que se mantiene una demanda sostenida durante el año, en algunos meses esta producción no es suficiente y el valor de las hortalizas alcanza precios elevados, convirtiéndolos en cultivos muy rentables; por otro lado las importaciones no planificadas, así como la producción concentrada en algunos períodos del año abarrotan los mercados, bajando el precio de los productos provocando cuantiosas pérdidas al productor.

El repollo es un caso típico de este comportamiento. A pesar de la gran demanda que existe en el mercado, su producción no corresponde con esta demanda, ya que por lo general se cultiva en secano. En la época de verano, el área cultivada se reduce a las zonas más altas de Jinotega y algunas áreas con riego de Estelí, Matagalpa y Jinotega (PAN 1984); la necesidad de enero-julio no es satisfecha. La alta producción a nivel nacional en agosto-septiembre satura los mercados, provocando fluctuaciones anuales en el precio del producto hasta en un 300 %, convirtiéndose en un cultivo de alto riesgo en algunas épocas y de altas ganancias en otras.

Según MIDINRA (1984) a nivel nacional la producción se distribuye en la siguiente forma:

Estelí	25.5 %
Carazo	22.0 %
Matagalpa	14.0 %
Jinotega	27.0 %
Otros	11.5 %

La producción de repollo está en manos de pequeños y medianos productores, y cooperativas, representando para ellos una significativa fuente de ingresos para la estabilidad económica familiar. Sin embargo, no cuentan con los mejores medios para producir.

Los factores que mayormente limitan la producción son: adaptabilidad de variedades, mecanismos de comercialización, deficiente manejo del cultivo y problemas fitosanitarios. Las principales plagas insectiles son: *P. xylostella*, *L. aripa*, *Hellula phydelialis* (Walk.) (Lepidoptera: Pyralidae), y *Ascia monuste* (L.) (Lepidoptera: Pieridae). La enfermedad más importante es la "mancha bacteriana" *Xanthomonas campestris* p.v. *campestris*, (Guharay 1986; Calderón 1984a).

El problema de plagas se ha acentuado en los campos repolleros debido a un mal uso de los plaguicidas, lo que ha provocado eliminación de la fauna benéfica y surgimiento de nuevas plagas, como *A. monuste* y *L. aripa*. En 1981 en la zona de Pacaya hubieron pérdidas totales del cultivo a causa del ataque de larvas de lepidópteros, áfidos y minadores. Para

octubre de 1982 ocurrieron pérdidas en la misma zona por el ataque de *P. xylostella* e igual situación se repitió en 1983 en la zona del Crucero (Región III, Managua), donde se perdieron aproximadamente 30 manzanas, por esta misma causa (Calderón 1984b).

Guharay (1986) en una caracterización sobre la producción de hortalizas en la Región VI (Matagalpa-Jinotega), calificó a *Plutella* como principal problema fitosanitario en repollo, la que se encontró presente en un 66% de las fincas muestreadas, con un porcentaje de plantas afectadas del 75% y una intensidad de daño de siete en una escala de 0 a 10. También clasificó a *Leptophobia* como segundo problema, presente en un 33% de las fincas, con un 90% de plantas dañadas y una intensidad de daño de ocho en una escala de 10.

En 1987 se informa que algunos de los productos utilizados contra *P. xylostella* como metamidofos (tamarón), methomil (lannate) y decametrina (decis) ya no son efectivos (Varela 1987). En el ciclo 88-89, en la zona de Pacaya, se registraron pérdidas totales (20 manzanas) por la misma plaga y la presencia de *X. campestris*.

P. xylostella es reportada como la principal plaga de repollo en el Continente Americano; en Honduras (Secaira y Andrews, 1987); en Costa Rica (Ugalde et al. 1983); en Nicaragua (Guharay 1986); en Venezuela (Salinas 1986) y en Canadá, (Harcourt 1960).

2.2 Biología de insectos

Biología de *Plutella xylostella*

P. xylostella (Lepidoptera: Plutellidae), conocida como la palomilla de la col o palomilla del dorso de diamante, afecta a los cultivos de la familia de las crucíferas, especialmente al repollo, coliflor, brócoli y el rábano. La hembra pone los huevos en forma individual en el envés de la hoja o en la cabeza del repollo donde las larvas eclosionan en 3 a 6 días. La larva tiene movimientos bruscos cuando se le toca se deja colgar por un hilo. Es verde y pasa en este estado entre 10 y 12 días, empupa en las hojas donde se cubre con un capullo blanco, y tarda de 4 a 6 días. La hembra adulta pone un promedio de 100 huevos, y tiene un ciclo vital de 25 a 45 días (Andrews 1984).

En condiciones de laboratorio, Ochoa *et al.* (1989) reportaron que el ciclo de vida tarda un promedio de 17,15 días con un rango entre 14-22 días a temperaturas de 19 a 22 °C.

Biología de *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae)

D. insulare (Cresson) es un endoparásito solitario obligado que ataca larvas de *P. xylostella* preferiblemente del segundo y tercer estado, emergiendo de la prepupa (Cordero y Cave 1990). Su nivel de parasitismo no ejerce un control absoluto sobre las poblaciones de esta plaga (CATIE, 1988). La hembra de este parásito copula inmediatamente

después de emerger del cocón y busca entre las hojas de repollo larvas del segundo y tercer estado y en ellas oviposita un solo huevo; las larvas parasitadas continúan alimentándose hasta completar su desarrollo larval. La larva del parasitoide se alimenta de los tejidos internos del hospedante y al final del ciclo *P. xylostella* empupa pero dentro de ella el parasitoide también forma su propia pupa que es fácilmente distigible como un punto negro dentro de la pupa (Ochoa et al. 1989).

Los mismos autores reportan que en condiciones de laboratorio el ciclo de vida de *D. insulare* tardó 16,34 días, existiendo una aparente sincronía entre este y el de *P. xylostella* con 17,15 días.

Biología de arañas

Las arañas pertenecen al filo Arthropoda, subfilo Chelicerata, la clase Arachnida, orden Araneae, subordenes Orthognatha y Labidognatha. Constituyen un importante grupo de depredadores en el continente americano. Debido a su gran abundancia y a que su dieta consiste casi exclusivamente de insectos, las arañas constituyen un importante factor de mortalidad de estos. Generalmente las arañas son depredadores polípagos que capturan prácticamente todo lo que puedan atrapar incluyendo insectos parasitoides, depredadores y polinizadores. Sin embargo, los entomólogos han prestado poca importancia a la acción y posible contribución de las arañas. Esto se debe en parte a su inhabilidad para regular las

poblaciones de un insecto plaga, justamente por ser depredadores polífagos o por su incapacidad de responder numéricamente a los cambios de densidad poblacional de su presa. También contribuye el hecho de que sólo tienen una generación por año y por lo tanto no pueden incrementar su población como una respuesta a un súbito aumento en la densidad poblacional de una determinada presa, tal como sucede con insectos parasitoides y algunos depredadores. Pero algunas arañas, sobre todo las que tejen, pueden aumentar su consumo de insectos a medida que la abundancia de estos aumenta. A menudo, una araña saciada muere, envuelve y almacena presas extras aunque jamás llegue a consumirlas. Son muchas las estrategias de las cuales se valen las arañas para capturar a sus presas. Existen algunas que tejen y se trasladan durante parte del día a refugios contruídos a corta distancia de la tela, manteniendo un permanente contacto con ésta mediante una o más hebras de seda. Las telas son utilizadas para confundir a sus presas. Si el insecto es pequeño la araña lo atrapa inmediatamente y se lo come en el acto, pero si es grande y de cuidado la araña procede a enredarlo con seda y durante este proceso la araña inmoviliza a su presa mediante rápidas mordidas. Cuando está bien envuelta e indefensa, la araña se la lleva al centro de la tela para devorarla o si no, la deja adherida a la tela hasta sentir hambre.

Aunque las arañas son buenos colonizadores, la corta duración de los cultivos anuales, añadido al frecuente uso de

insecticidas, no permite que estas logren alcanzar el alto grado de abundancia que es posible en cultivos perennes. La comunidad de arañas actúa como un mecanismo de amortiguación, el cual contribuye a evitar desequilibrios que pudieran conducir al incremento excesivo de algunas especies de insectos plagas.

2.3 Características de los enemigos naturales

Quezada (1988) reportó que las siguientes características de los enemigos naturales son buenas.

Depredador

La capacidad de búsqueda de la presa es una cualidad importante. Un buen depredador es un organismo activo que se mueve con efectividad para localizar y devorar la presa, usualmente requiere mayores densidades de presa para funcionar efectivamente. La búsqueda, encuentro y destrucción de la presa siguen una secuencia de comportamiento: selección del hábitat, encuentro de la presa, aceptación y adecuación a la misma. En cada una de estos pasos el benéfico usa mecanismos como quimio-recepción, visuales táctiles o emisión de sustancias tóxicas hasta culminar con la ingestión de la presa.

Parasitoides

Una relación parasitoide-hospedante necesita que ambos elementos coincidan en lo estacional, geográfico y ecológico. La habilidad para encontrar los hospedantes, sobre todo en relación a su densidad, es una característica esencial de

buenos agentes de control biológico y esto depende de factores como: poder de sobrevivencia, agresividad y persistencia.

La emergencia de los parasitoides ocurre generalmente por la mañana y la hembra recién emergida, sea que copule o no; está bien equipada para buscar y encontrar hospedantes y reproducirse. Un parasitoide efectivo tiene que estar sincronizado en el tiempo y espacio con el hospedante. Todo esto es el resultado de todo un proceso de coevolución parasitoide-hospedante. El impacto de los enemigos naturales en las poblaciones de insectos plagas va desde su efecto menor y temporal hasta el control permanente.

Uno de los principales parasitoides de *P. xylostella* es *D. insulare*. En Costa Rica se reportaron niveles de parasitismo de 7,6 a 16%; 36% para época lluviosa y 7% para la estación seca. En el mismo país se registraron 7% para lotes de repollo sin malezas y 5% en lotes con malezas (Hernández 1988; Ochoa et al. 1989; Carballo et al. 1989; Carballo y Quezada 1988).

En Honduras Cordero y Cave (1990) informaron que el nivel de parasitismo en *P. xylostella* por *D. insulare* en la zona del Zamorano fue de 23,2; 26,9 y 29,3%; reportándose para la zona de Tatumbla niveles de 18.5; 23 y 28%.

2.4 Uso de policultivos (cultivos asociados) para el manejo de plagas

Existen muchas evidencias en cuanto a la ventaja del uso de policultivos en el control de plagas. En el trópico los cultivos asociados son utilizados con mucha regularidad por lo que sería interesante determinar su importancia y su aplicación práctica (Howell y Andrews 1987).

Los enemigos naturales existentes en un cultivo es un factor que afecta la supervivencia, el desarrollo y la reproducción de un insecto plaga. También las sustancias que contienen algunas plantas pueden afectar la colonización y establecimiento de una especie de insecto, favoreciendo la emigración hacia otros lugares, por ejemplo, al tomate se le atribuye la cualidad de repelente. En el cuadro 1 se muestran otros factores que afectan el grado de ataque de las plagas.

Según Rosset (1988) los insectos herbívoros utilizan diferentes señales o indicadores para localizar sus hospedantes, una plantación que tenga la señal correcta es atractiva para el insecto.

Hassell y Southwood (1978) indican que la búsqueda de una planta hospedante comprende dos fases: la búsqueda a larga distancia del hábitat y en segundo lugar la selección y aceptación o rechazo a corta distancia de la planta individual.

Cuadro 1. Factores que afectan los componentes del ataque de insectos (modificado de Southwood y Way 1970)

=====

Factores que afectan la invasión:

- Número de invasores potenciales
- Distancia entre el cultivo y la fuente de invasión
- Condiciones climáticas para migración e invasión
- Grado de atracción que ejerce el cultivo

Factores que afectan la supervivencia, el desarrollo y la reproducción

- Calidad nutricional y cantidad de los alimentos
- Elementos climáticos
- Plaguicidas
- Enemigos naturales
- Competidores de la misma y de otra especie

Factores que afectan la emigración del cultivo

- Calidad y cantidad de alimentos
- Diversidad de plantas en el cultivo
- Densidad de competidores
- Repelentes
- Número de sobrevivientes

=====

Fuente: Rosset (1988); Revista MIP-CATIE # 10

Risch et al. (1983) afirmaron que la reducción de plagas en los cultivos asociados es el resultado de la acción de los enemigos naturales y al efecto disturbador que ejerce la planta no hospedante en el proceso de captación de señales por parte del insecto que le ayudan a localizar a su hospedante preferido.

La densidad y arreglo de siembra de los cultivos afecta la capacidad óptica del insecto en el proceso de selección de la parcela a larga distancia; el color y olor, así como el tamaño y forma de la planta alteran la capacidad olfatoria y óptica del insecto a nivel de la planta individual.

En el cuadro 2 se enumeran algunas de las señales que contribuyen a la localización de la planta hospedante.

Los cultivos mixtos (policultivos o cultivos intercalados) son definidos como la siembra de más de un cultivo en el campo simultáneamente. Bajo los cultivos intercalados hay cuatro categorías (Vandermeer 1989).

1. Cultivos intercalados: crecimiento de dos o más cultivos simultáneamente sin distinción de un arreglo en surcos.
2. Cultivos intercalados en surco: crecimiento de dos o más cultivos simultáneamente donde uno o más cultivos son sembrados en surco.
3. Cultivos intercalados en franja: crecimiento de dos o más cultivos simultáneamente en diferentes franjas de ancho suficiente para permitir independencia en las labores de cultivo.
4. Cultivos intercalados en reemplazo: crecimiento de dos o más cultivos simultáneamente durante parte del ciclo de vida de cada uno. Esta forma de cultivos intercalados podría incluir las otras tres anteriores como subconjuntos, ya que la variable de caracterización primaria es el tiempo.

Este sistema de cultivos es muy adecuado para agricultores de bajos recursos y que manejan cultivos de alto riesgo económico como el repollo; les permitiría obtener una

variedad de productos y así lograr mayor opción de retorno económico aunque el precio de uno de ellos sea bajo.

Cuadro 2. Señales que ayudan a los insectos herbívoros en la búsqueda de sus plantas hospedantes (modificado de Southwood y Way 1970)

Selección de:	Tipo de señal	Respuesta a:
El hábitat (la parcela cultivada)	Optica	- Colores y contrastes de colores en la parcela cultivada - Tamaño y forma de la parcela - Densidad y arreglo de siembra
	Olfatoria	- Olores de la parcela
La planta individual	Optica	- Color de la planta o de ciertos órganos de la planta - Tamaño y forma de la planta
	Olfatorias	- Olor de la planta
	Gustativa	- Sabor de la planta
	Táctil	- Textura del órgano atacado

Fuente: Rosset (1988); Revista MIP-CATIE # 10

Esta táctica no tiene solamente consecuencias socioeconómicas, sino que afecta también la interacción de las especies de insectos y los cultivos en el campo. Factores

como apariencia, olor, sabor y textura de las plantas afectan la dinámica poblacional de los insectos al influir en la colonización del cultivo por las especies plagas.

También el cultivo secundario al actuar como barrera física o por características fisiológicas y químicas de la planta puede actuar como repelente y afectar el desarrollo y sobrevivencia de insectos en el cultivo.

Las ventajas del sistema de policultivos han sido demostradas para muchos cultivos como el tomate-frijol en que el nivel de daño de larvas de *Heliothis* spp. y *Spodoptera* spp. fue mayor en el monocultivo que en el policultivo. También se informa que en un estudio de validación con el mismo sistema de policultivo el número promedio de larvas de *Spodoptera sunia* (Guen.) fue 20 veces más alto en el tomate como monocultivo que en el policultivo (Rosset et al. 1985; Rosset et al. 1987). En cultivos mixtos de repollo y tomate, la oviposición por *P. xylostella* es más baja que en un monocultivo de repollo. Se conoce que el olor del tomate afecta las hembras de la palomilla (Den Belder y Sediles 1985).

Varela y Guharay (1988) reportaron que las poblaciones de *P. xylostella* en el sistema Repollo-Zanahoria fueron más bajas que en monocultivo, resultando en menos aplicaciones para proteger el cultivo; sin embargo, no se observó ningún efecto del policultivo sobre la incidencia de *L. aripa*.

Resultados similares obtuvieron Guadamuz y Guharay (1989); encontrando que el policultivo repollo tomate reduce

las poblaciones de *F. xylostella* produciendo cabezas de alta calidad, pero el policultivo Repollo-Zanahoria y Repollo-Tomate no tiene efecto significativo sobre las poblaciones de *A. monuste* en repollo.

La diversidad de recursos de una comunidad afecta el nivel de población de insectos plaga presente; mientras mayor sea la diversidad y la abundancia de enemigos naturales, mayor tiende a ser la estabilidad en las poblaciones insectiles que habitan un determinado ecosistema y viceversa (Bach 1980; Risch et al. 1982; Chiri 1989).

Root (1973) ha propuesto dos hipótesis para explicar estos efectos: La primera hipótesis es llamada "hipótesis de los enemigos naturales", ésta explica que la abundancia de enemigos naturales (parásitos y depredadores) en este tipo de comunidad puede controlar de mejor forma las poblaciones de insectos herbívoros que en monocultivos. Las asociaciones de cultivos crean condiciones favorables a los enemigos naturales disminuyendo la probabilidad de que se marchen a otras localidades. Estas condiciones incluyen:

1. Mayor distribución espacial y temporal de las fuentes de nectar y polen, ambas incrementan la atracción de enemigos naturales y su potencial reproductivo.
2. Una mayor cobertura del suelo debido a un medio ambiente más diverso; de mucho valor particularmente para los depredadores nocturnos.
3. El incremento de la riqueza de herbívoros, provee alternativas hospedante-presa cuando otros hospedante-presa

son escasos o están en estados del ciclo de vida no apropiados para el enemigo natural.

La segunda hipótesis llamada "hipótesis de concentración de recursos" estima que la mayor concentración de recursos de plantas hospedantes ofrecidas en monocultivo, comparada con una comunidad diversa causará que los herbívoros especialistas tengan:

1. Una mayor tasa de colonización
2. Mayor tasa de reproducción
3. Un mayor tiempo de permanencia en comunidades simples que en comunidades complejas.

Según estas dos hipótesis, Los insectos monófagos (especialistas como *P. xylostella*) deben ser menos abundantes en un sistema diversificado; los insectos polífagos deben ser también menos abundantes si los enemigos naturales tienen un control efectivo en la población de plaga (Risch et al. 1982).

P. xylostella que es considerada una plaga especialista de crucíferas tendrá más problemas para encontrar su planta hospedante en policultivos que en monocultivo. Por lo tanto, es importante conocer el patrón de movimiento de *P. xylostella* en mono y policultivo.

Bach y Tabashnik (1990) en un estudio sobre el efecto de plantas no hospedantes (tomate) sobre la densidad y tasa de parasitismo de *P. xylostella* en Hawaii encontraron que en monocultivo repollo había mayor densidad de larvas, menor número de larvas parasitadas por *Cotesia plutellae*

(Kurdjumov) y menor porcentaje de parasitismo comparado con las parcelas de repollo intercaladas con tomate. Estos autores sugirieron que el cultivo secundario tiene un efecto directo e indirecto sobre la plaga: el directo es la relación entre el insecto plaga y la planta no hospedante al no proporcionarle al insecto la posibilidad de que se establezca o reproduzca en el cultivo; el indirecto es la influencia que tiene la planta no hospedante sobre el tamaño y la calidad de la planta hospedante (competencia) afectando con ello la calidad de alimentación de la plaga. De estos dos efectos, el directo se encontró más importante que el indirecto ya que la reducción de plagas por esta causa es más rápida que en el segundo caso.

Power (1987) reportó que la abundancia de salta hojas por planta y la incidencia del achaparramiento del maíz fue menor en maíz en monocultivo en densidades altas que en monocultivo en densidades bajas. Así también al aumentar la diversidad de plantas con especies no hospedantes como frijol y malezas hubo una disminución en la cantidad de salta hojas y la incidencia de la enfermedad. Todos estos resultados de investigaciones señalan la posibilidad de utilizar el sistema policultivo en repollo como una táctica que, junto a otras, podría formar parte de una estrategia integral que permita manejar las poblaciones de defoliadores de repollo a niveles económicamente permisibles.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del experimento

Este estudio se realizó en la Estación Experimental Hortícola "Raul González" del Valle de Sébaco, Departamento de Matagalpa (Región VI) de la República de Nicaragua. El Centro se localiza en la parte noroeste del valle, a una latitud de 12° 15' norte y una longitud de 86° 14' oeste a 470 msnm; temperaturas medias durante el período de ensayo de 24 °C; humedad relativa 36 a 100 %, y con precipitaciones mínimas (figura 1). Los suelos en la estación experimental pertenecen a la serie San Isidro clase III, derivados de material calcáreo y sedimentos aluviales, con perfil tipo A C, son profundos, con drenaje interno imperfecto, planos con pendientes menores del 8%; pH de 6.4, son bajos en nitrógeno, y altos en fósforo y potasio (Marín 1988).

Los trabajos de campo se efectuaron en época de Apante, bajo condiciones de riego; iniciándose el 21 de noviembre de 1990 y finalizando el 25 de marzo de 1991.

El estudio comprende tres experimentos: 1) asociación Repollo-Tomate; 2) asociación Repollo-Zanahoria y 3) parcelas de observación de las dos asociaciones más una de monocultivo repollo.

3.2 Descripción de los tratamientos

Para los experimentos de Repollo-Tomate y Repollo-Zanahoria, los tratamientos son distintas formas de asociar

el repollo como cultivo principal con un cultivo secundario; su estructura es un factorial $2 * 2 + 1$; dos factores espaciales y dos temporales de los cultivos más un tratamiento de monocultivo repollo.

Factor espacial: - Sembrar en cada cama (era) un surco de repollo y un surco de tomate o zanahoria.
- Sembrar en una cama dos surcos de repollo en otra dos surcos de tomate o zanahoria.

Factor temporal: - Sembrar el tomate o la zanahoria 10 DAT del repollo
- Sembrar el tomate o la zanahoria 30 DAT

En el experimento de parcelas de observación únicamente se consideró el factor espacial surco y el factor temporal de sembrar el cultivo secundario 10 días antes del transplante de repollo.

3.2.1 Tratamientos experimento de Repollo-Tomate

Cuadro 3. Tratamientos evaluados en la asociación Repollo-Tomate (Nov-90--Mar-91)

CULTIVOS	ARREGLO ESPACIAL	ARREGLO TEMPORAL
REPOLLO	Monocultivo de repollo	Trasplante 0 días
REP-TOMATE	1 Surco de repollo 1 Surco de tomate	Trasplante 0 días Siembra -10 días
REP-TOMATE	1 Cama de repollo 1 Cama de tomate	Trasplante 0 días Siembra -10 días
REP-TOMATE	1 Surco de repollo 1 Surco de tomate	Trasplante 0 días Siembra -30 días
REP-TOMATE	1 Cama de repollo 1 Cama de tomate	Trasplante 0 días Siembra -30 días

3.2.2 Diseño experimento Repollo-Tomate

Los tratamientos se distribuyeron en el campo en un bloque completo al azar (BCA) con 4 repeticiones, cada parcela experimental constó de 6 camas, de un ancho total de 1.5 metros (1 metro de ancho arriba y 0.25 de talud a cada lado) y 6 metros de largo.

Ancho de parcela experimental: $1.5\text{m} \times 6 = 9\text{m}$

Area parcela experimental = $9\text{ m} \times 6\text{m} = 54\text{ m}^2$

Tamaño de 1 bloque: $54\text{ m}^2 \times 5\text{ (trat)} = 270\text{ m}^2$

Area entre bloques: $45 \times 1 \times 3 = 135\text{ m}^2$

Area de bloques: $270 \times 4 = 1080\text{ m}^2$

Area total del experimento: $1080\text{ m}^2 + 135\text{ m}^2 = 1215\text{ m}^2$

Parcela útil: Las dos camas centrales (4 metros centrales/cama)

3.2.3 Tratamientos experimento Repollo-Zanahoria

Cuadro 4. Tratamientos evaluados en la asociación Repollo-Zanahoria (Nov.90--Mar.91)

CULTIVOS	ARREGLO ESPACIAL	ARREGLO TEMPORAL
REPOLLO	Monocultivo de repollo	Trasplante 0 días
REP-ZAN	1 Surco de repollo 1 Surco de zanahoria	Trasplante 0 días Siembra -10 días
REP-ZAN	1 Cama de repollo 1 Cama de zanahoria	Trasplante 0 días Siembra -10 días
REP-ZAN	1 Surco de repollo 1 Surco de zanahoria	Trasplante 0 días Siembra -30 días
REP-ZAN	1 Cama de repollo 1 Cama de zanahoria	Trasplante 0 días Siembra -30 días

3.2.4 Diseño experimento de Repollo-Zanahoria

El diseño experimental de Repollo-Zanahoria fue igual a Repollo-Tomate.

3.2.5 Experimento parcelas de observación

Se sembraron tres parcelas de observación, una de monocultivo Repollo; otra de Repollo-Tomate y la tercera de Repollo-Zanahoria. En la de monocultivo fueron transplantados dos surcos de repollo por cama; en los otros casos se colocó un surco de repollo y otro del cultivo secundario (tomate o zanahoria, cuadro 5). Se sembró a una distancia de 0.5 m entre surcos; 0.5 m entre plantas de repollo; 0.30 m entre plantas de tomate y 0.05 m entre plantas de zanahoria.

