

**Evaluación del uso de feromonas para el control y monitoreo de *Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa zea* en maíz dulce**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera Agrónoma en el Grado Académico de Licenciatura

Por:

**Claudia Harumi Kuniyoshi Virrueta**

**Zamorano, Honduras**  
Abril, 2002

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Claudia Harumi Kuniyoshi Virrueta

**Zamorano, Honduras**  
Abril, 2002

**Evaluación del uso de feromonas en el control y monitoreo de  
*Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa zea* en maíz dulce**

Presentado por:

Claudia Harumi Kuniyoshi Virrueta

Aprobada :

---

Alfredo Rueda, Ph D.  
Asesor Principal

---

Alfredo Rueda, Ph D.  
Coordinador Area de Temática

---

Ronald D. Cave, Ph D.  
Asesor

---

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.  
Coordinador de la Carrera de  
Ciencia y Producción

---

Rogelio Trabanino, M.Sc.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph D.  
Decano

---

Pablo Paz, Ph D.  
Coordinador PIA Fitocenia

---

Keith Andrews, Ph D.  
Director General

## **DEDICATORIA**

A Dios porque nunca me falla y guiarme en todo momento.

A mis padres Soledad y Shingui por todo su apoyo y por ser los mejores ejemplos en mi vida.

A mi hermanito Kenji por darme su confianza y apoyarme en todo momento.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios padre que me acompañó en cada momento de la realización de este proyecto.

A mis padres por todo el apoyo brindado y sus consejos para seguir adelante y alcanzar mis metas.

A mi hermanito Kenji por sus consejos y por ser el mejor hermano del mundo.

Al Dr. Alfredo Rueda por su paciencia, comprensión, ayuda y por ser un gran ejemplo como persona y profesional.

Al Dr. Ronald Cave e Ing. Rogelio Trabanino por su colaboración e importantes comentarios para la realización de este trabajo.

A Kathy y Rommel por brindarme el calor de su hogar y su amistad.

A la familia Flores y familia Medina por su cariño, apoyo y dejarme ser parte de su hogar.

Al personal de protección vegetal del Zamorano. A Jorge y Yovani por toda la ayuda brindada. A doña María C. por su colaboración. A Lourdes por su amistad, los buenos momentos y su gran ayuda.

Al personal de horticultura del Zamorano. Al Ing. Barahona e Ing. Muñoz por la ayuda brindada. A Inés por el apoyo brindado y las enseñanzas en campo.

A Ricardo Lardizabal por brindarme la oportunidad de realizar el experimento en su finca “Las Flores”. Y a todo el personal de la finca “Las Flores”, en especial a Alfredo y María.

A mis amigos (as) Mariel M., Claudia L., Edith B., Cecilia R., Birgit K., Virna S., Jacky M., Silvana O., Carolina R., Milagros C., Mercedes C., Simón D., Carlos L., Felix B., Rene L., Juan Pablo F., Fernando R., Julio M., Kevin S., Oscar G., David H., Guillermo A., Hugo A., John R., Andrés G. y Carlos Andrés B. por todos los buenos momentos pasados entre risas y lágrimas, sus consejos y la amistad que durará a pesar de la distancia.

A Ricardo Morávek por todo su cariño y por cada momento que pasamos juntos.

Al Ing. Jorge Sarmiento, por sus enseñanzas, por ser un gran profesor, jefe y profesional.

A Antonio Vazquez por demostrarme que las cosas bellas de la vida están en los pequeños detalles y hacerme sonreír siempre.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

A la DSE por el apoyo brindado durante el Programa de Agrónomo.

A la empresa FARMEX por el apoyo brindado durante el Programa de Ingeniero Agrónomo..

A PROMIPAC-ZAMORANO-COSUDE por el apoyo brindado durante el Programa Ingeniero Agrónomo.

A la empresa CHEMTICA por el apoyo brindado para la realización de este proyecto.

## RESUMEN

Kuniyoshi, C.H. 2002. Evaluación del uso de feromonas para control y monitoreo de *Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa zea* en maíz dulce. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 40 p.