Cuando el ensayo estuvo establecido (15 días después del transplante) se procedió a cuadrricular el campo; cada parcela fue dividida en cuadrantes asignándole un número del 1 al 25 a cada uno de ellos, cada cuadrante estaba compuesto de dos camas de ancho por dos metros de largo; de manera que de acuerdo a la distancia de siembra establecida, en un cuadrante de monocultivo repollo existían 16 plantas; para uno de Repollo-Tomate, 8 plantas de repollo (4 plantas/surco) y 14 plantas de tomate (7 plantas/surco) y en el caso de la zanahoria se tenían 8 plantas de repollo y 80 plantas de zanahoria (40 plantas/surco). Este experimento no se estableció bajo un diseño en el campo y solamente tenía una repetición.

Cuadro 5. Tratamientos donde se evaluó el comportamiento de los adultos de *Plutella* (Nov.90--mar.91).

CULTIVOS	ARREGLO ESPACIAL	ARREGLO TEMPORAL
REPOLLO	Monocultivo de repollo	Trasplante 0 días
REP-TOMATE	1 Surco de repollo 1 Surco de tomate	Trasplante 0 días Siembra -10 días
REP-ZAN	1 Surco de repollo 1 Surco de zanahoria	Trasplante 0 días Siembra -10 días

Tamaño de la parcela experimental: 10 camas de 1.5 m de ancho y 10 m de largo.

Area parcela experimental: 150 m²

Area total del ensayo: 450 m²

3.3 Variables medidas

3.3.1 Experimentos asociación Repollo-Tomate; Repollo-Zanahoria

Variables: insectos

A los cinco días después de transplantado el repollo (DDT) se marcaron 10 plantas de repollo al azar por parcela útil y a los ocho DDT se iniciaron los recuentos de plagas dos veces por semana en las 10 plantas seleccionadas, midiendo las siguientes variables:

- Número de larvas vivas de *P. xylostella* por planta
- Número de adultos de *Polybia* sp. por parcela
- Número de adultos de *D. insulare* por parcela
- Número de adultos araña por planta

- Porcentaje de plantas con daño fresco de *P. xylostella*
- Porcentaje de parasitismo de *P. xylostella*

El porcentaje de parasitismo fue medido a los 55, 75 y 85 DDT, recolectando 10 pupas y/o larvas del cuarto estado en las cuatro camas bordes de cada parcela experimental, y fueron llevadas al laboratorio de la Escuela de Sanidad Vegetal (ESAVE) de la Universidad Nacional Agraria donde se colocó una larva por vaso, hasta observar si de ellas salía un parasitoide o un adulto de *P. xylostella*. Los especímenes de los parasitoides fueron enviados al museo de la ESAVE y al proyecto MIP-CATIE para su debida identificación.

Variables de cosecha

La cosecha se realizó en el área de la parcela útil midiendo las siguientes variables:

- Número de cabezas de repollo formadas por hectárea
- Peso por cabeza (tomando 10 cabezas)
- Precio por cabeza
- Daño foliar, medido de dos formas:

a. A cada una de las 10 cabezas cosechadas se le registró su grado de daño de acuerdo a la escala de Chalfant y Brett (1965).

1. Sin daño aparente de insectos
2. Con ataque menor de insectos en hojas envolventes (0-1% de la hoja dañada)

3. Con ataque moderado de insectos en hojas envolventes pero sin daño en la cabeza (2-5% de la hoja dañada)
4. Con ataque moderado de insectos en hojas envolventes y ataque menor en la cabeza (6-10% de daño en la hoja)
5. Moderado a fuerte ataque en las hojas envolventes y en las hojas de la cabeza (11-30% de la hoja dañada)
6. Considerable ataque de insectos en las hojas envolventes y en las hojas de la cabeza, presentando numerosas raspaduras en la cabeza (más del 30% de daño).

b: Se tomaron tres cabezas de repollo por parcela útil y de cada cabeza cinco hojas y por medio de un medidor de área foliar se tomó su porcentaje de área foliar dañada.

Esta máquina (LI COR modelo: LI-3100) mide el área en centímetros cuadrados según la cantidad de luz que no permite pasar; cada hoja de repollo se dibujó en un papel. Tanto al papel como a la hoja de repollo se le midió el área estimando el porcentaje de área foliar dañada de la siguiente manera:

Porcentaje de área foliar dañada es igual a:

$$\frac{(\text{Area de papel} - \text{Area de hoja repollo}) * 100}{\text{Area de papel}}$$

Además se midieron las siguientes variables:

- Número de cajas de tomate
- Precio por caja de tomate
- Número de sacos de zanahoria
- Precio por saco de zanahoria

Los precios de repollo, tomate y zanahoria son valoraciones de las hortalizas en el campo del productor.

3.3.2 Experimento de parcelas de observación

A los quince DDT se inició el registro del movimiento de los adultos de *F. xylostella*; se registraron 40 insectos por parcela, se definió como estación a la posición del insecto, tomando como estación número uno aquélla a partir de la cual se comenzaba a registrar su movimiento; en cada estación se utilizó la siguiente clave:

Número de cuadrante; número y tipo de planta/tiempo de permanencia. El recuento se trató de hacer en las horas de mayor movimiento de los adultos (6-10 a.m. y 2-6 p.m.).

Variables

- Vuelo espacial entre surcos:

SUR-SUR = Vuelos en el mismo surco

SUR-SPR = Vuelos a surco próximo (surco lateral)

SUR-SLA = Vuelos a surco largo (más allá del surco lateral)

- Tipo de vuelo según planta:

R-R = Repollo a Repollo

R-T = Repollo a Tomate

T-R = Tomate a Repollo

T-T = Tomate a Tomate

R-Z = Repollo a Zanahoria

Z-R = Zanahoria a Repollo

Z-Z = Zanahoria a Zanahoria

- Número de veces que el vuelo terminó en:

Repollo

Tomate

Zanahoria

- Tiempo total para llegar a una planta de repollo:

Esto se estimó sumando todos los tiempos/estación que el insecto tenía después de haber partido de una planta de repollo o una planta del cultivo secundario antes de llegar a la nueva planta de repollo.

- Distancia de vuelo en metros

- Número de vuelos por minuto

- Tiempo de permanencia en cada estación

3.4 Análisis estadístico

3.4.1 Experimentos Repollo-Tomate; Repollo-Zanahoria

Insectos

Por cada registro de *P. xylostella* y arañas de las 10 plantas muestreadas se sacó un promedio por planta por unidad experimental, los que se transformaron a la raíz cuadrada de $X + 0.5$, haciendo un análisis de varianza en parcelas divididas en el tiempo donde los tratamientos son las parcelas grandes y los niveles de insectos en cada fecha de recuento son las subparcelas, utilizando el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = U + B_k + T_i + \epsilon_{ik} + F_j + (TF)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

U = Media poblacional

B_k = Efecto del k-ésimo bloque

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

ϵ_{ik} = Componente aleatorio del error, asociado con el i -ésimo tratamiento en la parcela grande en el k -ésimo bloque [Error (a)]

F_j = Efecto del j -ésimo recuento (fecha)

$(TF)_{ij}$ = Interacción del i -ésimo tratamiento con el j -ésimo recuento

ϵ_{ijk} = Componente aleatorio del error, asociado al ijk -ésimo recuento en el k -ésimo bloque.

En relación a *Polybia* y *D. insulare* se registró el número de insectos por parcela debido a su gran movilidad en el campo, el porcentaje de plantas con daño fresco también fue analizado bajo el modelo estadístico de los insectos.

Los datos se analizaron con el ANDEVA considerando tanto todas las fechas, así como separándolas por etapa fenológica del cultivo de repollo:

Crecimiento vegetativo = 0 - 40 DDT

Preformación de cabeza = 40 - 60 DDT

Formación de cabeza = 60 - 80 DDT

Para cada caso se estimaron los promedios de las variables y los tratamientos fueron comparados entre ellos por medio de contrastes ortogonales (Steel y Torrie 1988).

Contrastes:

	Monocul. Repollo	Polic. 10ADT;surc	Polic. 10DAT;cam	Polic. 30DAT;surc	Polic. 30DAT;cam
Monocul. vs. Policul.	4	-1	-1	-1	-1
Surco vs. Cama.	0	1	-1	1	-1
10 DAT vs. 30 DAT.	0	1	1	-1	-1
Interacción	0	1	-1	-1	1

DAT = Días antes que sea transplantado el repollo.
 Policul = Repollo-Tomate o Repollo-Zanahoria.

Cosecha

Todas aquellas variables que necesitaron transformación se les aplicó la raíz cuadrada de $X + 0.5$ y se llevó a cabo un ANDEVA bajo el modelo:

$$Y_{ij} = U + B_j + T_i + \epsilon_{ij}$$

Se estimaron sus promedios, comparando los factores de los tratamientos por medio de contrastes ortogonales (utilizando los mismos coeficientes utilizados en el modelo de los insectos), sin embargo, para aquellas variables originadas del cultivo secundario se usaron los siguientes contrastes:

	Polic. 10ADT;surco	Polic. 10DAT;cama	Polic. 30DAT;surco	Polic. 30DAT;cama
Surco Vs. Cama.	1	-1	1	-1
10 DAT Vs. 30 DAT.	1	1	-1	-1
Interacción	1	-1	-1	1

3.4.2 Experimento de parcelas de observación

Se hizo una distribución de frecuencias de cada variable por parcela, teniendo el cuidado de mantener los mismos intervalos de clase y de esta forma poder hacer las comparaciones; también fueron estimados los promedios de cada variable así como sus desviaciones estándares y los resultados fueron analizados de manera descriptiva.

Para el análisis estadístico los datos de todas las variables se ordenaron por cada insecto.

La variable tipo de vuelo espacial por parcela se analizó a través de un ANDEVA con rangos (prueba no paramétrica) en parcelas divididas en el tiempo (medidas repetidas), en que el insecto es la parcela grande y el tipo de vuelo es el factor de la parcela pequeña.

El total de vuelos por parcela se analizó por medio de la prueba de Kruskal-Wallis (aproximación de Chi cuadrada) (Steel y Torrie 1985).

Los datos de distancia de vuelo, número de vuelos por minuto y tiempo promedio de estancia en repollo de *P. xylostella* se analizaron con ANDEVA y prueba de contrastes con las comparaciones monocultivo vs. policultivos; parcela Repollo-Tomate vs. Repollo-Zanahoria y también usando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (aproximación de Chi cuadrada); todos los resultados de estas variables están referidos a la prueba no paramétrica.

En las variables promedio de tiempo para encontrar un repollo así como la estancia promedio en el cultivo secundario también se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis.

3.5 Manejo agronómico

La semilla utilizada para estos estudios fueron de repollo del híbrido Izalco; tomate UC-82 y la zanahoria Chantaney Red, todas con un porcentaje de germinación del 95%.

3.5.1 Experimentos Repollo-Tomate; Repollo-Zanahoria

Semillero

Las plantas de repollo se obtuvieron de un almácigo, las eras (bancos) se desinfectaron con clorothalonil a una dosis de 50 g/bomba de 20 litros, los surcos se rayaron a una distancia de 0.10 m, fertilizando con completo 12-30-10 aplicado al fondo del surco a 4 qq/mz (142 g/cama de 5 m²). La siembra se hizo el 21 de noviembre de 1990, dejando una distancia entre semillas de 0.03 m, el riego se aplicó dos veces al día en la mañana y por la tarde.

Para el control de enfermedades se hicieron aplicaciones de clorothalonil, clorothalonil y mancozeb a dosis de 50 g/bomba; también fue necesario hacer una aplicación de insecticida methomil (lannate), a 242 g/ha (8 onzas/mz) debido a las poblaciones de áfidos. El manejo de malezas fue de forma manual haciendo una limpieza por semana.

Campo

Las actividades de preparación de campo consistieron en un pase de arado seguido por dos pases de grada y banqueo. Se levantaron camas (era) y para lograr un mayor mullimiento del terreno se le pasó una cultivadora; se rayaron dos surcos por cama separados 0.5 m, sembrándose el 21 de noviembre de 1990 el tomate y la zanahoria de ambos ensayos que correspondían a la fecha de 30 días antes de transplante del repollo. El 11 de diciembre se sembró el tomate y la zanahoria que corresponde a los 10 días antes del transplante del repollo y el 21 de diciembre se transplantó el repollo de ambos ensayos, desinfectando las plántulas en una solución de clorothalonil a 50 g por veinte litros de agua.

El tomate se sembró a una distancia de 0,3 m entre postura (sitio donde se siembra la semilla), colocando cinco semillas por postura, mientras que la siembra de zanahoria se hizo a chorrillo fino.

La validez del factor fecha en que se sembró el cultivo secundario se garantizó debido a que hubo una buena germinación de zanahoria y tomate.

Para la fertilización se aplicó 258 kg/ha (4 qq/mz) de completo 12-30-10 y 258 kg/ha de úrea 46% de la siguiente forma: para el tomate y la zanahoria todo el completo fue aplicado al fondo del surco al momento de la siembra; 179 kg de úrea a los 25 días después de siembra (DDS) y 179 kg a los 45 DDS; para el repollo los 4 qq de completo se aplicaron 8 DDT, 179 kg de úrea 25 DDT y los otros 179 kg 45 DDT

coincidiendo con la primera y segunda limpieza y aporque de los ensayos. Sin embargo, fue necesario hacer otra limpieza a los 60 DDT con el fin de evitar el efecto que pudieran tener las malezas en el comportamiento de los insectos.

El tomate en cada caso fue raleado a los 15 DDS dejando una planta por postura, la zanahoria también fue raleada a los 15 DDS dejando una distancia de 0.05 m entre plantas. Para los tratamientos en que el cultivo secundario se sembró 30 días antes del transplante del repollo, se limpió a los 12 y 24 DDS.

El agua se aplicó por riego de aspersion cada cuatro días (dos horas/día) durante el período de ensayo.

Debido a un fuerte ataque de crisomélidos en el tomate sembrado a los 30 DAT, se hizo una aplicación de decametrina (Decis) 427 cc/ha (300 cc/mz) a los 20 DDS pero a partir del transplante de repollo no se realizó ninguna aplicación de insecticidas.

Para el manejo de enfermedades se aplicó benomil, mancozeb y clorothalonil 6 veces en el ciclo, benomil se aplicó a los 15 DDT y 25 DDT, clorothalonil 35 y 50 DDT y mancozeb a los 30 y 60 DDT.

A los tres cultivos se les suministró abono foliar, (Fetrilom Combi) a los 15 DDT o siembra a una dosis de 2% por hectárea.

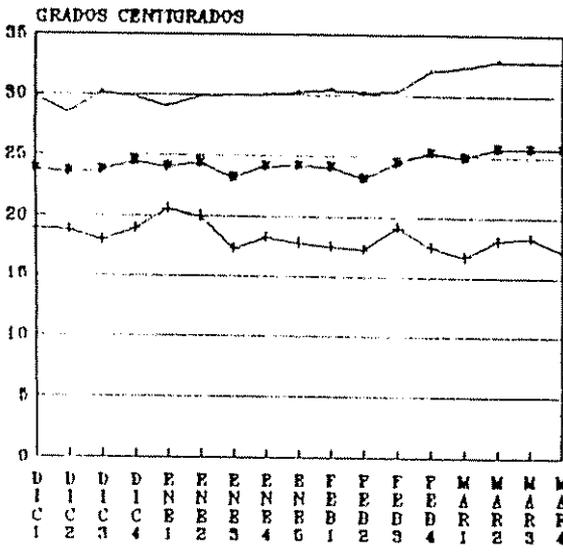
3.5.2 Experimento de parcelas de observación

Semillero

Al semillero de repollo se le dió igual manejo agronómico que el caso anterior, con el fin de coordinar mejor las actividades de los tres ensayos. Este semillero fue sembrado 10 días más tarde (29 de noviembre de 1990).

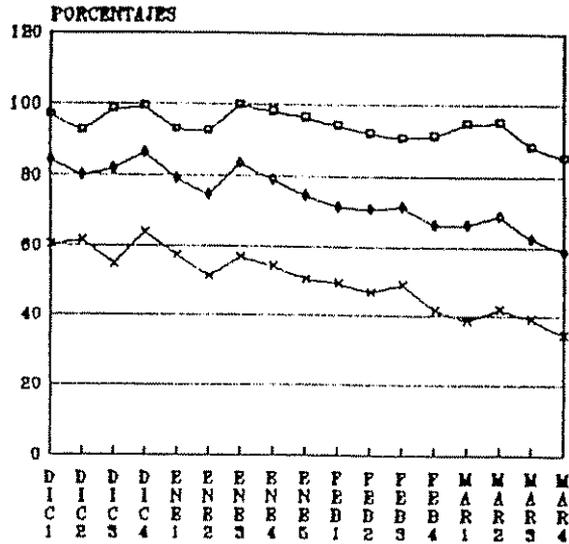
Campo

La preparación del terreno siguió las actividades de los otros ensayos, dejando las mismas distancias de siembra; el tomate y la zanahoria se sembraron el 19 de diciembre y el repollo se transplantó el 29 de diciembre; la fertilización, limpieza y aporque se efectuaron de la misma manera que en el caso anterior; únicamente fue necesario hacer dos limpiezas más, a los 60 y 75 DDT para evitar el efecto de las malezas sobre el movimiento de los adultos de *P. xylostella* y así poder medir el efecto debido a los policultivos.



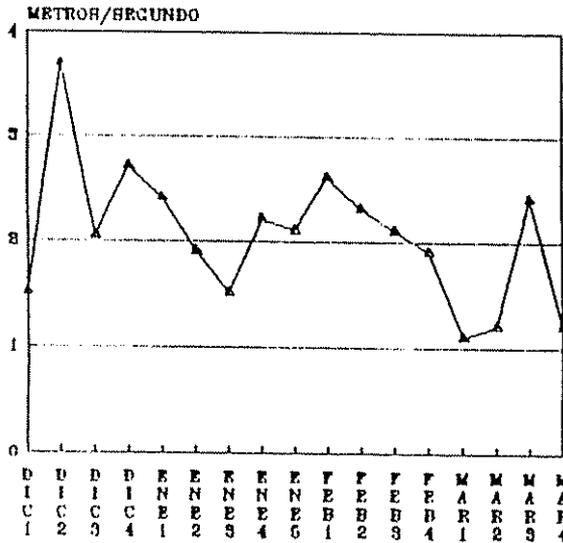
SEMNAS/MES

— TEMMAX + TEMMIN * TEMMEDIA
TEMPERATURAS



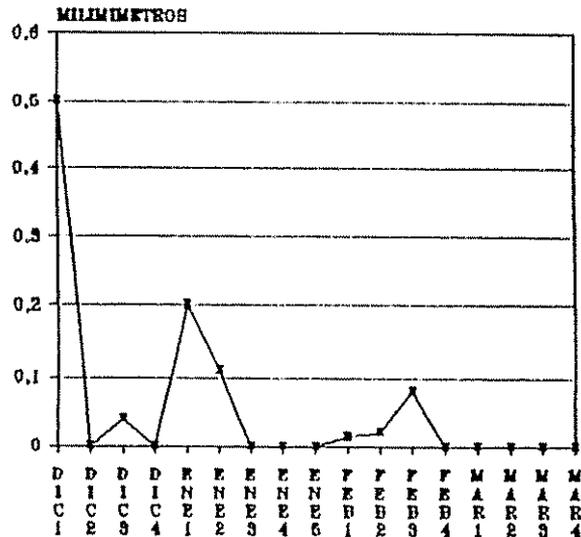
SEMNAS/MES

—○ HRELMAX * HRELMIN * HRELMEDIA
HUMEDAD RELATIVA



SEMNAS/MES

—▲ VELOCIDAD



SEMNAS/MES

—■ PRECIPITACION

Figura 1. Datos de clima registrados durante el periodo de diciembre 1990 a marzo 1991.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Experimento asociación Repollo-Tomate

4.1.1 Incidencia de *Plutella xylostella*

La incidencia de *P. xylostella* a través del ciclo fenológico del cultivo, en todos los tratamientos fue baja, comparado con otros estudios (Guadamuz 1989, Miranda 1989 y Varela 1987), presentando niveles entre 0 y 1,8 larvas/planta. Dentro de este rango, el monocultivo repollo alcanzó las poblaciones más altas con una larva/planta como promedio general, existiendo una diferencia significativa en relación a las poblaciones en policultivos (cuadro 6). Para todos los tratamientos los niveles de plaga se incrementaron en la etapa de crecimiento vegetativo disminuyendo un poco en preformación de cabeza. Luego las poblaciones tendieron a subir en casi todos los tratamientos al inicio de la etapa de formación de cabeza, pero a partir de los 74 DDT bajaron hasta el momento de la cosecha (figura 2).

El análisis de las poblaciones de *P. xylostella* por etapa fenológica indica que en crecimiento vegetativo los niveles promedio de plaga son mayores significativamente en monocultivo (1,02 larvas/planta) con respecto a los de policultivos (0,62 larvas/planta) (contraste: $F = 11.53$, $P = 0,0053$) (cuadros 6 y 6A). Cuando se compararon los niveles de plaga para los factores espaciales (surco y cama) y temporales (10 DAT y 30 DAT) en policultivo no hubo diferencias estadísticas, lo mismo que para la interacción.

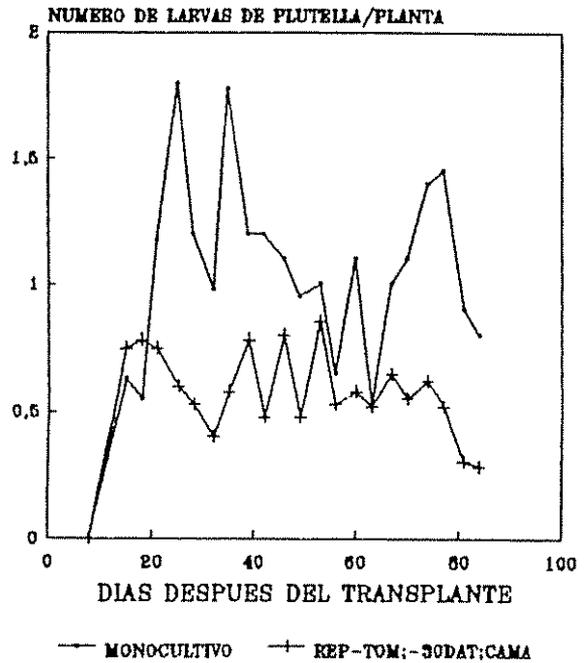
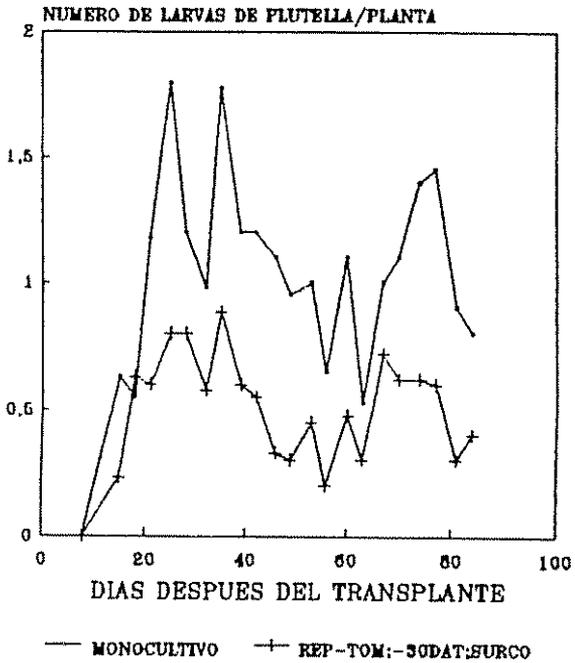
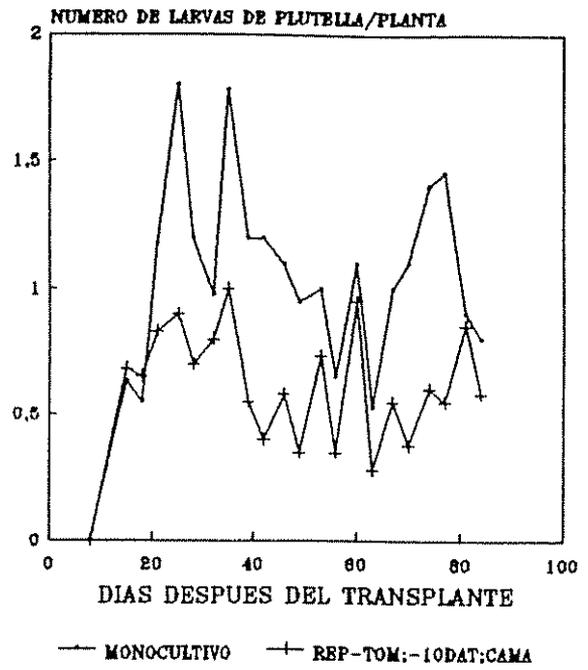
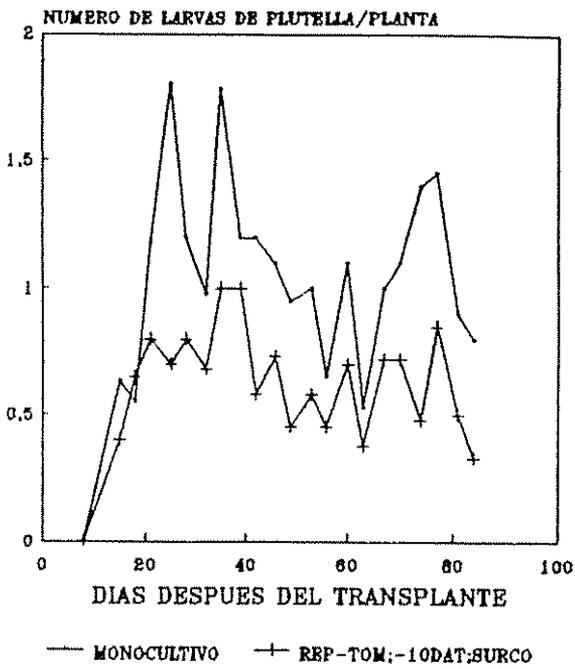


Figura 2. Incidencia de *Plutella xylostella* en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Tomate y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de larvas en 40 plantas por tratamiento.

Cuadro 6. Incidencia promedio de *Plutella xylostella*/planta en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	ETAPA FENOLOGICA			Promedio General
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza	
Repollo-Repollo	1,02	1	0,97	1
Repollo-Tomate 10 DAT; Surco	0,67	0,58	0,56	0,61
Repollo-Tomate 10 DAT; Cama	0,68	0,55	0,54	0,6
Repollo-Tomate 30 DAT; Surco	0,57	0,4	0,51	0,5
Repollo-Tomate 30 DAT; Cama	0,57	0,61	0,53	0,57
ANDEVA P =	0,0542	0,0007	0,004	0,0005
% CV.	13,3	12,36	14,18	13,9

DAT = Días antes del transplante

En la etapa de preformación de cabeza el comportamiento de las poblaciones de *P. xylostella* fue similar al caso anterior, presentando los niveles más altos en monocultivo (una larva/planta), los que fueron significativamente diferentes a los registrados en policultivos (0,53 larva/planta) (contraste: $F=34,84$, $P=0,0001$); la interacción resultó no significativa ($F=3,34$; $P=0,0925$). Se determinó que la combinación espacial surco sembrando a los 30 DAT es el tratamiento que mantiene los niveles más bajos de plaga, sin embargo, esta diferencia no es muy grande al compararla con los otros arreglos de los policultivos (cuadro 6A).

Durante la formación de cabeza, *P. xylostella* mostró niveles promedios mayores en monocultivo (0,97 larva/planta) en comparación con los obtenidos en policultivos (0,53 lavas/planta) (contraste $F= 27,39$, $P= 0,00002$), y no hay diferencias significativas en las comparaciones para los factores espaciales y temporales; así como para su interacción.

La población de *P. xylostella* es menor en la asociación Repollo-Tomate que en monocultivo repollo, este puede ser entre otros factores el resultado del efecto directo de repelencia que ejerce el tomate sobre la plaga (Bach y Tabashnik 1990). Al tomate se le atribuye la cualidad de servir como repelente y puede inhibir la oviposición de *P. xylostella* (Gupta y Thorsteinson 1960).

La densidad y el arreglo de siembra son factores que afectan la capacidad óptica de la plaga para la localización de su hospedante (Rosset 1988). Sin embargo, en este estudio se encontró que no es tan determinante sembrar el tomate 10 ó 30 DAT, tampoco es relevante si el repollo y tomate se siembran en surco o en cama. Lo importante es la presencia del cultivo secundario tomate en el campo donde está el repollo. Esta conclusión nos permitirá utilizar la siembra en cama o surco, dependiendo de la forma que más se ajuste a cada zona de producción y así buscar una aplicación práctica de este sistema (Howell y Andrews 1987), por ejemplo la forma de hacer las labores culturales ya sea con maquinaria o manual.

El hecho que no exista diferencia en la fecha de siembra del cultivo secundario para reducir las poblaciones de *P. xylostella* nos permite seleccionar la fecha de 10 DAT ya que al utilizar la otra se hace necesario efectuar de una a dos limpiezas de malezas antes que se establezca el repollo, con lo que se aumentarían los costos de producción. En cambio, con la fecha de 10 DAT, el campo puede limpiarse hasta los 25 DDT como normalmente ocurre.

Estos resultados coinciden con los reportados por Bundaray y Raros (1973), Litsinger y Moody 1976, Guadamuz (1989), Bach y Tabashnik (1990) al obtener poblaciones de *P. xylostella* menores en la asociación Repollo-Tomate que en monocultivo repollo.

4.1.2 Incidencia de enemigos naturales

Polybia sp.

Polybia sp. es un depredador de larvas de *P. xylostella* y contribuye a bajar la población de esta plaga.

La dinámica de *Polybia* (figura 3) mostró un comportamiento contrario al de *P. xylostella* durante el ciclo del cultivo, teniendo los niveles más bajos (cero) en la etapa de crecimiento vegetativo. En las dos siguientes etapas la población subió hasta alcanzar sus máximos valores durante la formación de cabeza teniendo niveles de: 8,8 en monocultivo, 8,5 en Rep-Tomate;-10DAT;surco, 6,2 para Rep-Tomate;-10DAT;cama, 7,2 en Rep-Tomate;-30DAT;surco y 6 en Rep-Tomate;-30DAT;cama. Después de los 77 DDT la población de *Polybia* bajó drásticamente para todos los tratamientos.

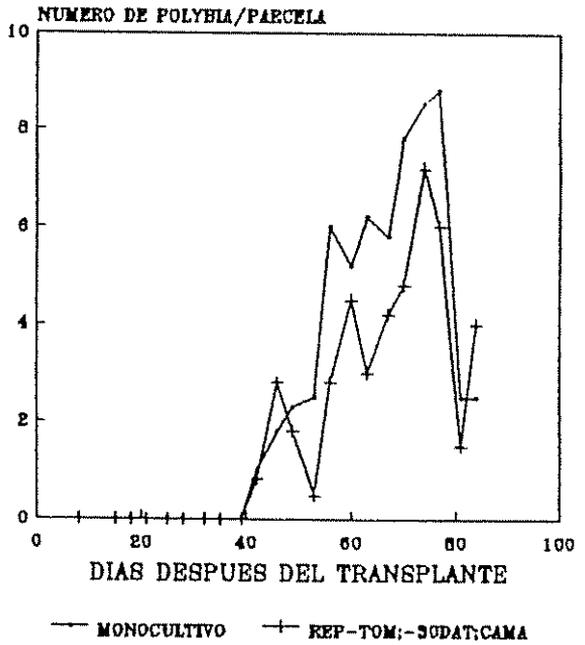
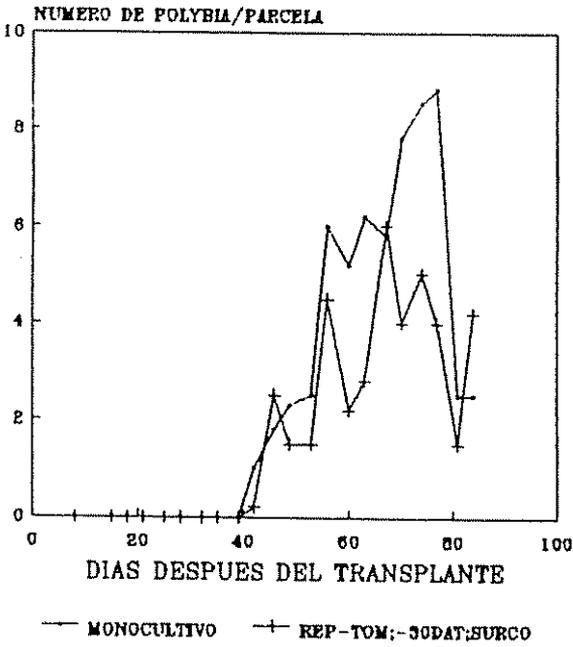
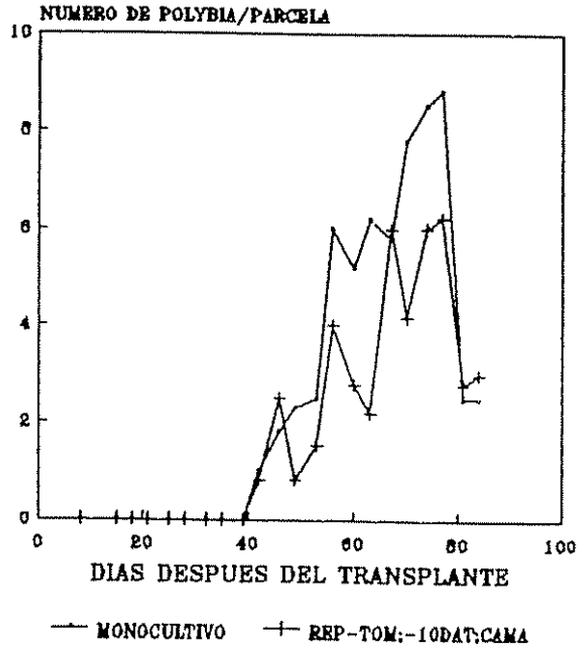
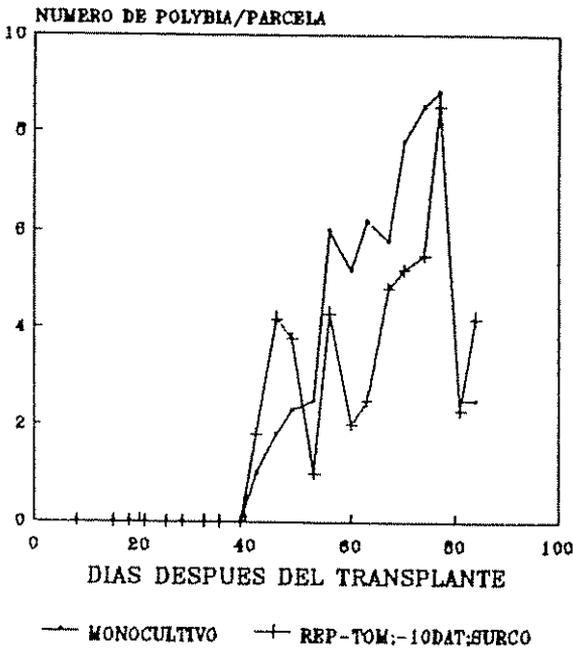


Figura 3. Incidencia de *Polybia* sp en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Tomate y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de adultos en las 4 parcelas por tratamiento.

A través del ciclo del cultivo las poblaciones son mayores en monocultivo que en policultivos.

Para el promedio general en el monocultivo se obtuvieron los mayores promedios con 2,97 *Polybia*/parcela. En la etapa de crecimiento vegetativo no existió diferencia significativa en los niveles de *Polybia* en monocultivo y policultivos, ni para las comparaciones entre los factores espaciales y temporales de los cultivos.

Cuadro 7. Incidencia promedio de *Polybia* sp./parcela en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	ETAPA FENOLOGICA			Promedio General
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza	
Repollo-Repollo	0,03	3,13	6,61	2,97
Repollo-Tomate 10 DAT; Surco	0	2,83	4,68	2,26
Repollo-Tomate 10 DAT; Cama	0,06	2,04	4,64	2,06
Repollo-Tomate 30 DAT; Surco	0	2,29	4,07	1,92
Repollo-Tomate 30 DAT; Cama	0,03	2,17	4,39	2
ANDEVA P =	0,4449	0,0417	0,0351	0,0218
% CV.	9,8	42,7	19,15	29,5

En preformación de cabeza, monocultivo registró promedios significativamente mayores (3,13 *Polybia*/parcela) que los registrados en policultivos (contraste $F= 6,19$, $P= 0,0285$). Cuando se comparó el factor espacial surco y cama

las poblaciones fueron significativamente mayores en surco que en cama ($F= 5.83$, $P=0,0327$) y no existió diferencia debido al factor temporal, así como en la interacción.

Durante la formación de cabeza, siempre los niveles fueron mayores en monocultivo que en policultivos con un promedio de 6,61 *Polybia*/parcela (contraste $F=13,66$; $P=0,0031$), y no se encontró diferencia en las otras comparaciones (cuadros 7 y 7A).

Los mayores niveles de *Polybia* en monocultivo en relación a los policultivos es razonable si consideramos que *P. xylostella* mantuvo esta misma tendencia, por lo que el depredador está atraído a donde existen mayores poblaciones de su presa y por lo consiguiente tiene mejores posibilidades de alimentación. La mayor concentración de presa es uno de los factores que favorecen la actividad de los depredadores (Quezada, 1988).

Diadegna insulare

Este enemigo natural fue detectado hasta los 32 DDT (figura 4) incrementando sus poblaciones a partir de los 48 DDT. Sin embargo, aunque la fluctuación poblacional sigue un patrón similar en todos los tratamientos, no se muestra una diferencia clara en las poblaciones en monocultivo comparada con las de policultivos. La no diferencia entre los niveles de *D. insulare* en los tratamientos fue confirmada cuando se realizó el análisis de varianza y pruebas de contrastes y no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos

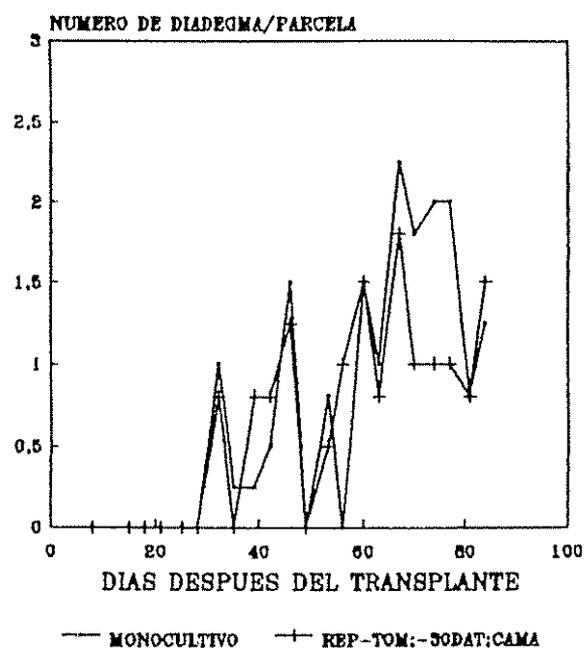
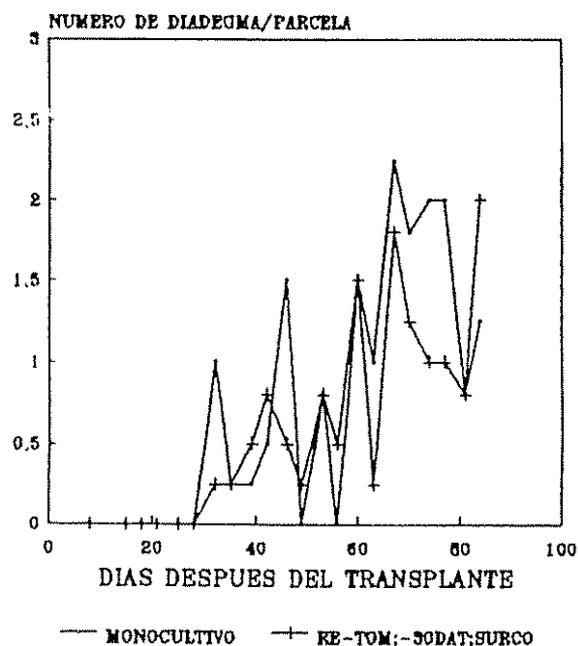
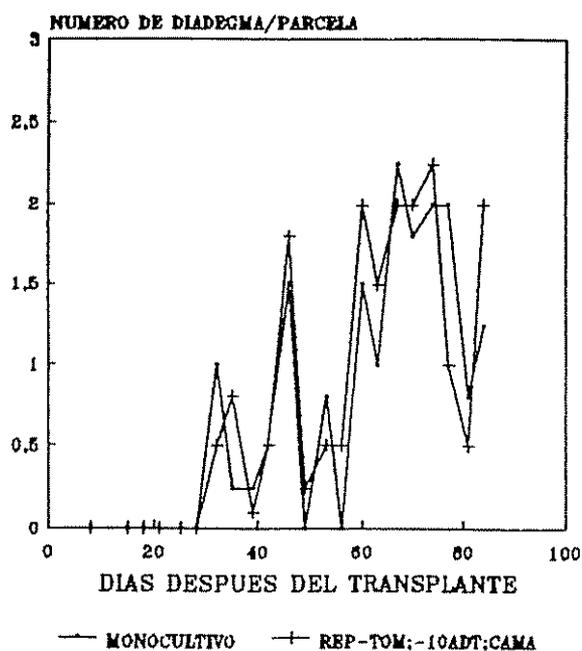
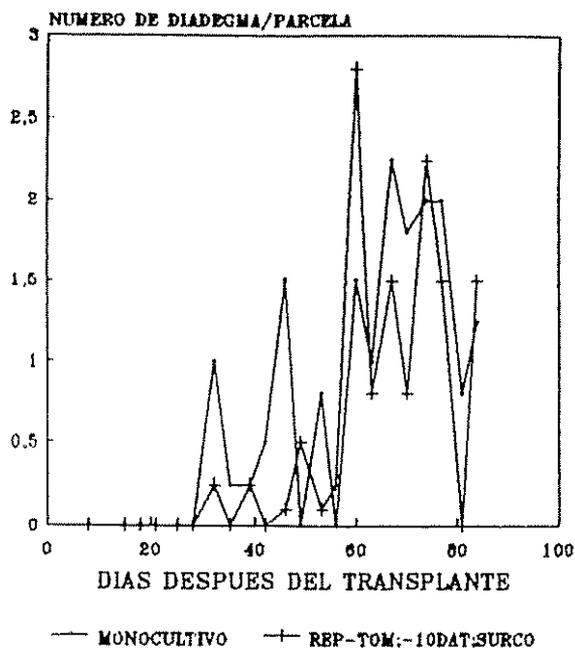


Figura 4. Incidencia de *Diadegma insulare* en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Tomate y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de adultos en las 4 parcelas por tratamiento.

así como en las demás comparaciones (cuadros 8 y 8A). El porcentaje de parasitismo causado por este benéfico en *P. xylostella* se midió a los 55 75 y 85 DDT obteniendo porcentajes promedios por fecha de 41 31 y 28% respectivamente; el mayor porcentaje de parasitismo registrado a los 55 días (41%) es consistente con la disminución que sufre *P. xylostella* en todos los tratamientos en la etapa de preformación de cabeza.

Cuadro 8. Incidencia promedio de *Diadegma insulare*/parcela en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	ETAPA FENOLOGICA			Promedio General
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza	
Repollo-Repollo	0,22	0,79	1,4	0,64
Repollo-Tomate 10 DAT; Surco	0,06	0,71	1,64	0,74
Repollo-Tomate 10 DAT; Cama	0,19	0,88	1,18	0,69
Repollo-Tomate 30 DAT; Surco	0,11	0,92	1,32	0,72
Repollo-Tomate 30 DAT; Cama	0,14	0,71	1,11	0,6
ANDEVA P =	0,1825	0,9043	0,7569	0,9565
% CV.	26,13	42	33,4	36,4

Aunque el nivel promedio general de parasitismo no es estadísticamente diferente entre los tratamientos, resultó ligeramente mayor en policultivos, teniendo niveles de: 33%

en Rep-tomate;-10DAT;surco, 40% para Rep-tomate;-10DAT;cama, y 37% en Rep-tomate;-30DAT;cama; a excepción de Rep-tomate;-30DAT;surco con un 24% por debajo del monocultivo que tiene en promedio 31%.

Para las fechas 75 y 85 DDT el porcentaje de parasitismo fue menor, pero las poblaciones de *P. xylostella* mostraron niveles bajos. La causa de esto puede ser que el repollo está llegando a su momento de cosecha por lo que las hojas de la planta se vuelven más cerosas y duras lo que es poco apetecible para la plaga, incluso para la oviposición de los adultos las que prefieren hojas tiernas para esta actividad (Ortiz Z. 1991; ESAVE-UNA) (comunicación personal).

Estos niveles de parasitismo son superiores a los encontrados en Costa Rica por Hernandez (1988) y similares a los reportados por Carballo *et al.* (1989), Carballo y Quezada (1988) y Ochoa *et al.* (1989) en el mismo país.

Los resultados también son superiores a los obtenidos por Cordero y Cave (1990) en Honduras en las zonas de Tatumbla y el Zamorano.

Arañas

Las arañas constituyen parte de la fauna benéfica presente en el cultivo, ayudando a controlar los insectos plagas ya sea por alimentación directa o porque los adultos de los defoliadores quedan atrapados en las telarañas que estos arácnidos forman en el campo.

Las arañas son buenos colonizadores pero la corta duración de los cultivos anuales y más aún las horatalizas (4 meses) no permiten que se logre alcanzar un grado de abundancia que es posible obtener en otros cultivos como los perennes (Chiri 1989).

En este estudio la fluctuación de las poblaciones de araña presentó variaciones amplias entre los niveles de cada recuento, pero de forma general tendió a incrementar sus poblaciones a medida que avanzó el ciclo del cultivo, lo que es lógico ya que no hubo aplicación de pesticidas; no se muestra una diferencia clara entre los niveles de población en monocultivo comparado con los policultivos (figura 5). La gran variación entre los niveles de un recuento y otro puede explicarse por la aplicación del riego que se hacía por aspersión lo que causaba la destrucción de los nidos de arañas y la muerte por ahogamiento (Chiri 1989).

Mediante los análisis de varianza de la población de araña no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos cuando se consideraron las 22 fechas de recuento (promedio general), tampoco cuando se realizó el análisis por etapa fenológica (cuadro 9).

No encontraron diferencias con la prueba de contrastes de esta variable entre los otros factores temporales, espaciales e interacción ni entre monocultivo y policultivos (cuadro 9A).

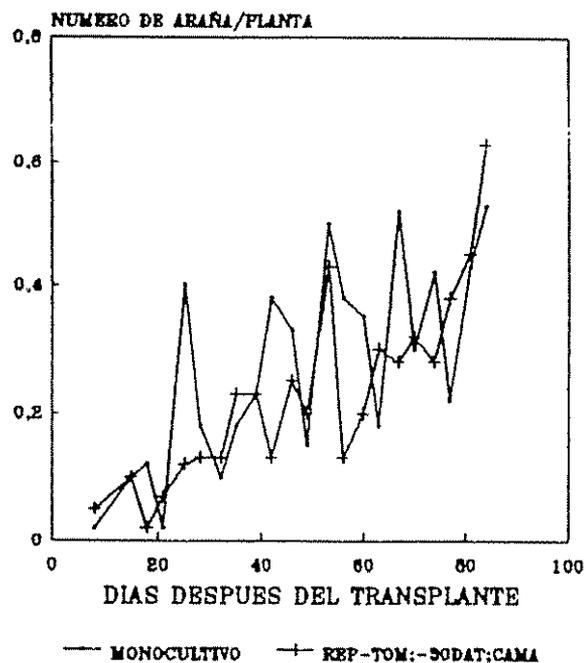
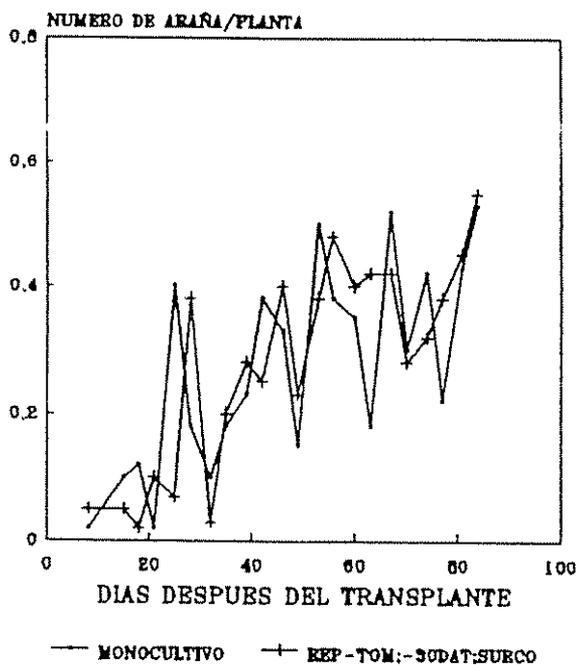
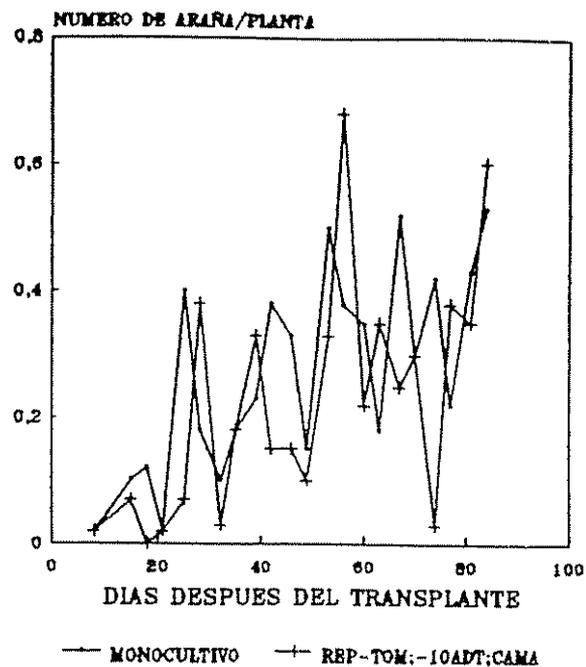
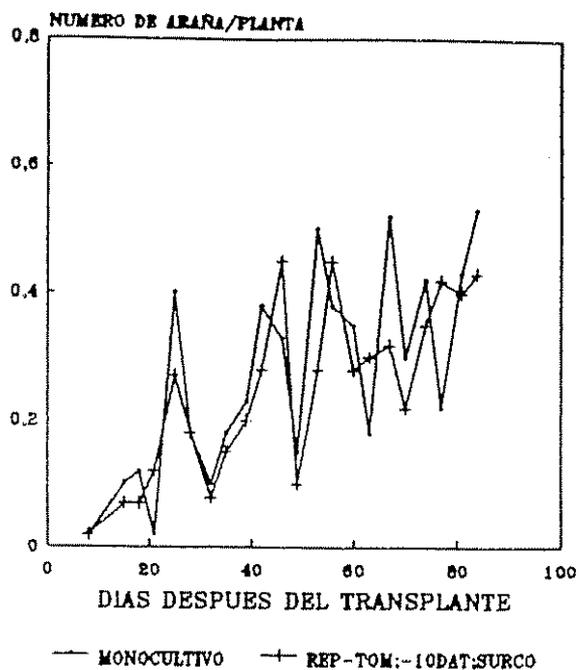


Figura 5. Incidencia de arañas en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Tomate y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de adultos en 40 plantas por tratamiento.