Entre los principales problemas del maíz dulce se encuentran las plagas, como *S. frugiperda* y *H. zea*. *S. frugiperda* causa defoliación durante todo el ciclo del cultivo, especialmente en la etapa vegetativa. *H. zea* reduce la calidad de la mazorca al alimentarse de los granos de la parte distal. El objetivo de este estudio fue evaluar la utilidad de feromonas sexuales para control y monitoreo de *S. frugiperda*, *S. albula* y *H. zea*. El estudio se realizó en El Zamorano y Cantarranas, Honduras. Los tratamientos fueron parcelas con trampas con feromonas y parcelas sin trampas, con repeticiones en el tiempo. Las feromonas utilizadas para *S. frugiperda* fueron: 99.4% de (Z)-9-tetradecen-1-ol acetate + 0.6% de (Z)-7-dodecen-1-ol acetate; y para *H. zea* (Z)-9-hexadecenal + (Z)-11-hexadecenal. Se evaluó la captura en trampas de los adultos machos, las larvas encontradas en plantas, la relación entre captura de machos y larvas encontradas, rendimiento (mazorcas totales, mazorcas con daño por gusano, número de bandejas con cuatro mazorcas, número de bandejas con seis mazorcas) y los costos y beneficios del uso de feromonas. Se encontró que el patrón de captura de adultos fue irregular en todas las repeticiones en las dos localidades. En las poblaciones de larvas de *S. frugiperda* y *H. zea* se observó una tendencia a ser mayores en las parcelas sin feromonas, comparadas a las parcelas con feromonas. En Cantarranas se capturaron adultos de *S. albula*, pero no se encontraron larvas en las plantas. Se encontró una alta correlación al asociar las capturas de adultos con las larvas encontradas dos semanas después. En El Zamorano no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento comercial del maíz. En Cantarranas se encontraron menos mazorcas con daño por gusanos en las parcelas con feromonas, resultando en una tasa de retorno marginal de 83% con respecto a no usar feromonas. A pesar, que no se encontraron diferencias significativas en las poblaciones de larvas, se observó una tendencia en la disminución de la población de larvas y un mayor número de bandejas con cuatro mazorcas al usar feromonas. Estos resultados pueden deberse a la disminución de hembras fértiles, por la captura de los machos en trampas, evitando el apareamiento. Al haber menos hembras fértiles, por consiguiente, hay menos masas de huevos y menos larvas en campo. Se recomienda el uso de feromonas sexuales como una herramienta más para mejorar el monitoreo y control de estas plagas.

**Palabras claves:** Atrayente sexual, gusano cogollero, gusano elotero, interruptor del apareamiento, trampeo, *S. albula*, *Zea mays* var. *saccharata*.

## **NOTA DE PRENSA**

### **LAS FEROMONAS SEXUALES EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**

En un estudio realizado con trampas con feromonas se encontró que efectivamente, las feromonas sexuales disminuyen las poblaciones de larvas en las parcelas de maíz dulce comparadas con las parcelas donde no se utilizaron trampas. También se encontró menor cantidad de mazorcas con daño por gusanos en las parcelas con feromonas comparadas a las parcelas sin feromonas.

El estudio se llevó a cabo en los campos del Zamorano y Cantarranas, en el sector suroriente de Honduras, en el año 2001, donde se evaluó la utilidad de las feromonas sexuales para controlar y monitorear las plagas del maíz dulce. Las plagas en el estudio fueron: el gusano cogollero, plaga del maíz y varios cultivos a nivel mundial; y el gusano elotero, plaga importante en los cultivos de maíz y tomate, el cual causa daño directo al fruto.

Al utilizar las feromonas sexuales, como una herramienta más en el manejo integrado de plagas, hace que aumenten las ganancias en 14%, por lo que se sugiere usar las trampas con feromonas sexuales, porque son útiles para monitorear el comportamiento de las plagas y controlarlas. Esta tecnología se puede utilizar como una herramienta más para poder decidir las medidas de control más apropiadas.

Las feromonas sexuales son sustancias químicas emitidas por las hembras para atraer a los machos para el apareamiento. Cada día las investigaciones con feromonas son más frecuentes, porque se está buscando nuevas alternativas para el control de las plagas. Lo que se desea es que los agricultores disminuyan el uso de insecticidas sintéticos que tienen un impacto negativo en el ambiente.