Cuadro 9. Incidencia promedio de araña/planta en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	ETAPA FENOLOGICA			Promedio General
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza	
Repollo-Repollo	0,15	0,33	0,37	0,27
Repollo-Tomate 10 DAT; Surco	0,13	0,28	0,34	0,24
Repollo-Tomate 10 DAT; Cama	0,09	0,28	0,35	0,22
Repollo-Tomate 30 DAT; Surco	0,12	0,36	0,39	0,27
Repollo-Tomate 30 DAT; Cama	0,14	0,25	0,37	0,24
ANDEVA P =	0,7218	0,2160	0,9681	0,5105
% CV.	8,2	11,68	12,22	11,18

4.1.3 Porcentaje de plantas con daño fresco de *P. xylostella*

Se consideró daño fresco de *P. xylostella* aquél que no presentaba cayocidad en el área afectada. El promedio general en el monocultivo (34,32%) fue superior a los registrados en policultivos ($P = 0,0046$; cuadro 10). En la etapa de crecimiento vegetativo no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (contraste $F = 2,17$; $P = 0,1667$) ni para la comparación entre los factores de los policultivos (cuadro 10A).

En preformación de cabeza el monocultivo con un porcentaje promedio de plantas dañadas de 36,25 resultó superior a los obtenidos por los policultivos (contraste $F=7,52$; $P=0,0178$) y no se encontraron diferencias significativas cuando se compararon los factores surco y cama. También en la comparación de días a siembra del cultivo secundario 10 DAT y 30 DAT no hubo diferencias significativas. En la etapa de formación de cabeza nuevamente los promedios en monocultivo (28,21) resultaron superiores comparados con los promedios en policultivos (contraste $F=27,57$; $P=0,0002$) pero los promedios de los porcentajes no fueron estadísticamente diferentes cuando se analizaron las demás comparaciones (cuadro 10A).

Si se revisan los niveles de *P. xylostella* durante las etapas de desarrollo fenológico y los comparamos con los niveles de porcentaje de plantas dañadas por esta misma plaga notamos que existe una relación directa entre las dos variables. Donde se concentran mayores poblaciones de *P. xylostella*, aumenta el porcentaje de plantas con daño fresco. Se encontró que las diferencias significativas entre las fuentes de variación encontradas para *P. xylostella* fueron iguales que para el porcentaje de plantas dañadas. Carballo et al. (1989) indicaron que existe una relación inversa entre el porcentaje de plantas dañadas y el rendimiento.

Cuadro 10. Porcentaje promedio de plantas con daño fresco de *Plutella xylostella* en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	ETAPA FENOLOGICA			Promedio General
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza	
Repollo-Repollo	37,78	36,25	28,21	34,32
Repollo-Tomate 10 DAT; Surco	36,39	26,67	15,71	27,16
Repollo-Tomate 10 DAT; Cama	33,61	25,42	12,86	24,7
Repollo-Tomate 30 DAT; Surco	32,22	18,33	11,43	21,8
Repollo-Tomate 30 DAT; Cama	25,28	27,92	10,71	21,36
ANDEVA P =	0,1927	0,0549	0,0026	0,0046
% CV.	29,2	37,11	58,5	39

4.1.4 Componentes del rendimiento

Cabezas de repollo

Se espera que en el tratamiento monocultivo el número de cabezas/ha de repollo, sea el doble de las que se presentan en policultivo ya que en este último la mitad del área está ocupada por el cultivo secundario. En esta asociación esta variable resultó no tener diferencias significativas entre policultivos y monocultivo (contraste $F= 1,85$; $P=0,2033$; cuadro 16A). Pero en monocultivo solo se formó un 46% de cabezas de repollo contra un 74% en policultivo (cuadro 16).

Cuadro 16. Componentes del rendimiento por tratamiento en la asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	Cabezas repollo/ha #	% ³	Peso/ cabeza (kg)	% área foliar dañada ¹	área foliar dañada ²	# cajas tomate/ ha
Repollo-Repollo	12352	46	1	23	4,38	---
Repollo-Tomate 10 DAT; Surco	10887	81	1,32	20,66	3,25	879,4
Repollo-Tomate 10 DAT; Cama	9212	69	1,13	20,41	3,85	858,4
Repollo-Tomate 30 DAT; Surco	9841	73	1,19	20,20	3,62	649
Repollo-Tomate 30 DAT; Cama	9631	72	1,05	19,1	3,55	988
ANDEVA P =	0,5885		0,4449	0,8390	0,0146	0,2119
% CV.	14,61		21,05	11,77	4,51	13,24

¹= Área foliar dañada medida en la máquina

²= Área foliar dañada medida según la escala de Chalfant y Brett (1965)

³= Porcentaje de cabezas formadas por hectárea

La causa de la poca formación de cabeza puede ser la existencia de gran cantidad de maleza coyolillo, la que a pesar de darle limpias frecuentes para evitar su efecto sobre el comportamiento de los insectos, sus raíces en el subsuelo no permitieron un desarrollo normal de las raíces del repollo. La presencia del tomate pudo tener un efecto de sombra o alelopático sobre el coyolillo lo que permitió una mayor formación de cabezas en policultivos. La explicación es razonable ya que el experimento de Repollo-Zanahoria formó buen número de cabezas y la única diferencia fue precisamente la cantidad de coyolillo presente en ambos experimentos.

El número de cabezas de repollo en policultivo no fue afectado por la siembra del cultivo secundario en cualquier fecha en estudio, tampoco fue afectado por el arreglo espacial, en surco o en cama, lo que podría descartar una no formación de cabeza en repollo debido a la competencia interespecífica cuando los cultivos son sembrados en surco.

Peso por cabeza de repollo

Los pesos por cabeza de repollo no fueron diferentes entre los tratamientos ($P=0,4449$), coincidiendo con Guadamuz (1988) quien no encontró diferencias significativas en peso por cabeza de repollo cuando este era sembrado en monocultivo o en policultivo Repollo-Tomate. Varela (1987) obtuvo resultados similares en un estudio de prueba de productos contra *P. xylostella*. También son consistentes con los obtenidos por Miranda (1989) en un estudio sobre umbrales económicos donde no encontró diferencias significativas con esta variable.

Porcentaje de área foliar dañada (máquina)

El análisis de varianza y la prueba de contrastes no mostraron diferencias estadísticas entre los tratamientos y demás comparaciones. A pesar de ello se registra un mayor porcentaje de área foliar dañada para el monocultivo que en los policultivos. La razón de no encontrar estas diferencias, contrario al comportamiento de *P. xylostella* puede ser

debido a la metodología empleada para medir esta variable. La máquina mide el área foliar por la cantidad de luz que no permite pasar, lo que podría enmascarar aquél daño de *P. xylostella* en que sólo raspa y que no alcanza a formar un orificio.

Area foliar dañada según escala de Chalfant y Brett (1965)

El monocultivo repollo alcanzó el mayor índice promedio de área foliar dañada con 4,38; el que es superior a los obtenidos por los policultivos (contrastes $F=13,89$; $P=0,00002$). La prueba del contraste no encontró diferencia significativa para la interacción, ni para los factores espaciales (surco y cama) y temporales (10 DAT y 30 DAT) del cultivo secundario. Los resultados concuerdan con la tendencia que se observó en el efecto de el tratamiento monocultivo, el que registró las poblaciones mas altas de *P. xylostella*.

Número de cajas de tomate

La cantidad de cajas de tomate/ha fluctuó entre 649 y 988, no existiendo diferencias significativas entre los policultivos. El resultado refuerza la afirmación de que no hay competencia entre los cultivos cuando se siembra en surco. El repollo no afecta de tal manera al tomate, como para que pueda reducir sus rendimientos hasta niveles significativamente bajos.

4.1.5 Ingresos económicos

Precio por cabeza de repollo

El precio por cabeza fue diferente entre los tratamientos ($P= 0,005$), obteniendo el monocultivo el menor precio/cabeza ($0,057$) en relación a los policultivos (contraste $F= 5$; $P= 0,045$; cuadros 17 y 17A). La interacción entre los factores no fue significativa ($P= 0,09$), ni el factor espacial ($P= 0,9219$), así como el temporal.

Ingreso de repollo

No existe diferencia en esta variable entre los tratamientos. La no diferencia es causada por la poca formación de cabeza que se logró, particularmente en el tratamiento monocultivo. También los precios/cabeza son muy bajos si los comparamos por los obtenidos en el experimento de Repollo-Zanahoria el que presentó buena formación y calidad de cabezas.

Ingreso de tomate

El precio por caja de tomate fue igual para todos los tratamientos (2 dólares/caja). El ingreso económico de tomate no fue diferente entre los policultivos ($P=0,2119$). Al comparar los ingresos por repollo y tomate, en todos los tratamientos el ingreso es mayor por tomate.

Cuadro 17. Ingresos económicos en dólares por tratamiento en la asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	Precio/ cabeza repollo	Ingreso/ ha repollo	Precio/ caja tomate	Ingreso/ ha tomate	Ingreso/ total/ ha
Repollo-Repollo	0,057	731,43	--	--	731,43
Repollo-Tomate 10 DAT; Surco	0,083	905,3	2	1758,8	2264,1
Repollo-Tomate 10 DAT; Cama	0,1	1021,7	2	1716,8	2738,6
Repollo-Tomate 30 DAT; Surco	0,08	835,68	2	1298,1	2133,6
Repollo-Tomate 30 DAT; Cama	0,063	635,68	2	1976,4	2612
ANDEVA P =	0,050	0,4496		0,2119	0.0004
% CV.	25,76	36		24,79	22,8

Ingreso total

Los ingresos totales son diferentes entre los tratamientos ($P = 0,00004$). En monocultivo el ingreso fue de 731,43 dólares, tres veces menor que el ingreso más bajo obtenido en los policultivos (contraste $F = 20,76$, $P = 0,006$), cuyos ingresos oscilaron entre 2133,6 y 2738,6 dólares.

Los resultados de este experimento ponen en evidencia una de las bondades de los policultivos, en que cuando la producción de uno de los cultivos no es buena, el ingreso final puede ser compensado por el ingreso del otro cultivo, reduciendo los riesgos de producción que tiene el productor. En este caso, el repollo no se produjo bien, sin embargo, la producción de tomate y su precio en el momento de cosecha

lograron aumentar considerablemente los ingresos totales en los tratamientos policultivos. Estos resultados corresponden con los obtenidos por Guadamuz (1989) quien encontró que el ingreso bruto en monocultivo repollo fue significativamente menor al de la asociación Repollo-Tomate.

4.2 Experimento asociación Repollo-Zanahoria

4.2.1 Incidencia de *P. xylostella*

En esta asociación la incidencia de *P. xylostella* al igual que el caso anterior presentó niveles bajos, entre 0 y 1,3 larvas/planta. A pesar de esto se muestran diferencias entre las poblaciones en monocultivo y policultivos.

En el monocultivo las poblaciones se incrementaron rápidamente hasta los 29 DDT, bajando sus niveles hasta los 47 DDT (figura 6). A partir de esta fecha la población se incrementó hasta los 61 DDT volviendo a bajar a los 68 DDT, luego se mantuvo fluctuando hasta la cosecha entre 0,6 y 0,83 larva/planta. En el análisis general todos los tratamientos de policultivos mantuvieron niveles significativamente más bajos que el monocultivo ($P= 0,0001$).

El nivel de infestación de *P. xylostella* durante la primera etapa de desarrollo fenológico del cultivo fue significativamente mayor en Repollo-Repollo (0,88 larva/planta) que en las asociaciones (contraste $F= 24,21$; $P= 0,0004$; cuadros 11 y 11A). La interacción resultó significativa ($P= 0,0536$) determinando que la combinación de

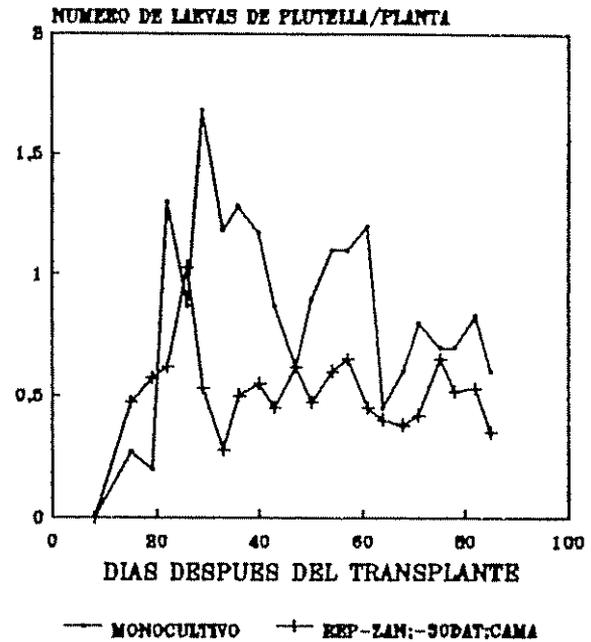
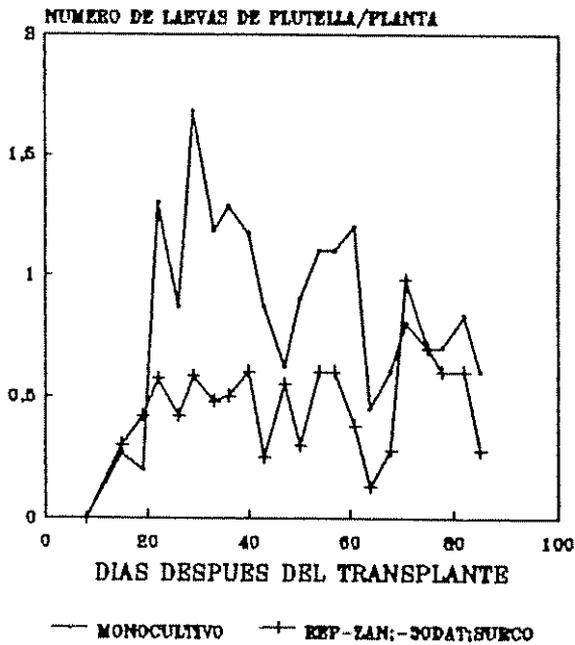
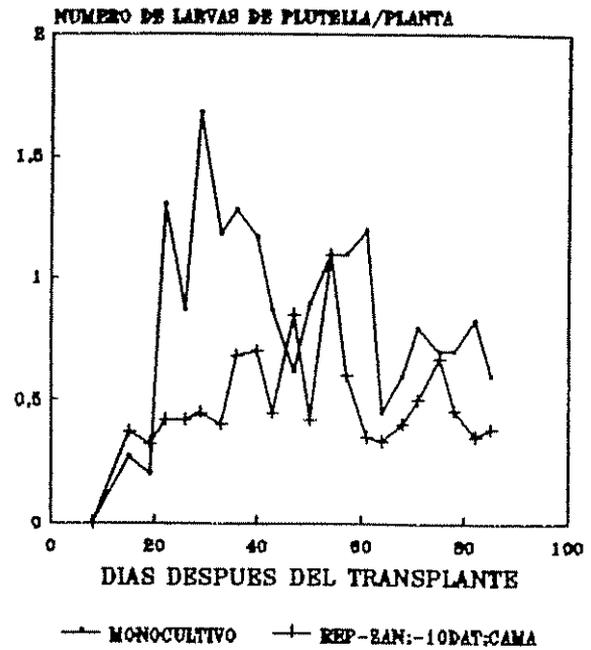
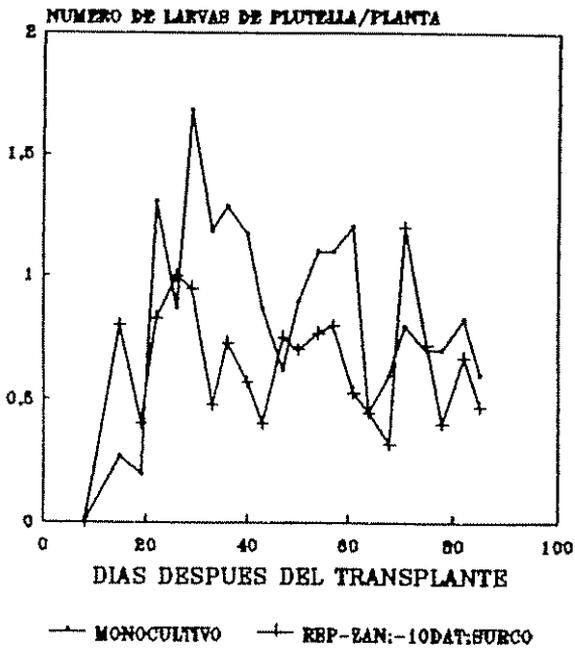


Figura 6. Incidencia de *Plutella xylostella* en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Zanahoria y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de larvas en 40 plantas por tratamiento.

sembrar en surco 30 DAT es la que mantiene el nivel más bajo de plaga durante esta etapa (0,41 larva/planta). Sin embargo, el tratamiento Repollo-Zanahoria;10 DAT; Cama mantiene un nivel de 0,44 larva/planta. Si se analiza que la diferencia en los niveles es sólo 0,03 larva/planta, concluimos que no es muy rentable la primera opción ya que si sembramos 30 DAT tenemos que hacer dos limpieas antes que el repollo sea transplantado.

Cuadro 11. Incidencia promedio de *Plutella xylostella*/planta en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	ETAPA FENOLOGICA			Promedio General
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza	
Repollo-Repollo	0,88	0,96	0,66	0,83
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Surco	0,61	0,67	0,61	0,63
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Cama	0,44	0,65	0,44	0,5
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Surco	0,41	0,45	0,51	0,45
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Cama	0,5	0,55	0,48	0,51
ANDEVA P =	0,0028	0,0022	0,1268	0,0001
% CV.	13,3	12,36	14,18	13,18

DAT = Días antes del transplante

En la etapa de preformación de cabeza el monocultivo registró nivel de plaga mayor (0,96 larva/planta) que los

policultivos ($F= 24,5$; $P= 0,0003$), la comparación del nivel de *P. xylostella* en el factor fecha de siembra del cultivo secundario fue significativo (contraste $F= 5,69$; $P= 0,0344$), con 0,66 larva/planta en 30 DAT y 0,50 larva/planta a los 10 DAT. No se considera recomendable que por lograr una reducción de 0,16 larva/planta se mantenga una fecha de siembra 30 DAT si conocemos lo que eso significa en costos de producción, así que la alternativa de sembrar en cama 10 DAT, sigue siendo la alternativa más razonable. Tanto la comparación en el factor espacial como la interacción no fueron significativas.

En la última etapa del cultivo el tratamiento Repollo-Repollo mantuvo nivel de plaga de 0,66 larva/planta, valor significativamente mayor que los encontrados en los cultivos asociados (contraste $F= 5,22$; $P= 0,0412$). Para esta fase la comparación del nivel de plaga para los demás factores no fue significativa.

Las poblaciones de *P. xylostella* fueron superiores en monocultivo que en policultivos, iguales resultados informan Varela y Guharay (1988) y Guadamuz (1989) al obtener niveles significativamente más bajos en el sistema Repollo-Zanahoria.

4.2.2 Incidencia de enemigos naturales

Polybia sp.

Polybia incrementó sus niveles a partir de los 40 DDT, manteniendo los mayores valores en el tratamiento monocultivo (figura 7). Este depredador bajó drásticamente su población a

los 64 DDT en todos los tratamientos, para volver a aumentar en la última etapa de formación de cabeza. La dinámica de este insecto se puede catalogar como muy variable, presentando incrementos y descensos drásticos; esto se explica por la gran movilidad de este insecto en que incluso puede tener su influencia la hora de tomar el recuento. En el campo se observó que su mayor actividad fué entre las 8 y 10 de la mañana, en las horas de medio día su presencia en el cultivo era mínima. La proximidad de los nidos (50 metros) facilitaba más su movimiento de emigración de la parcela en estas horas.

El análisis de varianza para las 22 fechas de recuento indica que *Polybia* mantuvo un promedio de 2,25 adultos/parcela, valor que es mayor a los presentados en policultivos ($P= 0,0017$) (cuadro 12).

Para la etapa de 0-40 DDT los niveles de *Polybia* fueron significativos sólo para la interacción, pero debido a los bajos niveles (ceros) presentados no es muy válido sacar conclusiones de esta etapa (cuadros 12 y 12A).

En preformación de cabeza en el monocultivo la población de *Polybia* incrementó a un promedio de 2,54 adultos/planta, manteniendo una diferencia significativa con las poblaciones en policultivos (contraste $F=7,38$; $P= 0,060$). La interacción fue significativa, al registrarse que Repollo-Zanahoria;10 DAT; Cama mantiene el mayor nivel (1,88 adultos/parcela).

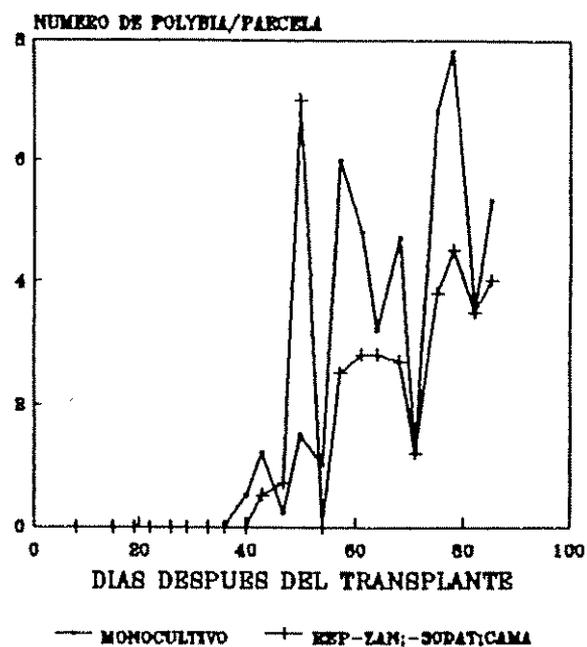
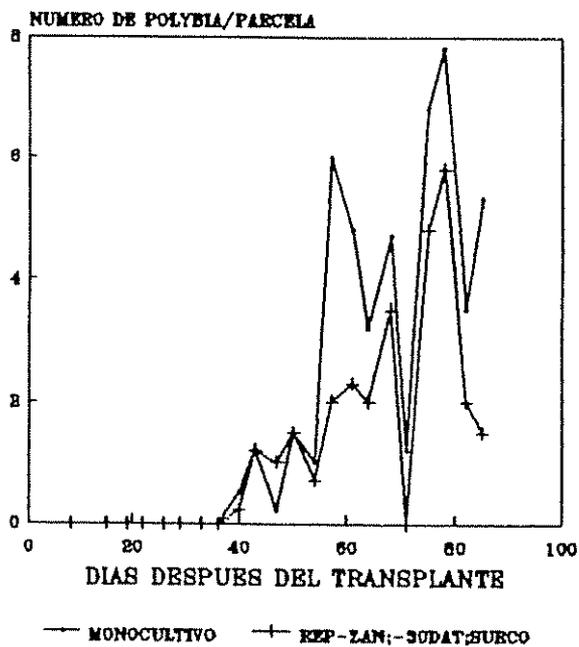
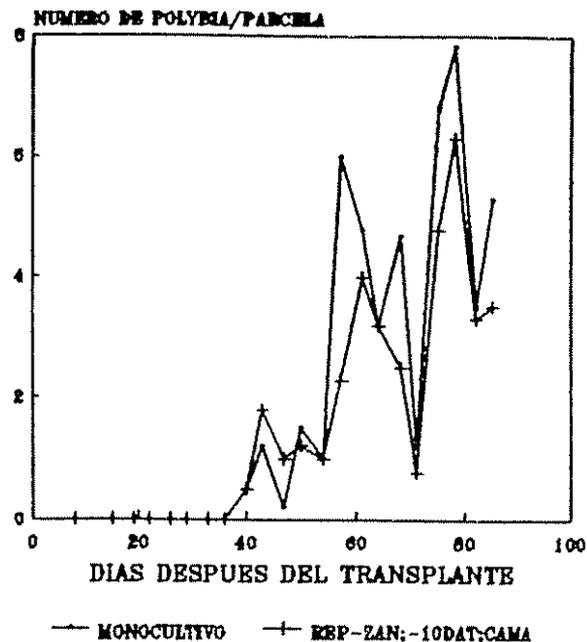
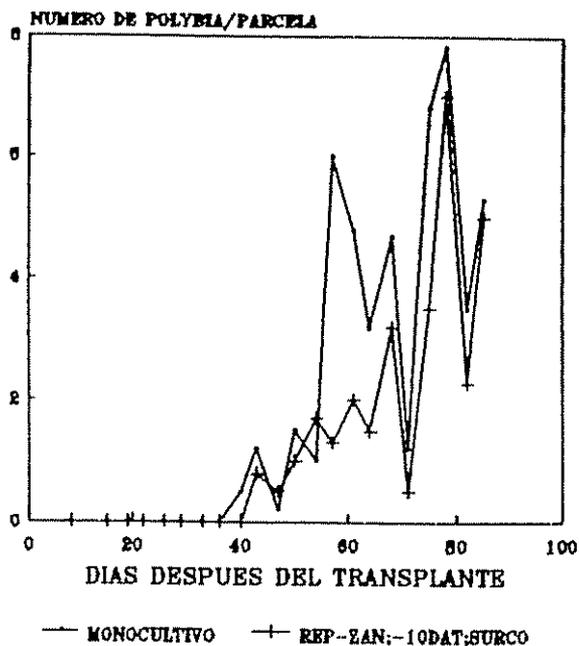


Figura 7. Incidencia de *Polybia* sp en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Zanahoria y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de adultos en las 4 parcelas por tratamiento.

En la etapa de formación de cabeza *Polybia* incrementó aún más su promedio a 4,79 adultos en Repollo-Repollo, población que fue superior a la de los policultivos (contraste $F= 33,45$; $P= 0,0001$). La diferencia en el nivel de *Polybia* en surco y cama no fue significativa (contraste $F= 3,89$; $P= 0,0721$), el cultivo sembrado en cama presentó 3,60 adultos contra 3,04 en surco. El factor fecha de siembra del cultivo secundario sí registró niveles de *Polybia* diferentes (contraste $F= 4,36$; $P= 0,058$), donde 10 DAT tenía 3,4 adultos y 30 DAT solamente 2,9 adultos/parcela.

Cuadro 12. Incidencia promedio de *Polybia* sp/parcela en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	ETAPA FENOLOGICA			
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza	Promedio General
Repollo-Repollo	0,08	2,54	4,79	2,25
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Surco	0	1,21	3,36	1,4
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Cama	0,08	1,88	3,43	1,64
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Surco	0,03	1,46	2,71	1,27
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Cama	0	1,21	3,14	1,33
ANDEVA P =	0,1743	0,0581	0,0006	0,0017
% CV.	14,21	30,67	26	26,3

De todo este análisis podemos concluir: *Polybia* en las dos últimas etapas así como en su promedio general mantiene

las mayores poblaciones en el tratamiento monocultivo, así mismo sus niveles fueron mayores en las parcelas sembradas en cama; igual podemos afirmar para las parcelas en que se sembró el policultivo 10 DAT de tal forma que el tratamiento (Repollo-Zanahoria;10 DAT; Cama) sería lo más recomendable para lograr altas poblaciones de este depredador.

Esta conclusión corresponde con las referidas para *P. xylostella* en que por factores económicos y efectividad en la reducción de la plaga se determina que este mismo tratamiento es el más adecuado.

En esta asociación las poblaciones de *Polybia* se comportaron similarmente que en Repollo-Tomate, confirmándose que el depredador es atraído hacia donde existen densidades más altas de la presa.

Diadegma insulare

D. insulare se encontró hasta los 33 DDT, siguiendo su dinámica un comportamiento parecido entre los tratamientos de policultivos, a excepción de Repollo-Zanahoria;10 DAT; Cama, que a los 47 DDT registró un nivel de 3,5 adultos/parcela superior al de los demás. En el monocultivo se registraron promedios superiores a los de policultivos solamente entre los 54 y 68 DDT (figura 8).

Los niveles de *D. insulare* para las 22 fechas no fueron diferentes en los 5 tratamientos ($P= 0,1882$), pero en el monocultivo se obtuvo el valor más alto con 1,08 adultos/parcela seguido de Repollo-Zanahoria;10 DAT; Cama con 0,88 adultos/parcela (cuadros 13 y 13A).

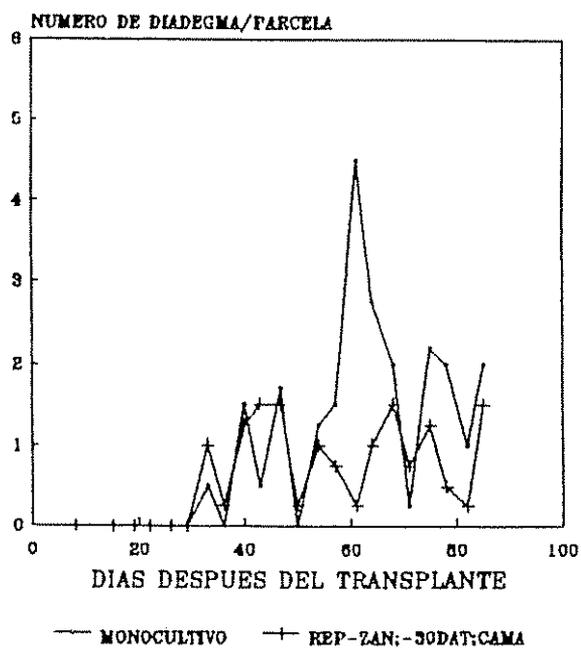
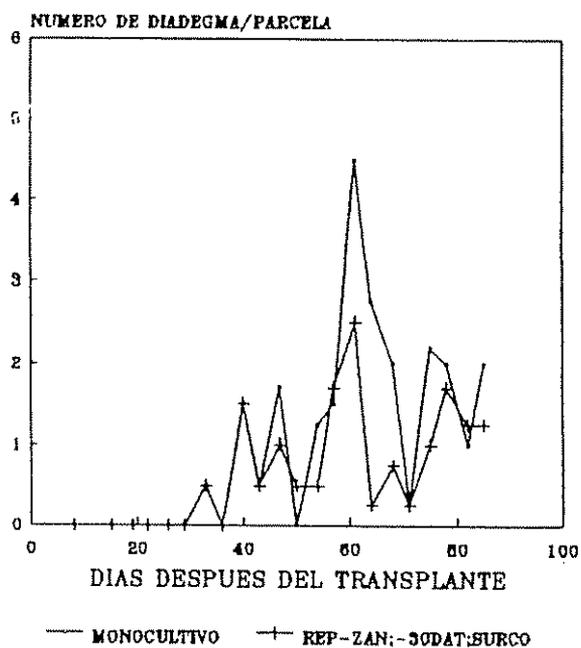
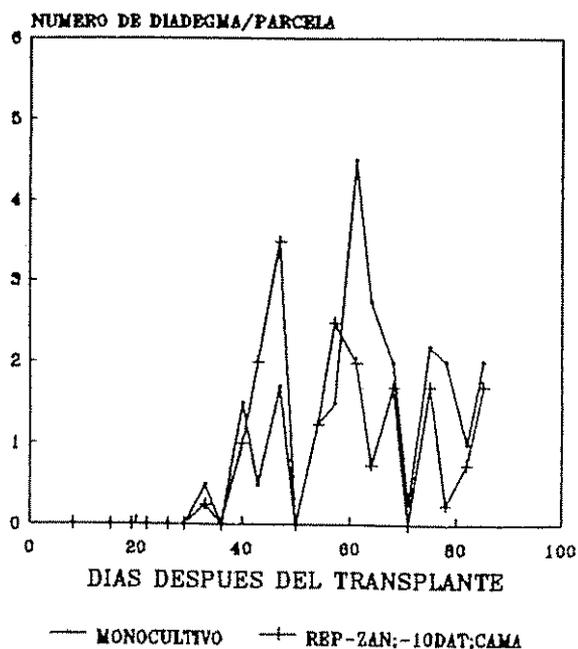
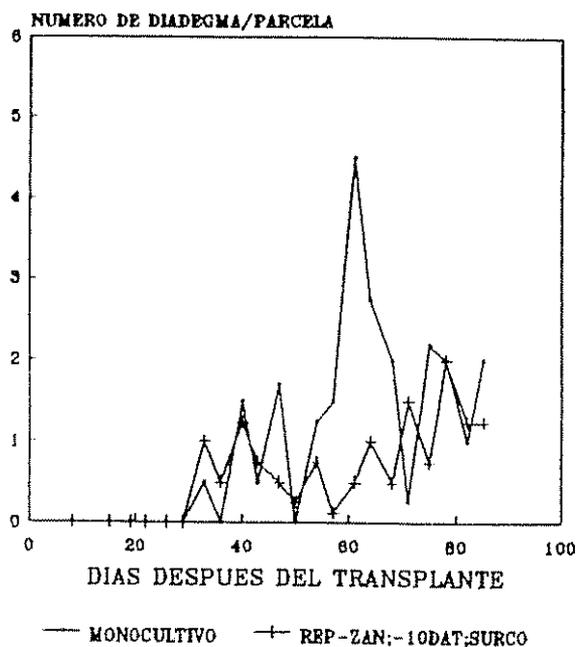


Figura 8. Incidencia de *Diadegma insulare* en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Zanahoria y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de adultos en las 4 parcelas por tratamiento.

Para la etapa de crecimiento vegetativo no existió diferencia en el nivel de *D. insulare* en ninguna de las comparaciones realizadas; la población fue baja si la comparamos con la registrada en las otras etapas fenológicas.

En preformación de cabeza la población no fue diferente en monocultivo que en policultivo, lo mismo que para los factores espaciales. No obstante la interacción sí fue significativa (contraste $F= 5,75$; $P= 0,033$), al registrar los mayores niveles de *D. insulare* cuando la zanahoria se siembra en cama 10 DAT, con 1,83 adultos/parcela.

Cuadro 13. Incidencia promedio de *Diadegma insulare*/parcela en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	ETAPA FENOLOGICA			
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza	Promedio General
Repollo-Repollo	0,22	1,58	1,75	1,08
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Surco	0,31	0,67	1,14	0,67
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Cama	0,14	1,83	1	0,88
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Surco	0,22	1,12	0,93	0,69
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Cama	0,28	0,88	0,96	0,66
ANDEVA P =	0,8820	0,1344	0,0152	0,1882
% CV.	27,8	33,5	33,4	34,2

La población de *D. insulare* en la etapa de formación de cabeza fue mayor en monocultivo (1,75 adultos/parcela) comparado con las registradas en policultivos (contrastes $F=17,88$ $P=0,0012$). Cuando se compararon las poblaciones entre los factores espaciales y temporales no se presentaron diferencias significativas, lo mismo que para la interacción.

Los porcentajes de parasitismo causado por *D. insulare* en *P. xylostella* también fueron registrados a los 55, 75 y 85 DDT obteniendo valores de 32, 30 y 20 % respectivamente. No existe diferencia significativa en esta variable en las fechas en que se registró el recuento, ni entre los tratamientos. En este experimento el porcentaje de parasitismo fue menor que en Repollo-Tomate para la primera fecha. En la figura 6 se muestra un incremento de la población de *P. xylostella* en esta fecha para todos los tratamientos, por lo que es posible que este nivel de parasitismo (32%) no es suficiente para mantener un nivel bajo de la población hospedante. Ochoa *et al.* (1989) encontraron que el nivel de parasitismo bajó conforme se incrementaba la densidad de la plaga, lo que sugiere que este parasitoide tiene limitaciones para ajustarse a la acelerada tasa de incremento de *P. xylostella*.

Los niveles de parasitismo obtenidos en cada tratamiento fueron: 24% en monocultivo, 32% Repollo-Zanahoria;10 DAT; Surco, 28% en Repollo-Zanahoria;10 DAT; Cama, 30% en Repollo-Zanahoria 30 DAT; Surco, y 25% en Repollo-Zanahoria 30 DAT; Cama. Estos promedios fueron significativamente bajos en

Repollo-Repollo comparados con los policultivos (contraste $F=3,55$; $P=0,083$). Esto puede explicar el por qué el monocultivo mantuvo siempre niveles más altos de *P. xylostella* que los policultivos.

El tratamiento Repollo-Zanahoria;10 DAT; Cama es el que tiene uno de los niveles más altos de *D. insulare* en las dos últimas etapas (1,83 y 1 adulto/parcela) así como un 28% de parasitismo. Si tomamos en cuenta que las etapas de preformación y formación de cabeza son las que se consideran como período crítico para el ataque de plagas en repollo, el nivel de parasitismo y la población de *D. insulare* que se mantiene en este tratamiento sería adecuado para que junto con otras tácticas de control logre mantener la población de *P. xylostella* a niveles económicamente aceptables.

Es importante tomar en cuenta la recomendación de combinar el efecto de los parasitoides con otras tácticas ya que en estudios realizados por Harcourt (1963), citado por Ochoa et al. (1989) concluyó que no son importantes en el control de esta plaga debido a que no encontró que *D. insulare* fuese un factor de mortalidad significativo, manteniéndose a niveles del 29% bajo condiciones epidémicas de la plaga. El atribuyó esto a que el número de hospedantes atacados se incrementa en una tasa decreciente conforme se aumenta la densidad de la plaga porque el número de hospedantes atacados por cada hembra disminuye con el incremento en la densidad del parasitoide por causa de interferencia mutua entra las hembras.

Arañas

La dinámica de arañas en policultivos comparada con el monocultivo a través del ciclo del cultivo es muy similar en todos los tratamientos. Únicamente en la etapa de preformación de cabeza, aparentemente en el monocultivo se registraron niveles más bajos de este depredador (figura 9).

El promedio general de araña/planta no presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($P=0,5105$), pero el monocultivo tendió a mantener promedios más bajos que los policultivos con 0,19 araña/planta (cuadros 14 y 14A). Las diferencias no fueron significativas entre monocultivo y policultivos en las etapas de crecimiento vegetativo y formación de cabeza, así como para los factores espaciales y temporales y su interacción.

En la etapa de preformación de cabeza la población de arañas en monocultivo fue menor con 0,18 araña/parcela (contraste $F= 8,04$; $P= 0,0301$). Las otras comparaciones dentro de esta misma etapa no fueron significativas. El tratamiento Repollo-Zanahoria;10 DAT; Cama, logró el mayor nivel promedio de araña/planta (0,32).

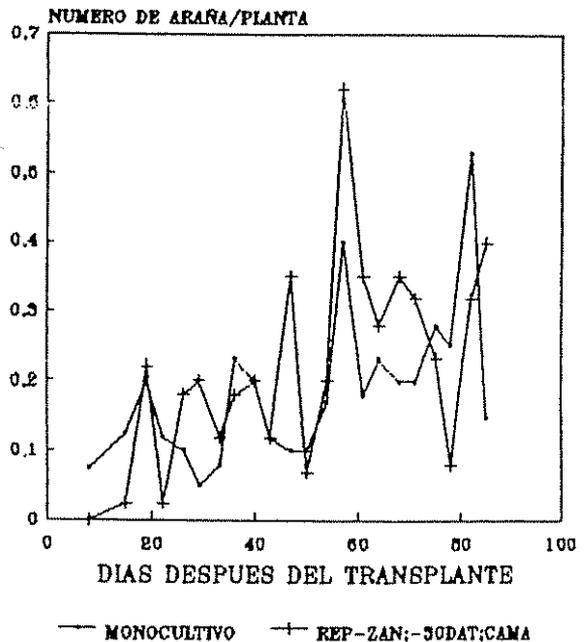
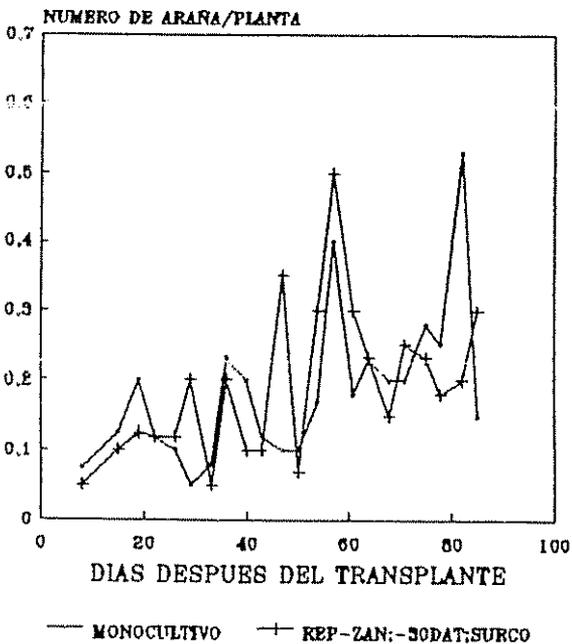
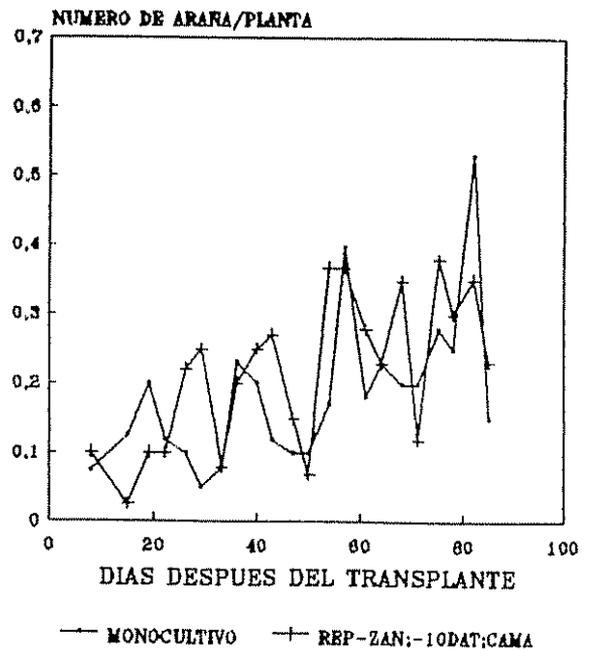
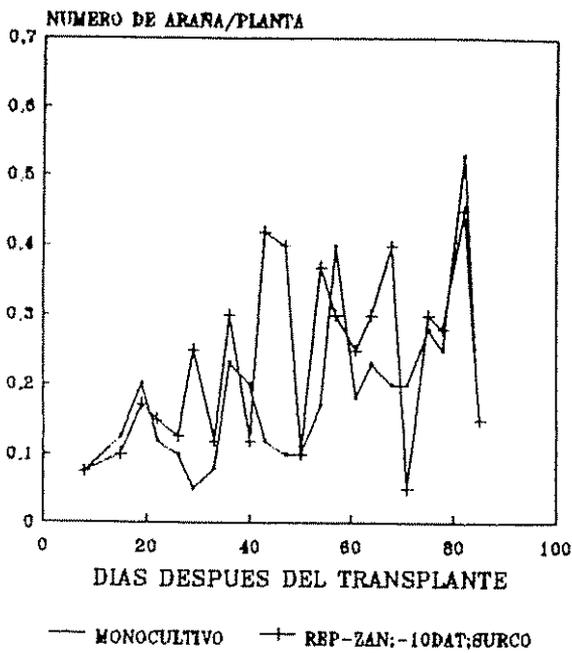


Figura 9. Incidencia de Arañas en repollo, en parcelas de policultivos Repollo-Zanahoria y monocultivo repollo, los puntos son el promedio de adultos en 40 plantas por tratamiento.

Cuadro 14. Incidencia promedio de araña/planta en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	ETAPA FENOLOGICA			Promedio General
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza	
Repollo-Repollo	0,13	0,18	0,27	0,19
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Surco	0,16	0,32	0,28	0,24
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Cama	0,16	0,25	0,28	0,22
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Surco	0,12	0,28	0,22	0,2
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Cama	0,13	0,3	0,31	0,23
ANDEVA P =	0,7214	0,1747	0,4361	0,5105
% CV.	9,72	13	12,22	11,18

4.2.3 Porcentaje de plantas con daño fresco de *Plutella xylostella*

El promedio general de plantas con daño fresco en monocultivo fue mayor con 31,7 % comparado con el de los policultivos (P= 0,0428; cuadros 15 y 15A). Se encontraron diferencias significativas, únicamente en preformación de cabeza (P= 0,0026), presentando el monocultivo el valor más alto de daño con 50 % (contraste F=28,36; P= 0,00002). Las otras comparaciones, espaciales, temporales e interacción no fueron significativas. A pesar de estos resultados el Repollo-Repollo tendió a mantener en las tres etapas los mayores porcentajes de daño. El comportamiento de esta

variable se corresponde con el de *P.xylostella* al mantener precisamente el monocultivo el mayor promedio/planta de plaga durante el ciclo del cultivo.

Cuadro 15. Porcentaje promedio de plantas con daño fresco de *Plutella xylostella* en cada tratamiento según etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	ETAPA FENOLOGICA			Promedio General
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza	
Repollo-Repollo	28,33	50	20,36	31,7
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Surco	26,39	26,25	17,14	23,41
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Cama	21,94	28,33	11,43	20,34
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Surco	20,83	22,92	16,79	20,11
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Cama	23,33	26,67	16,43	22,05
ANDEVA P =	0,69	0,0026	0,43	0,0428
% CV.	38,5	31,3	45	38,9

4.2.4 Componentes del rendimiento

Cabezas de repollo

El número de cabezas de repollo/ha fue diferente entre tratamientos ($P=0,09$) (cuadros 18 y 18A). El rendimiento promedio en Repollo-Repollo de 21,356 cabezas/ha, fue el doble que en policultivos (contraste $F=77,8$; $P=0,0001$). Este

resultado es normal puesto que el monocultivo tiene el doble del área sembrada de repollo que los policultivos. Sin embargo el porcentaje de cabezas formadas (80%) fue similar en ambos sistemas. Cuando se comparó el factor espacial surco o cama no hubo deferencia, siendo importante porque descarta cualquier efecto competitivo de la zanahoria que pueda afectar la formación de cabezas en repollo. Tampoco se presentó diferencia en cuanto a la fecha de siembra del cultivo secundario así como la interacción entre los factores.

Cuadro 18. Componentes del rendimiento por tratamiento en la asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	Cabezas repollo/ha #	Cabezas % ³	Peso/ cabeza (kg)	%área foliar dañada ¹	área foliar dañada ²	# sacos Zan/ ha
Repollo-Repollo	21356	80	1,21	21,75	3,64	---
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Surco	11515	86	1,51	22,15	3,33	188,5
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Cama	10887	81	1,37	19,1	3,1	152,8
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Surco	9840	73	1,41	18,34	3,2	268,5
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Cama	10678	80	1,48	21,93	3,4	272,5
ANDEVA P =	0,0001		0,5885	0,6377	0,4358	0,0074
% CV.	7,7		19	10,4	4,8	10,22

¹= Area foliar dañada medida en la máquina

²= Area foliar dañada medida según la escala de Chalfant y Brett (1965)

³= porcentaje de cabezas formadas/ha

Peso por cabeza de repollo

El peso por cabeza fluctuó entre 1,21 y 1,51 kg y no presentó diferencia entre los tratamientos ($P= 0,5885$). De acuerdo a esta variable los cultivos pueden sembrarse indistintamente en surco o cama y el cultivo secundario 10 ó 30 DAT porque esto no tiene un efecto significativo en el peso por cabeza de repollo. Iguales resultados se obtienen en la asociación Repollo-Tomate al no encontrar diferencias entre los tratamientos para el peso por cabeza (Varela 1987, Guadamuz 1989 y Miranda 1989).

Porcentaje de área foliar dañada (náquina)

El peso por cabeza así como la calidad del repollo medida por la cantidad de daño son factores muy importante a la hora de determinar el precio/cabeza (Varela 1987).

No se encontraron diferencias en esta variable entre los tratamientos ($P= 0,6377$); también los policultivos mostraron porcentajes de daños similares tanto para el factor espacial como temporal.

Area foliar dañada según escala de Chalfant y Brett (1965)

El monocultivo registró una tendencia hacia el mayor índice de área foliar con 3,64 en relación a los policultivos con 3,25 (contrastes $F= 4$; $P= 0,068$). La comparación entre los otros factores, lo mismo que para la interacción fue no significativa. Estos resultados no coinciden con los de

Varela y Guharay (1988) y Guadamuz (1989) quienes no encontraron diferencias en el porcentaje de área foliar dañada en monocultivo y policultivos, pero sus resultados pudieron ser afectados por la presencia de *L. aripa* y *A. monuste*, plagas sobre las cuales la asociación Repollo-Zanahoria mostró no tener efecto significativo.

No se lograron detectar diferencias de porcentaje de área foliar dañada medido por la máquina entre los tratamientos en ambos experimentos: Repollo-Tomate y Repollo-Zanahoria; sin embargo, con la escala de Chalfant y Brett (1965) sí se encontraron diferencias entre el monocultivo y policultivos, resultados que coinciden con los niveles poblacionales de *F. xylostella* en ambos experimentos. Por tal razón es necesario estimar cuál metodología es más adecuada para medir esta variable.

Número de sacos de zanahoria

Se encontraron diferencias altamente significativas entre la fecha de siembra de la zanahoria. El rendimiento es mayor con la zanahoria sembrada a los 30 DAT (270.5 sacos/ha) que cuando se sembró 10 DAT (170.5 sacos/ha) (contraste $F=21,8$; $P=0,001$); pero los rendimientos fueron similares cuando se comparó el factor espacial e interacción. Al momento de introducir la zanahoria en los sacos se hace con todo y el follaje. Se observó que la de 30 DAT se desarrolló más en tamaño y también por el follaje, por tal razón los sacos se llenaban con un número menor de zanahorias de este

tipo que con las de 10 DAT y esto es la causa del mayor número de sacos en estos tratamientos.

4.2.5 Ingresos económicos

Precio por cabeza de repollo

En este experimento el precio/cabeza varió entre 1 y 1,28 dólares. En monocultivo fue significativamente menor que en policultivos (contraste $F= 7,6$; $P= 0,017$) y no se encontró diferencias entre las otras comparaciones. Vale la pena afirmar que el precio promedio por cabeza de 1,19 dólares en este experimento fue 15 veces mayor que el registrado en la asociación Repollo-Tomate con 0,077 dólares por repollo (cuadros 19 y 19A).

Cuadro 19. Ingresos económicos en dólares por cada tratamiento en la asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991)

TRATAMIENTO	Precio/ cabeza repollo	Ingreso/ ha repollo	Precio/ saco zanahoria	Ingreso/ ha zanahoria	Ingreso total/ ha
Repollo-Repollo	1	21356	--	--	21356
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Surco	1,23	14028	4,8	904,8	14932,8
Repollo-Zanahoria 10 DAT; Cama	1,25	13651	4,8	733	14384
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Surco	1,18	10849	4,8	1288,8	12137,8
Repollo-Zanahoria 30 DAT; Cama	1,28	13546	4,8	1308	14854
ANDEVA P =	0,1383	0,0039		0,0073	0,0089
% CV.	12,7	20,36		19,43	17,66

Ingreso de repollo

El resultado de esta variable fue el esperado al obtener el monocultivo el mayor ingreso/ha con 21356 dólares, valor que representa el doble de los ingresos de la misma variable en los policultivos (contraste $F= 24,86$; $P= 0,0003$; cuadros 19 y 19A). Las otras comparaciones y la interacción no fueron significativas.

Ingreso de zanahoria

El precio por saco de zanahoria fue de 4,8 dólares mayor al ofrecido por caja de tomate (\$ 2). No hay diferencias entre el ingreso de zanahoria en el factor surco vs. cama, pero sí para el factor fecha de siembra de la zanahoria 10 vs. 30 DAT. En el tratamiento 30 DAT se registró un ingreso promedio de 1298,4 dólares/ha contra sólo 818,9 dólares en 10 DAT. Esta diferencia es una consecuencia directa del mayor número de sacos de zanahoria que se produjo bajo este factor.

Ingreso total

Existe una clara diferencia entre el ingreso total en monocultivo y los policultivos (contraste $F= 20,76$; $P= 0,006$) siendo 1.5 veces mayor en Repollo-Repollo. Esto pone de manifiesto que el repollo a pesar de ser un cultivo de alto riesgo, cuando el precio es bueno deja ganancias que sólo pueden ser comparadas con los riesgos que implica producir esta hortaliza.

Las asociaciones de cultivo contribuyen a mantener niveles de población de plagas menores que en comunidades simples debido a la acción de los enemigos naturales y por el efecto disturbador que tienen las plantas no hospedante, sobre el comportamiento de los insectos plagas (Root 1973, Risch et al. 1982, Rosset et al. 1985, Rosset et al. 1987). Los resultados de este estudio demuestran que las asociaciones de Repollo-Tomate y Repollo-Zanahoria disminuyen las poblaciones de *P. xylostella*. También muestran que las poblaciones de los depredadores son mayores donde las poblaciones del hospedante *P. xylostella* se encuentran más concentradas. No se encontró un efecto claro de los policultivos sobre las poblaciones de *D. insulare* y arañas. Aunque los niveles de parasitismo no fueron significativamente diferentes en monocultivo y policultivos, estos últimos registraron porcentajes mayores que en Repollo-Repollo. En Repollo-Tomate las combinaciones de sembrar a los 10 DAT ya sea en surco o en camas tiene un mejor efecto sobre las poblaciones de insectos que la combinación surco o cama a los 30 DAT.

Los ingresos económicos totales fueron mayores en la asociación Repollo-Zanahoria que en Repollo-Tomate debido al precio por saco pagado en zanahoria y al precio del repollo que fue significativamente más alto que en Repollo-Tomate.

Esto sugiere que aquéllas variables donde no se obtuvo un resultado tan claro deben ser evaluadas en áreas más grandes donde se pueda recoger de una forma precisa el efecto

de los policultivos y no en áreas muy pequeñas donde todo el sistema se convierte en un policultivo.

4.3 Experimento de parcelas de observación

En las parcelas de observación: Monocultivo repollo (R-R); Policultivo Repollo-Tomate (R-T) y Policultivo Repollo-Zanahoria (R-Z) se obtuvieron los siguientes resultados:

4.3.1 Preferencia de vuelos según surco

La *P. xylostella* realiza pocos vuelos a surcos largos (surcos distantes más de un surco del punto inicial) y no se muestra una diferencia en esta variable en las tres parcelas (14% para R-R y R-T; 18% para R-Z) (figura 10). Los vuelos a surcos próximos tanto para R-R como R-T mantienen proporciones similares con 53 y 51% de los casos respectivamente. Por el contrario la asociación R-Z cambia drásticamente esta preferencia al tener un 51% de los vuelos sobre el mismo surco contra sólo un 28% a surco próximo. La deducción de que *P. xylostella* esté prefiriendo vuelos en el mismo surco o surco próximo podría estar relacionada con la forma del vuelo en tramos cortos que este insecto realiza.

El alto porcentaje de los casos sobre el mismo surco en R-Z puede deberse a que cuando la *P. xylostella* estaba en un surco de zanahoria volaba con mayor frecuencia en el mismo surco, la estructura de la planta y la distancia entre las plantas de zanahoria facilita este tipo de vuelo. Si está en un surco de repollo, la planta de zanahoria al actuar como barrera física la obliga a volar sobre el mismo surco.

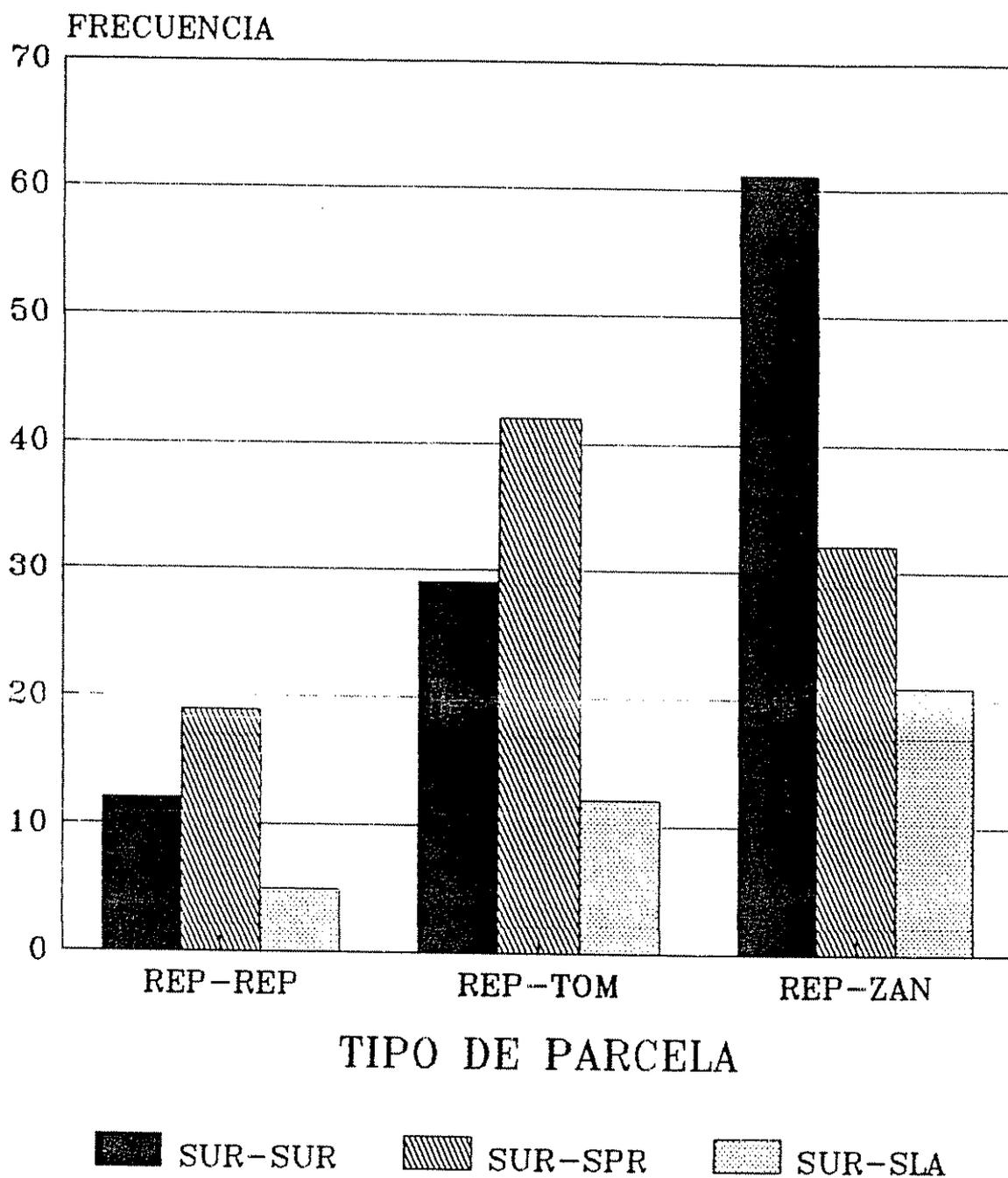


Figura 10. Distribución de vuelo espacial de *Plutella xylostella* en el mismo surco, a surco próximo y a surco largo en parcelas de policultivos y monocultivo repollo.

Con base a estos resultados se afirma que la distribución del vuelo espacial según surco de los adultos de *Plutella* depende del tipo de parcela (interacción significativa; $P= 0,0190$ según ANDEVAS no paramétricos usando rangos).

4.3.2 Preferencia de vuelos según el tipo de planta

El total de vuelos realizados por *P. xylostella* fue significativamente diferente entre las parcelas (según prueba de Kruskal-Wallis; $CHISQ= 25$; $P= 0,0001$) con 36 en monocultivo repollo; 83 para parcela Repollo-Tomate y 114 para Repollo-Zanahoria, observando más vuelos en policultivos que en monocultivo, por lo que se considera que el cultivo secundario está obligando a *P. xylostella* a tener una mayor movilidad.

Cuando se registró el total de vuelos por insecto observado, en monocultivo la moda fue cero vuelos con una frecuencia de 19; en R-T un vuelo y frecuencia de 15 y en R-Z la moda se desplazó a 2 vuelos por insecto, lo que confirma la mayor movilidad de *P. xylostella* en policultivo que en monocultivo.

Como es de esperarse en la parcela Repollo-Repollo el vuelo es R-R; pero este tipo de vuelo disminuye para Repollo-Tomate con sólo 12 casos y en Repollo-Zanahoria se reduce más al presentarse 2 vuelos R-R de un total de 114; en policultivo con tomate el número de vuelos T-T, T-R y R-T fueron muy similares con 25, 22 y 24 casos respectivamente; mientras que en policultivos con zanahoria, *P. xylostella*

mostró una mayor preferencia de Z-Z (figura 11). Si relacionamos esta tendencia con el caso anterior, en que estaba volando un mayor número de veces sobre el mismo surco en esta misma parcela la conclusión es que *F. xylostella* esta volando mayor número de veces de una planta de zanahoria a otra de zanahoria del mismo surco y está reduciendo más que el tomate los vuelos de R-R.

4.3.3 Probabilidad que el vuelo termine en una planta de repollo

Lo más importante de la asociación de cultivos es qué tanto está retardando el cultivo secundario la llegada de la plaga al cultivo principal, en este caso para reducir la posibilidad de oviposición por parte de *Plutella* en el repollo. Por esta razón se determinó la cantidad de veces que el vuelo terminaba en un repollo, tomate o zanahoria (figura 12).

Tanto el tomate como la zanahoria tienen un efecto distractor para el adulto, en las dos parcelas los vuelos están terminado más en el cultivo secundario que en repollo; en Repollo-Tomate el 60% de los vuelos termina en tomate y el 40% en repollo. Nuevamente zanahoria deja sentir más su efecto disturbador al registrarse que un 18% de los vuelos terminan en repollo y el 84% en zanahoria.

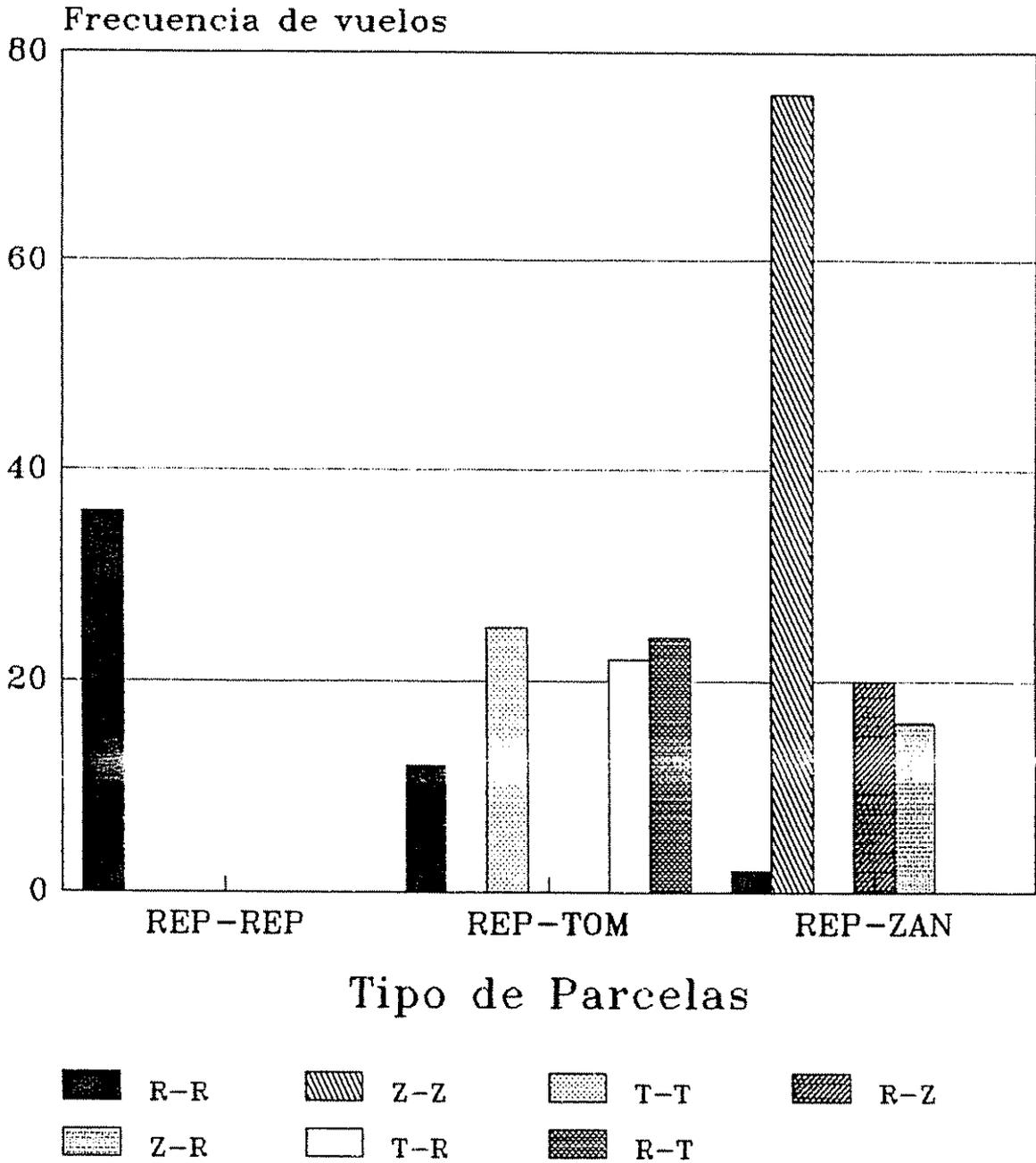


Figura 11. Distribución de vuelo de *Plutella xylostella* con base a la planta donde inicia y termina el vuelo en parcelas de policultivos y monocultivo repollo.

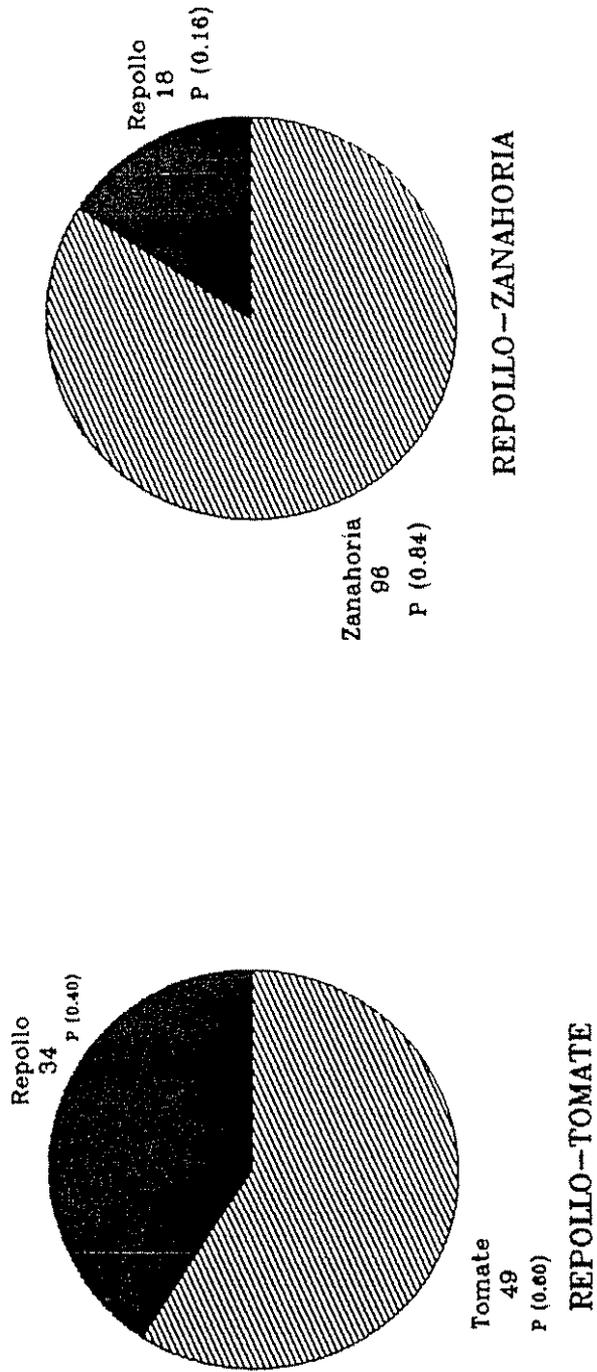


Figura 12. Probabilidad de que *Plutella xylostella* finalice su vuelo en una planta de repollo, tomate ó zanahoria en parcelas de policultivos.

4.3.4 Tiempo para encontrar un repollo

En las parcelas de policultivo, se estimó el tiempo total que la *Plutella* pasa en el cultivo secundario antes de llegar al cultivo principal repollo, ya sea partiendo de una planta de zanahoria, tomate o repollo.

En ambas asociaciones este insecto muestra su mayor frecuencia en el rango de 0 a 20 minutos (figura 13). Para Repollo-Tomate se está tardando menor tiempo promedio (15,1 minutos) que en Repollo-Zanahoria (24,34 minutos), sin embargo, estos promedios no son estadísticamente diferentes (según prueba de Kruskal-Wallis $CHISQ=0,696$; $P= 0,4041$). Existen insectos que están permaneciendo más de 60 minutos en el cultivo secundario (zanahoria) antes de llegar a una planta de repollo.

Es posible que mientras mayor sea el tiempo que permanezca *P. xylostella* en el cultivo secundario menor será la posibilidad de oviposición en repollo y por lo tanto las poblaciones en las próximas generaciones tenderán a disminuir y causar menos daño, más aún si tomamos en cuenta que la estancia en estos dos cultivos es sólo de descanso, ya que ninguno es hospedante y este lepidóptero es plaga muy específica de crucíferas por lo que las posibilidades de oviposición en ellos es cero.

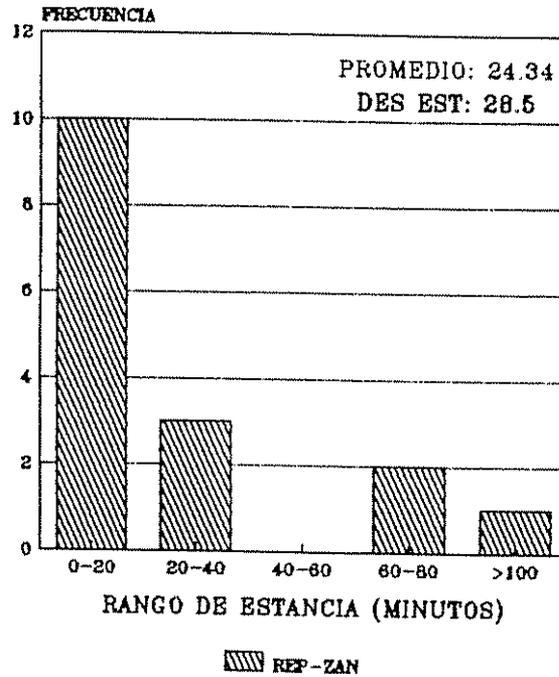
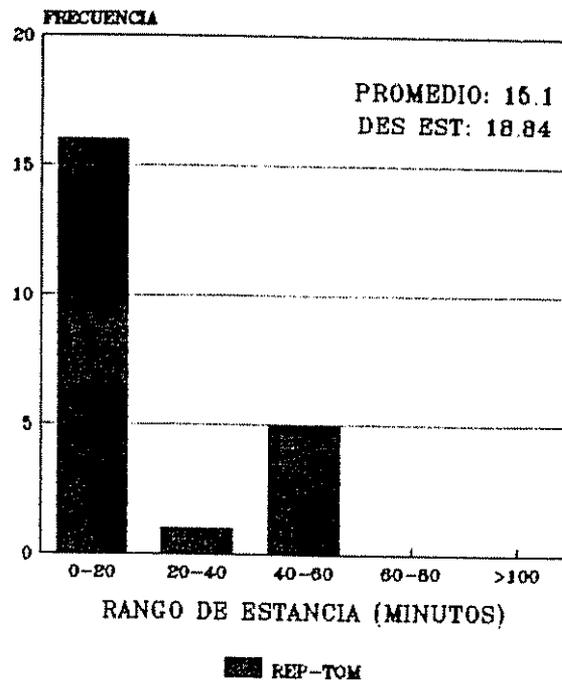


Figura 13. Distribución de *Plutella xylostella* según el tiempo que permanece en plantas de tomate ó zanahoria antes de llegar a una planta de repollo en parcelas de policultivos.

4.3.5 Distancia de vuelos (metros)

P. xylostella no mostró diferencia en la distancia de vuelo entre las parcelas de monocultivo y policultivo (contraste $F= 0,95$; $P= 0,3334$) y tampoco existieron diferencias entre las parcelas de policultivos (contrastados $F= 0,63$; $P= 0,4306$) (figura 14). Prefirieron vuelos cortos entre 0 y 1 metro. La razón de esto puede ser la forma de vuelo que tiene este insecto. En monocultivo la plaga está en su medio de plantas hospedantes por lo que no tiene que recorrer distancias largas para encontrarlo. Es posible que en Repollo-Zanahoria, el cultivo secundario, al actuar como una barrera física, está obligando a *P. xylostella* a realizar vuelos cortos, recordando que los análisis anteriores indicaban que en esta parcela el adulto tiene mayor número de vuelos sobre el mismo surco de zanahoria a zanahoria.

4.3.6 Número de vuelos por minuto

El número de vuelos por minuto es un reflejo claro del grado de movilidad de una plaga y mientras más sea su movimiento mayor cantidad de energía estará gastando; a mayor número de vuelos menor será el tiempo por estación de un insecto.

Existen diferencias en el número de vuelos/minuto que *P. xylostella* realiza en la parcela de monocultivo y las de policultivo (contraste $F= 7,71$; $P= 0,0067$) (figura 15).

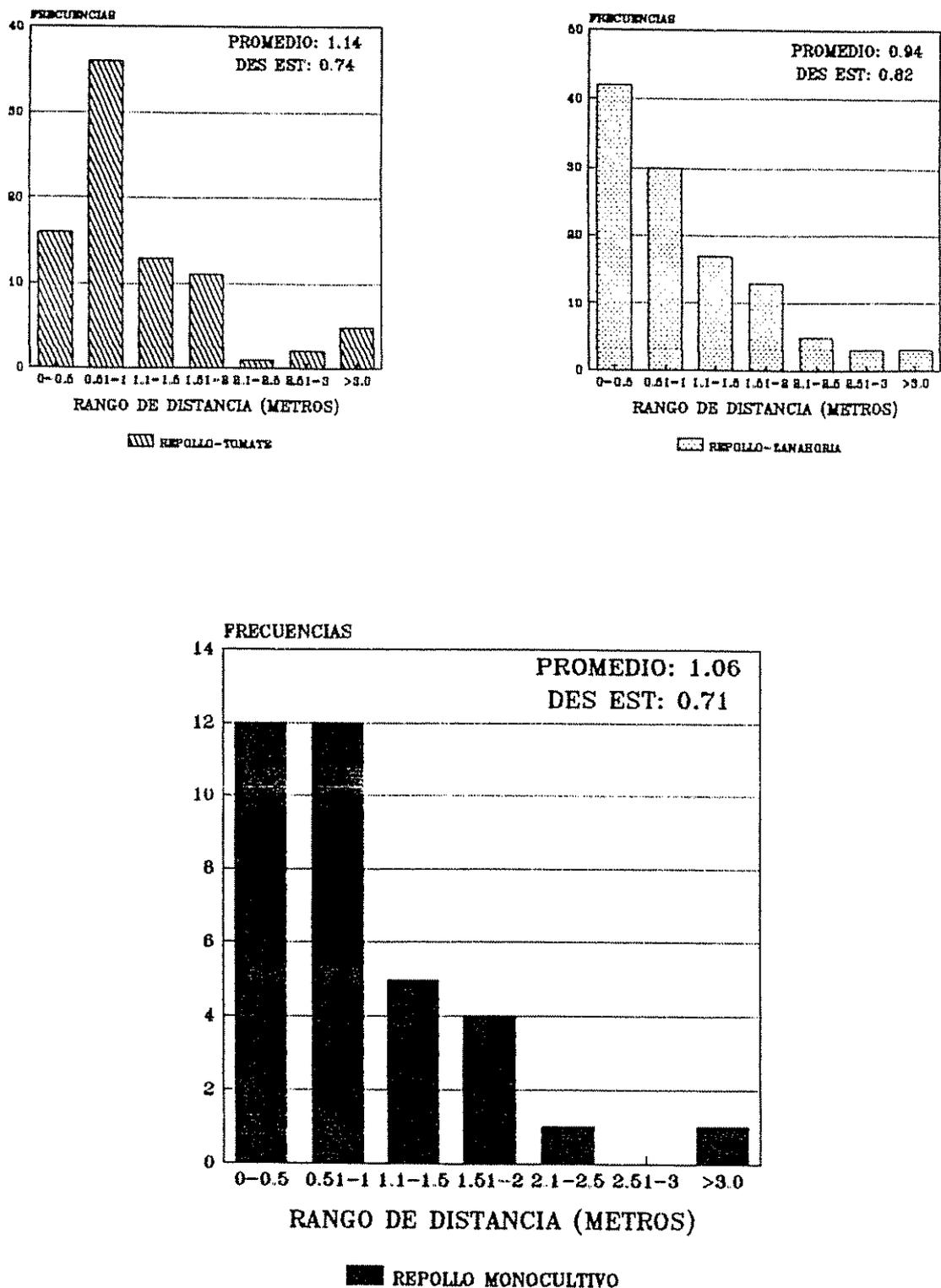


Figura 14. Distribución de *Plutella xylostella* según la distancia de vuelos que realiza en parcelas de policultivos y monocultivo repollo.

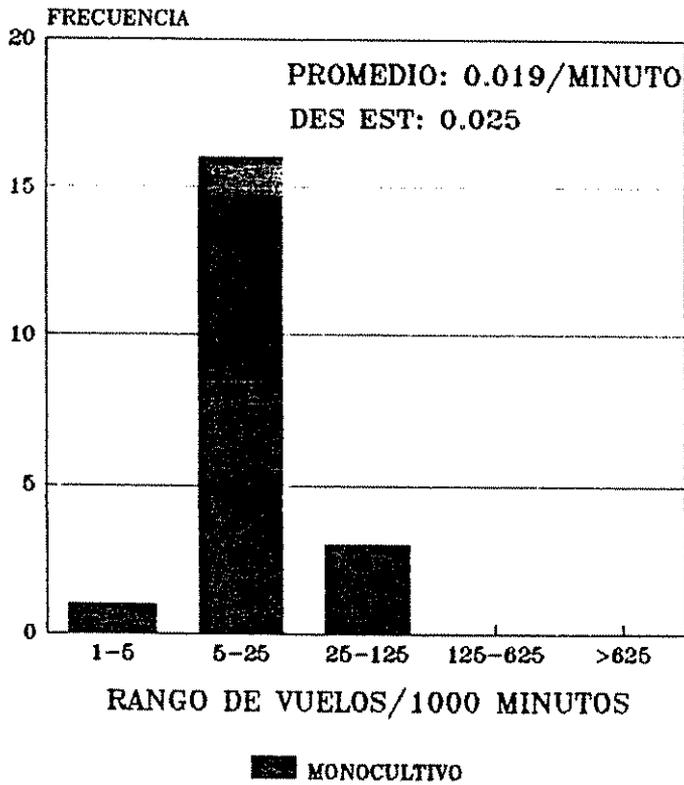
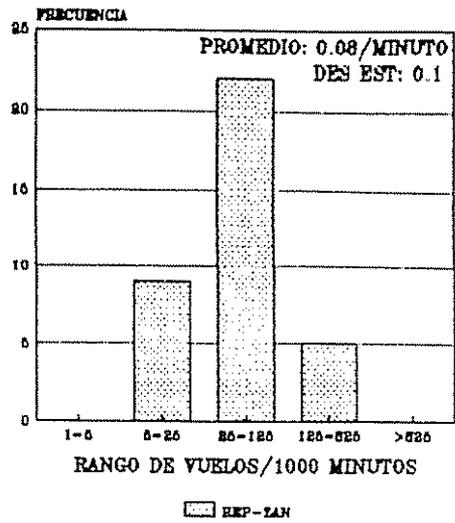
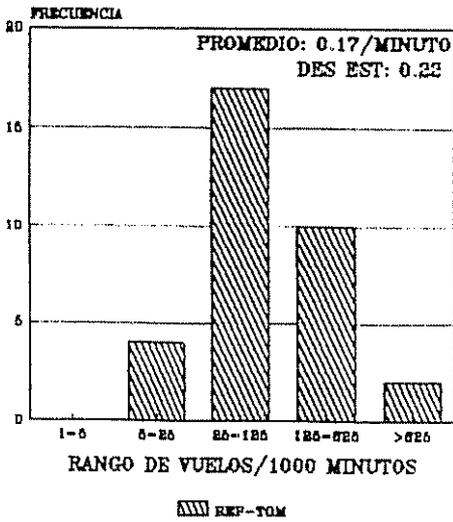


Figura 15. Distribución de *Plutella xylostella* según el número de vuelos por minuto que realiza en parcelas de policultivos y monocultivo repollo.

También se encontraron diferencias significativas entre las parcelas de policultivos (contraste $F= 5,84$; $P= 0,0177$).

Se registraron promedios de vuelos por minuto de 0,019 para monocultivo; 0,08 en Repollo-Zanahoria y 0,17 en Repollo-Tomate. Mientras en parcelas de policultivos la mayor frecuencia de vuelos se concentra de 0,025 a 0,125 vuelos/minuto, en monocultivo el insecto prefiere volar menos al tener su mayor frecuencia de 0,05 a 0,025 vuelos/minutos.

Esta conclusión es lógica puesto que en monocultivo la *Plutella xylostella* se encuentra en su medio adecuado sin ninguna perturbación, lo que la hace permanecer mayor tiempo en las plantas de repollo. Por el contrario en policultivo está volando más veces, no se sabe si es por efecto repelente que tiene el tomate o por la textura de sus hojas. También puede estar influyendo el contraste de colores de tomate y zanahoria en la localización de el repollo.

4.3.7 Tiempo de estancia por estación

Una vez que *P. xylostella* termina su vuelo y se posa en una planta, es importante estimar cuánto tiempo permanece ahí ya que durante este tiempo oviposita, si es que se encuentra en el hospedante adecuado que garantice la alimentación de las nuevas larvas.

En este caso se estimó la distribución de tiempo/estación sin considerar el tipo de planta en que el insecto se posa.

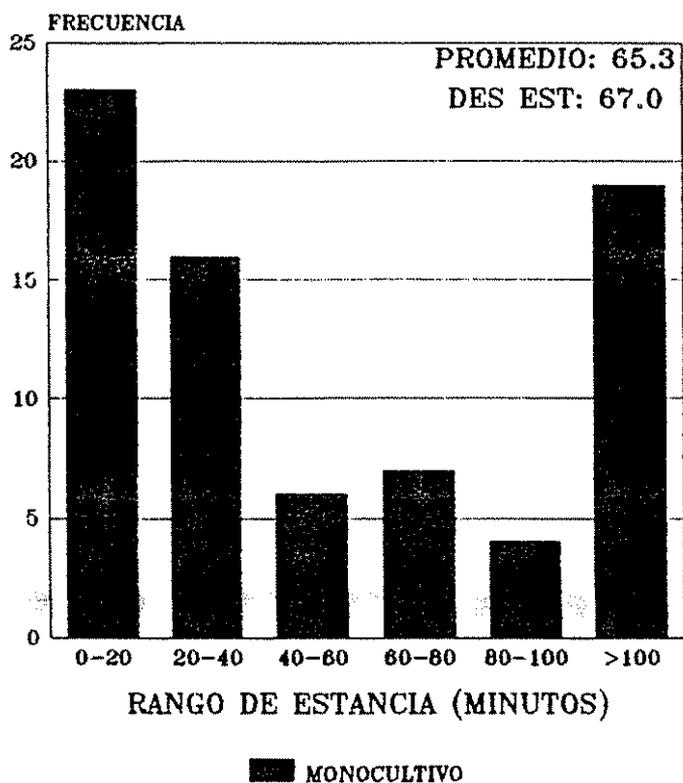
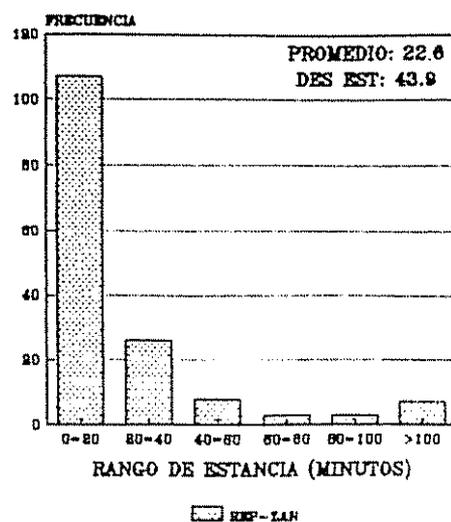
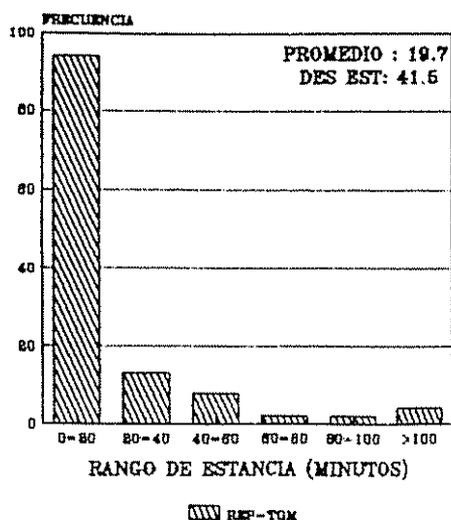


Figura 16. Distribución de *Plutella xylostella* según el tiempo que permanece en cada estación (estancia en la planta) de acuerdo al tipo de parcela.

P. xylostella registró el menor número de vuelos/minuto en monocultivo, esto se corresponde con el alto promedio por estación 85,3 minutos muy superior a los obtenidos en Repollo-Tomate (19,7 minutos) y Repollo-Zanahoria (22,6 minutos) (figura 16). Esto se debe al mayor número de vuelos/minutos registrados en estas parcelas, de modo que es claro que los policultivos están afectando el tiempo de permanencia de los adultos en las plantas.

En policultivos la mayor frecuencia de estancia se da en el rango de 0 a 20 minutos y disminuye considerablemente en los rangos sucesivos, existiendo pocos casos con estancias mayores de 100 minutos. Por el contrario en monocultivo hay varios insectos con este rango, lo que explica el mayor tiempo promedio por estación en Repollo-Repollo.

4.3.8 Estancias de *P. xylostella* por cultivo

En las parcelas de policultivos del total de estaciones/cultivo, la mayor frecuencia de porcentajes de estancias está concentrado en el rango de 0 a 20 minutos (figura 17). En Repollo-Tomate ambos cultivos tienen porcentajes similares en este rango; lo mismo ocurre para los tiempos de 20 a 40; 60 a 80 y de 80 a 100 a excepción de 40 a 60 en que el tomate tiene un porcentaje mayor que el repollo. En Repollo-Zanahoria en el primer rango los porcentajes de estancia en repollo son mayores que en zanahoria pero en los rangos de 20 a 60; y mayores de 100 minutos el porcentaje es mayor en zanahoria. El tomate tiene efecto repelente en

cambio zanahoria le ofrece un medio más cómodo para descansar por la cantidad de sombra que ofrece esta planta.

El comportamiento de la distribución en monocultivo cambia comparado con policultivo al acumular el primero un alto porcentaje de casos en el rango mayor de 100 minutos.

Una vez que la *P. xylostella* se posa en la periferia de la planta de zanahoria, comienza a explorar la planta, moviendo sus antenas y cambiándose en la planta de un lugar a otro en busca de sombra. Cuando desciende al estrato medio o bajo de la planta, se acomoda y ahí puede pasar más de una hora. Este comportamiento fue observado también en repollo en monocultivo. Cuando se coloca en una hoja muy expuesta al sol se mueve hacia la parte axilar de la hoja y ahí se establece puede tardar hasta 6 horas. Durante este tiempo si la hembra oviposita, busca aquéllas hojas tiernas de la planta, las que por su estructura protegen bien del sol y ahí puede colocar de 1 a 5 huevos individuales en un lapso de 20 a 40 minutos. Si la planta ya formó cabeza prefiere ovipositar en el envés de la hoja o trata de penetrar hasta donde sea posible en la cabeza.

Los tiempos de estancias en las plantas de repollo en las tres parcelas mostraron diferencias significativas entre monocultivos y policultivos (contraste $F= 14,06$; $P= 0,0003$), con un mayor tiempo de estancia en las plantas de repollo en el monocultivo. Los tiempos de estancias en repollo de las parcelas de policultivos no fueron significativamente diferentes (contraste $F= 1,82$; $P= 0,1802$).

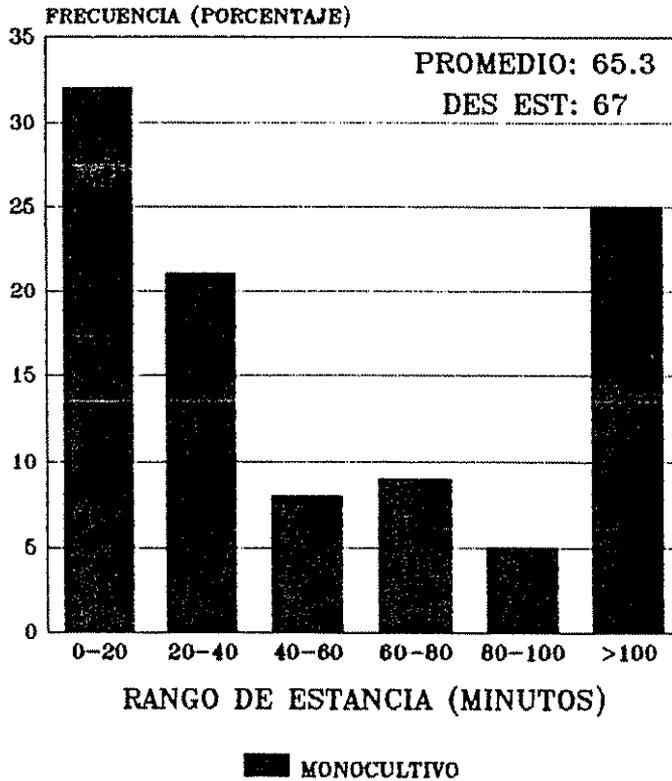
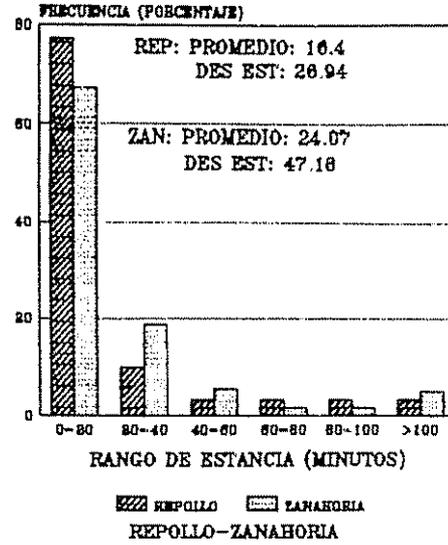
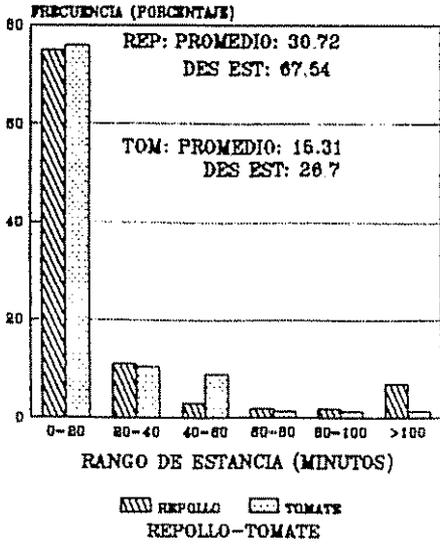


Figura 17. Distribución de *Plutella xylostella* según el porcentaje de tiempo que permanece en cada cultivo por parcela.

El cultivo secundario está reduciendo en un 50% la posibilidad de que *Plutella* llegue al cultivo principal repollo; este efecto junto a otras tácticas de control compatibles con este sistema podrían ayudar a mantener esta plaga a niveles económicamente aceptables.

4.4 Relación entre la incidencia de larvas; el comportamiento de los adultos de *Plutella xylostella* y los componentes del rendimiento en monocultivo y policultivos

Las densidades de herbívoros son mayores en comunidades simples (monocultivos) que en ambientes diversos. La razón de este comportamiento de las poblaciones de insectos es atribuido a: 1) En policultivos la acción de los enemigos naturales pueden controlar de una forma efectiva las plagas insectiles. 2) En monocultivo la concentración del recurso (planta hospedante) permite una rápida colonización, establecimiento y reproducción de la plaga.

Además la presencia del cultivo secundario puede tener un efecto disturbador en los adultos de los insectos, dificultando la capacidad de búsqueda de su planta hospedante ya sea por efectos olfatorios o de contraste de colores. También al alterar la distribución espacial y temporal del cultivo principal puede dificultar el establecimiento y reproducción de los insectos plagas. Todos estos factores es necesario tenerlos en cuenta para poder analizar el efecto de

los policultivos sobre las densidades poblaciones de una plaga.

En este estudio los niveles de larvas de *P. xylostella* fueron mayores en monocultivo que en policultivos (cuadro 20), reafirmando los resultados de Root (1973), Bach (1980), Varela y Guharay (1988), Guadamuz (1989) y Bach y Tabashnik (1990) Estos autores encontraron mayores poblaciones de herbívoros en comunidades simple que en habitats diversos. La razón de este mayor nivel de plaga en monocultivo se puede atribuir a la concentración de recursos de la planta hospedante repollo Root (1973).

Las poblaciones de enemigos naturales fueron similares en policultivo que en monocultivo a excepción de *Polybia* sp., la que concentró sus mayores niveles en Repollo-Repollo. Esto se atribuye a las características del depredador que se ve atraído a donde hay mayor cantidad de su presa, en este caso *P. xylostella*.

El comportamiento de las poblaciones de enemigos naturales en este estudio no es consistente con la hipótesis de Root (1973), cuando afirma que la menor incidencia de herbívoros en comunidades diversas se debe a la abundancia de los enemigos naturales. Los bajos niveles de *P. xylostella* obtenidos en Repollo-Tomate y Repollo-Zanahoria puede ser el resultado de otros efectos del cultivo secundario y no necesariamente a la acción de los depredadores y parasitoides, más si recordamos que los niveles de parasitismo de *D. insulare* en *P. xylostella* no mostró

diferencias significativas entre monocultivo y policultivos. Sin embargo si se considera la abundancia de que habla Root (1973) como el número de enemigos naturales por insecto plaga presente en el campo, estos resultados serian consistentes con su planteamiento ya que el número de *Polybia*, *D. insulare* y araña por *P. xylostella* presente en el campo fue superior en policultivo que en monocultivo.

Los ingresos totales en Repollo-Tomate fueron inferiores en monocultivo repollo (\$ 731,43) comparados con los de Repollo-Tomate (\$ 2437). Los ingresos obtenidos en monocultivo fue el resultado del bajo porcentaje de cabezas formadas (46%), al grado de daño foliar (Chalfant y Brett 1965) y en alguna medida al precio/cabeza de repollo.

La poca formación de cabezas en monocultivo se debe a que en estas parcelas la presión de la maleza coyolillo fue muy fuerte, no permitiendo que las plantas de repollo se desarrollaran normalmente. El efecto del coyolillo se redujo en los policultivos y es posible que la interacción con el cultivo secundario superó el stress del repollo, al tener el tomate un efecto de sombra o alelopatía sobre esta maleza. Esto permitió un mayor porcentaje de cabezas formadas en este sistema.

Los resultados de área foliar dañada según la máquina no mostraron diferencias entre ambos sistemas (cuadro 20). La causa de estos resultados se debe a la forma en que la máquina estima el área foliar. Solamente considera aquel daño que ha formado orificio dejando por fuera el tipo de daño en

forma de raspadura de *P. xylostella*. El daño de este insecto puede estar siendo subestimado, por lo que hay que corregir esta metodología.

En la asociación Repollo-Zanahoria los ingresos totales fueron 1.5 veces mayores en monocultivo que en policultivos, la diferencia en el ingreso es el resultado del número de cabezas/ha.

En este ensayo se logró una buena formación de cabezas con un 80% en ambos sistemas, así mismo se notó que la calidad de las cabezas fué superior que en Repollo-Tomate. Esto se reflejó en el precio/cabeza al ser 15 veces mayor en Repollo-Zanahoria.

El tomate y la zanahoria como cultivo secundario afectan el comportamiento de los adultos de *P. xylostella* de diferentes maneras. Este insecto muestra que la preferencia de vuelo según planta no es afectada por la presencia del tomate ya que presentó el mismo comportamiento que en monocultivo. Por su parte zanahoria obliga a los adultos a volar sobre el mismo surco, de una planta de zanahoria a otra de zanahoria.

Es posible que esto es el resultado de un efecto de contraste de colores, efecto de barrera o condiciones adecuadas en esta planta que le proporcionan al insecto un ambiente favorable para su permanencia en esta planta. Esto podría ser una de las causas de que se registraron menores poblaciones de larvas en Repollo-Zanahoria ya que la probabilidad de encontrar una planta de repollo en este

sistema por el adulto es solo un 16% (18 casos de un total de 114 vuelos). Disminuyendo de esta manera la posibilidad de que oviposite en la planta de repollo. No hay reportes de que *P. xylostella* oviposite en zanahoria o tomate (cuadro 21).

Aunque tomate no alteró la preferencia de vuelo según surco, quizás porque su efecto de barrera no es tan claro (por la distancia de siembra y estructura de la planta), Tiene un efecto distractor ya que solo un 40% de los vuelos terminan en una planta de repollo. La razón de esto podría ser el efecto de repelencia que presenta el tomate contra *P. xylostella* (Bach y Tabashnik 1990); siendo esto consistente con el mayor número de vuelos por minuto que realiza. También en tomate el adulto tarda menos tiempo (15 minutos) para encontrar la planta de repollo que en presencia de zanahoria es 24,3 minutos. Esto se debe a su gran movilidad en presencia de tomate (0,17 vuelos/minutos); con lo que aumenta sus posibilidades de encontrarse con repollo.

Los adultos de *P. xylostella* en plantas de repollo en monocultivo registran el mayor tiempo de permanencia en la planta con un promedio de 65 minutos. Esto puede explicar los altos niveles de larvas de esta plaga en monocultivo ya que la hembra pueda realizar su oviposición sin ninguna perturbación.

El efecto de repelencia pareciera que se hace más efectivo cuando *Plutella* se posa en la planta de tomate, ya que aquí solo tarda 16 minutos. En cambio se observó que cuando se posó en una planta de repollo asociada a tomate

tarda 30 minutos. A pesar de la repelencia del tomate ella permanece más tiempo en repollo. Sin embargo es posible que el gasto de energía debido al número de vuelos podría afectar su proceso de oviposición y por lo tanto reducir las poblaciones de larvas de las generaciones futuras.

P. xylostella cambió la preferencia de permanencia por cultivo en presencia de zanahoria; tardando un promedio de 16 minutos cuando estaba en una planta de repollo y 25 minutos en plantas de zanahoria. Todo hace indicar que zanahoria perturba en mayor grado el comportamiento de este insecto.

Sería interesante investigar la razón por la cual este insecto prefiere permanecer mayor tiempo en zanahoria. Observaciones de campo indican que aparentemente la sombra que provee la planta hacen un medio apropiado de descanso para el insecto. Por otro lado será que *P. xylostella* es capaz de detener su oviposición y hacerlo hasta que se posa en una planta de repollo. Esto no parece tan lógico ya que la reducción de los niveles de larvas en policultivos es muy evidente.

Si tomate no está ejerciendo un efecto claro de barrera, además si su contraste de color con el repollo no parece tan evidente como el de zanahoria, y el tiempo de permanencia de *P. xylostella* en plantas de repollo en presencia de tomate es mayor que en presencia de zanahoria; se hace necesario reconocer que tomate posee otras características químicas o físicas que son capaces de alterar el comportamiento de los adultos de tal forma que hace disminuir la incidencia de

larvas de *P. xylostella* a niveles similares que las que mantiene la zanahoria. El nivel de profundidad de este estudio no permite llegar a una conclusión clara sobre las causas reales de este efecto.

Cuadro 20. Poblaciones de insectos y componentes principales del rendimiento de repollo en las asociaciones de Repollo-Tomate y Repollo-Zanahoria (Sebaco, 1989).

PARCELA	Larvas Plutella/ planta	Polybia/ parcela	I N C I	D E N C I A	Diadegma Plutella	areñas/ planta	areñas/ Plutella	Cabeceras formadas	Precio/ Cabeta	2 dato foliar (escalas) (MSq)	2 Ingreso Total/ha	
REP-REP	1	2,97	2,97	0,64	0,64	0,27	0,27	46	0,007	4,36	33	731,4
REP-TOM	0,57	2,06	3,61	0,69	1,21	0,24	0,42	74	0,062	3,57	20	2437
REP-REP	0,93	2,25	2,71	1,08	1,3	0,19	0,25	80	1	3,64	21,75	21356
REP-ZAN	0,52	1,41	2,71	0,73	1,4	0,22	0,42	80	1,24	3,25	20,36	14077

Cuadro 21. Comportamiento de adultos de Plutella maculipennis en parcelas de observación (Sebaco, 1989)

PARCELA	TIPO SURCO	QUELLO según planta	Probabilidad de llegar a Repollo	Minutos para llegar a repollo	Distancia vuelo (M)	Porcentaje de vuelo	Estación Repollo	Efecto
REP-REP	R-R	1	< 1	1,06	0,019	65	65	-
REP-TOM	T-T R-T T-R	0,4	15,1	1,14	0,17	19,7	31	51
REP-ZAN	Z-Z	0,16	24,3	0,94	0,08	32,6	16	51

5. CONCLUSIONES

5.1 Experimentos Repollo-Tomate; Repollo-Zanahoria

- Los policultivos Repollo-Tomate; Repollo-Zanahoria disminuyen las poblaciones de *P. xylostella* en el cultivo de repollo.
- En los dos tipos de asociaciones las poblaciones de *Polybia* sp. fueron mayores en el tratamiento de monocultivo repollo que en los policultivos, posiblemente por la mayor concentración del hospedante en ese tratamiento.
- Los niveles de población de *Diadegma insulare* así como su porcentaje de parasitismo en *P. xylostella* no mostraron diferencias significativas en parcelas monocultivo y policultivos en ambas asociaciones.
- En los dos experimentos los policultivos no mostraron ningún efecto sobre poblaciones de arañas al registrarse niveles similares en el monocultivo.
- El porcentaje de plantas con daño fresco de *P. xylostella* en los policultivos fue significativamente menor que en monocultivo, observándose una relación directa con las poblaciones de la plaga tanto en Repollo-Tomate como en Repollo-Zanahoria.

- Para Repollo-Tomate la combinación de sembrar el tomate a los 10 DAT es la opción mas rentable desde el punto de vista agronómico, económico ya que mantiene niveles de *P. xylostella* similares a 30 DAT; y registra mayores niveles de *Polybia* sp.
- En la asociación Repollo-Zanahoria la mejor combinación espacial y temporal es sembrar la zanahoria en cama 10 DAT ya que registró las menores poblaciones de *P. xylostella* y los niveles más altos de enemigos naturales.
- Los ingresos económicos totales en Repollo-Tomate fueron iguales en monocultivo y policultivos observandose un mayor aporte económico debido a tomate.
- Para el experimento Repollo-Zanahoria se registraron mayores ingresos en monocultivo que en policultivos debido al buen precio pagado por el repollo.

5.2 Experimento parcelas de observación

El tomate y la zanahoria alteran el comportamiento de los adultos de *P. xylostella* de la siguiente manera:

- Existe una marcada influencia de el tipo de parcela en el vuelo espacial de *P. xylostella*. En Repollo-Zanahoria prefiere volar en el mismo surco mientras que en monocultivo y Repollo-Tomate prefiere vuelos a surco próximo.

- Los policultivos cambian bruscamente los vuelos de los adultos según el tipo de planta, reduciendo el número de vuelos R-R y aumentando el número de vuelos al cultivo secundario zanahoria es más efectiva que tomate para reducir la probabilidad de que *P. xylostella* termine su vuelo en una planta de repollo.

- El tiempo que tarda *P. xylostella* para encontrar una planta de repollo en la asociación con tomate es igual al transcurrido en Repollo-Zanahoria.

- Las parcelas de policultivos no tienen un efecto significativo en la distancia de vuelo de *P. xylostella*. Sin embargo, aumentan la movilidad de la plaga al registrar un mayor número de vuelos por minuto en policultivo que en monocultivo.

- *P. xylostella* tarda menor tiempo en las plantas en policultivos. Lo mas importante es que el tiempo de permanencia de *P. xylostella* en una planta de repollo es menor cuando está en policultivo que en monocultivo.

- El cultivo secundario está disminuyendo en un 50% la posibilidad de que *P. xylostella* permanezca en una planta de repollo.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de validación de los tratamientos (10 DAT) de pólicultivos en áreas más grandes que permita recoger con mayor precisión el efecto del cultivo secundario en las poblaciones de insectos así como la rentabilidad de este sistema

- Realizar un estudio que estime el nivel crítico del cultivo secundario (densidad de plantas y arreglo espacial) que logra mantener bajos niveles de plaga en repollo

- Repetir el estudio de comportamiento de los adultos de *P.xylostella* incorporando las consideraciones planteadas en este estudio

- Investigar con mayor profundidad los factores del cultivo secundario que alteran el comportamiento de los adultos de este insecto y lograr establecer con mayor claridad su relación con la biología de la plaga

7. BIBLIOGRAFIA

- ANDREWS, K. L. 1984. *Plutella*: su reconocimiento y control, proyecto de manejo integrado en Honduras. Tegucigalpa, Honduras, Editorial Escuela Agrícola Panamericana. p. 37-38.
- BACH, C.; TABASHNIK, B. E. 1990. Effects of nonhost plant neighbors on population densities and parasitism rates of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Department of Entomology, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii. *Environmental Entomology* (EE.UU.). 19(4):987-994.
- BACH, E. C. 1980. Effects of plant density and diversity on the population dynamics of a specialist herbivore, the striped cucumber beetle, *Acalyma vittata* (Fab.). Division of Biological Sciences, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan. *Ecology* (EE.UU.) 61(6):1515-1530.
- BUNDARAY, R. P.; RAROS, R. S. 1973. Effects of cabbage tomato intercropping on the incidence and oviposition of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.). *Philippine Entomology* (Filipinas)2:369-374.
- CALDERON, S. 1984a. Efectividad de insecticidas químicos y biológicos para el control de la palomilla de la col *Plutella maculipennis*. In Centro Experimental Campos Azules, Masatepe, Nicaragua. Informe anual. Masatepe. 12 p.
- CALDERON, S. 1984b. Problemática agroecológica del cultivo del repollo en los llanos de Pacaya, Departamento de Carazo. Informe Técnico. Managua, Nicaragua, Dirección de Horticultura. 10 p.
- CARBALLO, V. M.; HERNANDEZ, M.; QUEZADA, J. R. 1989. Efecto de los insecticidas y de las malezas sobre *Plutella xylostella* L. y su parásito *Diadegma insulare* (Cresson) en repollo. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.11:1-20.
- CARBALLO, V. M.; QUEZADA, J. R. 1988. Estudios del parasitoide de *Plutella xylostella* L., *Diadegma insulare* (Cresson) en Costa Rica, Mexico y el Caribe de Manejo Integrado de Plagas. Guatemala, Memorias. 146-153 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA 1988. Informe anual 1987-1988. Turrialba, Costa Rica. 288 p.

- _____. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de repollo. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No.150. 80 p.
- CHALFANT, R. B.; BRETT, C. H. 1965. Cabbage looper and imported cabbage Worms; feeding damage and control on cabbage in Western North Carolina. Journal of Economic Entomology (EE.UU.)58:28-33.
- CHIRI, A. A. 1989. Las arañas: biología, hábitos alimenticios e importancia como depredadores generalizados. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.7:69-79.
- CORDERO, J. R.; CAVE, D. R. 1990. Parasitismo de *Plutella xylostella* L (Lepidoptera: plutellidae) (Hymenoptera: ichneumonidae) en el cultivo de repollo *Brassica oleracea* variedad capitata en Honduras. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 16:19-22.
- DEN BELDER, E.; SEDILES, A. 1985. Manual de laboratorio para prácticas del curso control integrado de plagas. Managua, Nicaragua, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias 35 p.
- GUADAMUZ, A. 1989. Efecto de policultivo (Rapollo-Tomate; Rapollo-Zanahoria) sobre la incidencia de los defoliadores del cultivo de repollo (*Brassica oleracea*) variedad Superette. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. 22 p.
- GUADAMUZ, A.; GUHARAY, F. 1989. Efecto de policultivo repollo - tomate y repollo - zanahoria sobre la incidencia de los defoliadores en repollo. Revista de la Escuela de Sanidad Vegetal. (Nic.) 1:57 -60.
- GUHARAY, F. 1986. Problemática de producción de hortalizas en la VI región y sugerencias para su superación. Informe técnico. Managua, Nicaragua, Dirección General de Enseñanza e Investigaciones Agropecuarias. 25 p.
- GUHARAY, F. 1988. Taller sobre el manejo del cultivo del repollo con énfasis en MIP - Rapollo. Managua, Nicaragua, Escuela de Sanidad Vegetal. 38 p.
- HARCOURT, D. G. 1960. Biology of the diamond-back moth *Plutella maculipennis* (Curtis) (Lepidoptera: Plutellidae), in Eastern Ontario. 3. Natural Enemies. Canadian Entomologist (Can.)92:419-428.
- HASSELL, M. P.; SOUTHWOOD, T. R. E. 1978. Foraging strategies of insects. Annual Review of Ecology and Systematics (EE.UU.)9:75-98.

- HERNANDEZ, M. 1988. Efecto de los insecticidas y las malezas sobre *Diadegma* spp. (Cresson) parásito de *Plutella xylostella* L. en repollo. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica. 84 p.
- HOWELL, H. N.; ANDREWS, K. L. 1987. Utilización de prácticas culturales en el manejo integrado de plagas. Manejo Integrado de Plagas (C.R.)4:1-16.
- KING, A.B.S.; SAUNDERS, J. L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. London, ODA, TDRI/CATIE. 182 p.
- LITSINGER, J. A.; MOODY, K. 1976. Integrated pest management in multiple cropping systems. In Multiple Cropping. Eds. R.I. Papendick; P. A. Sánchez. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy.
- MARIN, E. 1988. Proyecto de ordenamiento del sistema productivo de la región II. Managua, Nicaragua, Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria, Dirección General de Agricultura. 89 p.
- MIRANDA, F. 1989. Estimación del nivel de daño económico de la palomilla de la col *Plutella xylostella* L en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea*) variedad Superrette. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. 40 p.
- NICARAGUA. MINISTERIO DE COMERCIO INTERIOR. 1982. Estimación del consumo anual de repollo. Managua, 2 p.
- NICARAGUA. MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA. 1982. Manual técnico del repollo. Managua, 27 p.
- OCHOA, R.; CARBALLO, V. M.; QUEZADA, J. R. 1989. Algunos aspectos de la biología y comportamiento de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) y de su parasitoide *Diadegma insulare* (Himenoptera: Ichneumonidae). Manejo Integrado de Plagas. (C. R.) No.11:21-30 p.
- PERRIN, R. M. 1977. Pest management in multiple cropping systems. Agro-ecosystems (Holanda)3:93.
- POWER, G. A. 1987. Plant community diversity, herbivore movement, and insect-transmitted disease of maize. Ecology (EE.UU.)68(6)1658-1669.
- PRAGER, M.; CASTELLANO, L. M.; 1990. La biodiversidad una estrategia a favor del control biológico. Colombia Ciencia y Tecnología. 3 p.

- PROGRAMA ALIMENTARIO NACIONAL (Nic.). 1984. Producción de repollo en Nicaragua. Managua, Nicaragua. 10 p.
- QUEZADA, J. R. 1988. Parasitoides y depredadores, un recurso para el manejo integrado de plagas. Serie técnica. Informe técnico No. 81. San José, Costa Rica. Proyecto Manejo Integrado de Plagas. CATIE. Memorias del seminario manejo integrado de plagas. 127-140 p.
- RISCH, S. J. 1980. The population dynamics of several herbivorous beetles in a tropical agroecosystem: the effect of intercropping corn, beans and squash in Costa Rica. *Journal of Applied Ecology* (G.B.)17:593-912.
- RISCH, S. J. 1981. Insect herbivore abundance in tropical monocultures and polyculture: an experimental test of two hypotheses. *Ecology* (EE.UU.)62:(5):1325-1340.
- RISCH, S. J.; ANDOW, D.; ALTIERY, A. M. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions, and new research directions. *Environmental Entomology* (EE.UU.)12:625-629.
- ROOT, R. B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleraceae* L). *Ecological Monographs* (EE.UU.)43:95-124.
- ROSSET, P. 1988. Aprovechamiento de la ecología y el comportamiento de los insectos mediante las técnicas de control cultural en el manejo de plagas. *Manejo Integrado de Plagas* (C.R.) 10(4):1-12.
- ROSSET, P. M. 1986. Aspectos ecológicos y económicos del manejo de plagas y los policultivos de tomate en América Central. Ph. D. E.E.U.U. Tesis. Michigan, State University. 127 p.
- 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.
- ROSSET, P.; VANDERMEER, J.; CANO, M.; VARELA, G.; SNOOK, A.; HELLPAP, C. 1985. El frijol como cultivo trampa para el combate de *Spodoptera sunia* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae) en plántulas de tomate. *Agronomía Costarricense* (C.R.)9(1):99-102.
- SALINAS, P. J. 1986. Studies on diamondback moth in Venezuela with reference to other Latinoamerican countries. In *Diamondback moth management: Proceedings international workshop, Taiwan, 1985*. Ed. T. D. Griggs. Shanhua, Taiwan, A V R D C. p. 17-24.

- SECAIRA, E.; ANDREWS, K. 1987. El cultivo de repollo en Honduras: la necesidad de manejo integrado de plagas. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 26 p. (Publicación MIPH-EAP No.7)
- STEEL, R. G.; TORRIE, J. H. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. Trad. por Ricardo Martínez. 2 ed. Bogotá, Colombia, McGRAW-HILL. 622 p.
- UGALDE, H.; CANESSA, W.; SEGURA, L. 1983. Combate biológico y químico de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) en repollo (*Brassica oleracea* var. Capitata). Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit (C.R.)16(3):7-12.
- VANDERMEER, J. 1989. The ecology of intercropping. Michigan, University of Michigan. 237 p.
- VARELA, G. 1987. Efectividad de cuatro insecticidas sobre la incidencia de defoliadores de repollo. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. 71 p.
- VARELA, G.; GUHARAY, F. 1988. Uso de policultivos repollo-zanahoria como un componente del manejo integral de defoliadores de repollo. Escuela de Sanidad Vegetal. Managua, Nicaragua, Escuela de Sanidad Vegetal. 10 p.

8. ANEXOS

Cuadro 6A. Valores de F de los contrastes del número de *Plutella xylostella*/planta en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco, 1991)

COMPARACION	ETAPA FENOLOGICA		
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza
Monocultivo Vs. Policultivos	11,53 (0,0053)*	34,84 (0,0001)	27,39 (0,00002)
Surco Vs. Cama	0 (0,9639)	1,99 (0,1842)	0 (0,9539)
10 DAT Vs. 30 DAT	1,12 (0,3107)	1 (0,3377)	0,20 (0,6663)
Interacción	0 (0,9654)	3,34 (0,0925)	0,04 (0,8358)

* Los números entre paréntesis indican la probabilidad a la cual F es significativa

Cuadro 7A. Valores de F de los contrastes del número de *Polybia* sp./parcela en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco, 1991)

COMPARACION	ETAPA FENOLOGICA		
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza
Monocultivo Vs. Policultivos	0,07 (0,7938)	6,19 (0,0285)	13,66 (0,0031)
Surco Vs. Cama	3,21 (0,0982)	5,83 (0,0327)	0,05 (0,8249)
10 DAT Vs. 30 DAT	0,36 (0,5612)	1,36 (0,2664)	0,99 (0,3405)
Interacción	0,36 (0,36)	3,34 (0,4832)	0,06 (0,8148)

Cuadro 8A. Valores de F de los contrastes del número de *Diadegma insulare*/parcela en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco, 1991)

COMPARACION	ETAPA FENOLOGICA		
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza
Monocultivo Vs. Policultivos	2,86 (0,1164)	0,1 (0,7539)	0,62 (0,4460)
Surco Vs. Cama	2,68 (0,1277)	0,01 (0,9187)	0,98 (0,3414)
10 DAT Vs. 30 DAT	0 (1)	0,14 (0,7175)	0,18 (0,6763)
Interacción	1,90 (0,1937)	0,75 (0,4041)	0,10 (0,7630)

Cuadro 9A. Valores de F de los contrastes del número de araña/planta en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco, 1991)

COMPARACION	ETAPA FENOLOGICA		
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza
Monocultivo Vs. Policultivos	0,78 (0,3949)	1,31 (0,2743)	0,04 (0,8477)
Surco Vs. Cama	0,17 (0,6865)	2,39 (0,1481)	0,01 (0,9329)
10 DAT Vs. 30 DAT	0,22 (0,6489)	0,89 (0,3635)	0,39 (0,5438)
Interacción	0,92 (0,3566)	2,18 (0,1658)	0,08 (0,7762)

Cuadro 10A. Valores de F de los contrastes del porcentaje de plantas con daño fresco de *Plutella xylostella* en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991)

COMPARACION	ETAPA FENOLOGICA		
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza
Monocultivo Vs. Policultivos	2,17 (0,1667)	7,52 (0,0178)	27,57 (0,0002)
Surco Vs. Cama	1,48 (0,2472)	1,18 (0,2978)	0,63 (0,4438)
10 DAT Vs. 30 DAT	2,67 (0,1282)	1,54 (0,2387)	2,33 (0,1531)
Interacción	0,90 (0,3804)	2,18 (0,1511)	0,08 (0,6995)

Cuadro 11A. Valores de F de los contrastes del número de *Plutella xylostella*/planta en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo- Zanahoria (Sébaco, 1991)

COMPARACION	ETAPA FENOLOGICA		
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza
Monocultivo Vs. Policultivos	24,21 (0,0004)*	24,5 (0,0003)	5,22 (0,0412)
Surco Vs. Cama	0,35 (0,5665)	0,56 (0,1842)	2,14 (0,1691)
10 DAT Vs. 30 DAT	1,04 (0,3278)	5,69 (0,0344)	0,4 (0,6663)
Interacción	4,58 (0,0536)	1,11 (0,3124)	1,16 (0,3034)

* Los números entre paréntesis indican la probabilidad a la cual F es significativa

Cuadro 12A. Valores de F de los contrastes del número de *Polybia* sp./parcela en cada etapa fenológica del repollo, Repollo-Zanahoria (Sébaco, 1991)

COMPARACION	ETAPA FENOLOGICA		
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza
Monocultivo Vs. Policultivos	2,1 (0,1730)	7,38 (0,0187)	33,45 (0,0001)
Surco Vs. Cama	0,92 (0,3563)	0,28 (0,6063)	3,89 (0,0721)
10 DAT Vs. 30 DAT	0,92 (0,3563)	0,4 (0,5403)	4,36 (0,058)
Interacción	3,68 (0,0791)	4,28 (0,0608)	1,33 (0,2713)

Cuadro 13A. Valores de F de los contrastes del número de *Diadegma insulare*/parcela en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991)

COMPARACION	ETAPA FENOLOGICA		
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza
Monocultivo Vs. Policultivos	0,06 (0,7773)	0,78 (0,3932)	17,88 (0,0012)
Surco Vs. Cama	0,15 (0,7014)	1,67 (0,2206)	0,17 (0,6900)
10 DAT Vs. 30 DAT	0,12 (0,7343)	0,47 (0,5060)	0,47 (0,5000)
Interacción	0,78 (0,3939)	5,75 (0,033)	0,67 (0,4292)

Cuadro 14A. Valores de F de los contrastes del número de araña/planta en cada etapa fenológica del repollo, asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco, 1991)

COMPARACION	ETAPA FENOLOGICA		
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza
Monocultivo Vs. Policultivos	0,16 (0,6979)	6,04 (0,0301)	0,02 (0,8836)
Surco Vs. Cama	0,01 (0,9269)	0,49 (0,4968)	2,33 (0,1527)
10 DAT Vs. 30 DAT	1,86 (0,1982)	0 (0,9813)	0,02 (0,8781)
Interacción	0,01 (0,9318)	1,08 (0,3196)	1,7 (0,2169)

Cuadro 15A. Valores de F de los contrastes del porcentaje de plantas con daño fresco de *Plutella xylostella* en cada etapa fenológica del repollo en la asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991)

COMPARACION	ETAPA FENOLOGICA		
	Crecimiento Vegetativo	Preformación de Cabeza	Formación de Cabeza
Monocultivo Vs. Policultivos	1,35 (0,2684)	28,36 (0,0002)	2,87 (0,1158)
Surco Vs. Cama	0,04 (0,8416)	1,57 (0,2347)	0,74 (0,4062)
10 DAT Vs. 30 DAT	0,21 (0,6562)	0,61 (0,4482)	0,20 (0,6623)
Interacción	0,69 (0,4216)	0,24 (0,6338)	0,27 (0,6115)

Cuadro 16A. Valores de F de los contrastes para componentes del rendimiento en la asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991)

COMPARACION	Cabezas repollo/ha	Peso/cabeza (kg)	% área foliar dañada ¹	área foliar dañada ²	# cajas tomate/ha
Monocultivo Vs. Policultivos	1,85 (0,2033)		1,12 (0,3107)	13,89 (0,0002)	
Surco Vs. Cama	0,69 (0,4236)		0,07 (0,7958)	2,16 (0,1673)	2,6 (0,1413)
10 DAT Vs. 30 DAT	0,01 (0,9219)		0,05 (0,8268)	4,31 (0,0605)	0,28 (0,6045)
Interacción	0,43 (0,5244)		0,09 (0,7693)	3,3 (0,0943)	2,97 (0,1189)

¹= Área foliar dañada medida en la máquina

²= Área foliar dañada medida según la escala de Chalfant y Brett (1965)

Cuadro 17A. Valores de F de los contrastes para el ingreso económico en la asociación Repollo-Tomate (Sébaco; 1991)

COMPARACION	Precio/cabeza repollo	Ingreso/ha repollo	Ingreso/ha tomate	Ingreso total/ha
Monocultivo Vs. Policultivos	5 (0,0451)	0,49 (0,49)	-- --	42,49 (0,00002)
Surco Vs. Cama	0,01 (0,92190)	0,08 (0,7821)	2,31 (0,1628)	1,23 (0,2891)
10 DAT Vs. 30 DAT	4,29 (0,060)	2,3 (0,1552)	0,23 (0,6429)	1,74 (0,2117)
Interacción	3,3 (0,09)	1,1 (0,3149)	2,96 (0,1194)	0,66 (0,4323)

Cuadro 18A. Valores de F de los contrastes para los componentes del rendimiento en la asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991)

COMPARACION	Cabezas repollo/ha	Peso/cabeza (kg)	% área foliar dañada ¹	área foliar dañada ²	# sacos zan/ha
Monocultivo Vs. Policultivos	77,8 (0,0001)	2,3 (0,1552)	0,38 (0,5491)	4 (0,068)	--
Surco Vs. Cama	0,01 (0,9219)	0,05 (0,8268)	0,001 (0,9753)	0,02 (0,8898)	0,56 (0,477)
10 DAT Vs. 30 DAT	0,99 (0,3394)	0,008 (0,9779)	0,1 (0,7571)	0,06 (0,8106)	21,8 (0,001)
Interacción	0,69 (0,4224)	0,58 (0,4610)	2,12 (0,1710)	1,68 (0,2193)	0,8 (0,3943)

¹= Area foliar dañada medida en la máquina

²= Area foliar dañada medida según la escala de Chalfant y Brett (1965)

Cuadro 19A. Valores de F de los contrastes para el ingreso económico en la asociación Repollo-Zanahoria (Sébaco; 1991)

COMPARACION	Precio/cabeza repollo	Ingreso/ha repollo	Ingreso/ha Zanahoria	Ingreso total/ha
Monocultivo Vs. Policultivos	7,6 (0,017)	24,86 (0,0003)	-- --	20,76 (0,006)
Surco Vs. Cama	0,69 (0,4223)	0,6 (0,4535)	0,55 (0,4772)	0,26 (0,6193)
10 DAT Vs. 30 DAT	0,03 (0,8654)	1,2 (0,2948)	21,74 (0,0011)	0,32 (0,5820)
Interacción	0,24 (0,643)	1,05 (0,3257)	0,86 (0,3779)	0,82 (0,3830)