---

Licda. Sobeyda Alvarez

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Páginas de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Indice de Cuadros.....	xi
Indice de Figuras.....	xii
Indice de Anexos.....	xiii
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.2 ANTECEDENTES.....	2
<b>2. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 EL CULTIVO.....	3
2.2 DESCRIPCION DE PLAGAS.....	3
2.2.1 <i>Spodoptera frugiperda</i> y <i>Spodoptera albula</i> (Lepidóptera: Noctuidae).....	3
2.2.2 <i>Helicoverpa zea</i> (Lepidóptera: Noctuidae).....	4
2.3 COMUNICACION QUIMICA.....	4
2.4 EL MUNDO DE LAS FEROMONAS.....	5
2.5 USO DE LAS FEROMONAS.....	5
2.5.1 Detección y monitoreo.....	5
2.5.2 Captura y matanza.....	6
2.5.3 Trampeo masivo.....	6
2.5.4 Interrupción del apareamiento o confusión.....	6
2.6 FEROMONAS DE <i>S. frugiperda</i> , <i>S. albula</i> y <i>H. zea</i> .....	7
<b>3. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>8</b>
3.1 LOCALIZACION DEL ESTUDIO.....	8
3.2 MANEJO DEL CULTIVO.....	8
3.3 DESCRIPCION DE LAS FEROMONAS.....	8

3.4.	DESCRIPCION DE LAS TRAMPAS.....	9
3.4.1	Trampas de <i>S. frugiperda</i> y <i>S. albula</i> .....	9
3.4.2	Trampas de <i>Helicoverpa zea</i> .....	9
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	9
3.6.	VARIABLES A MEDIR.....	10
3.6.1	Conteo de captura por trampa.....	10
3.6.2	Número de masas de huevos y larvas de <i>S. frugiperda</i> .....	11
3.6.3	Número de larvas de <i>H. zea</i> .....	11
3.6.4	Relación entre captura de machos adultos en trampas, masas de huevos y larvas en plantas.....	11
3.6.5	Porcentaje de daño foliar.....	12
3.6.6	Altura de plantas de maíz dulce.....	12
3.6.7	Rendimiento.....	12
3.6.8	Tasa de retorno marginal.....	13
3.7	ANALISIS ESTADÍSTICO.....	13
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>14</b>
4.1	EXPERIMENTO EN ZAMORANO.....	14
4.1.1	Captura de adultos machos de <i>S. frugiperda</i> y <i>H. zea</i> en trampas con feromonas.....	14
4.1.2	Muestreos de larvas de <i>S. frugiperda</i> y <i>H. zea</i> en parcelas.....	14
4.1.3	Relación entre captura de adultos machos en trampas y número de larvas en plantas.....	16
4.1.4	Altura de plantas de maíz dulce.....	17
4.1.5	Rendimiento.....	17
4.2	EXPERIMENTO EN CANTARRANAS.....	20
4.2.1	Captura de adultos de <i>S. frugiperda</i> , <i>S. albula</i> y <i>H.zea</i> en trampas con feromonas.....	20
4.2.2	Muestreos masas de huevos de <i>S. frugiperda</i> y larvas de <i>S. frugiperda</i> y <i>H. zea</i> .....	20
4.2.3	Relación de captura de machos en trampas, número de masas y Larvas en plantas.....	23
4.2.4	Daño foliar y altura de planta.....	25
4.2.5	Rendimiento.....	25
4.2.6	Análisis de costos y beneficios.....	27
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>7.</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>31</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>34</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Pag.</b>
1. Clasificación de plantas según el daño foliar (Cañas 1993).....	12
2. Coeficientes de correlación (Pearson) entre adultos machos de <i>Spodoptera frugiperda</i> capturadas en trampas y número de larvas en 100 plantas. Zamorano, 2001.....	17
3. Coeficientes de correlación (Pearson) entre adultos machos de <i>Helicoverpa zea</i> capturadas en trampas y número de larvas en plantas. Zamorano, 2001.....	17
4. Pesos de cosecha de maíz dulce por hectárea y número de mazorcas Comerciales y no comerciales por hectárea. Zamorano. 2001.....	19
5. Coeficientes de correlación (Pearson) entre adultos capturados de <i>Spodoptera frugiperda</i> en trampas con feromonas y masas de huevos (MH) encontradas en 100 plantas. Cantarranas, 2001.....	23
6. Coeficientes de correlación (Pearson) entre adultos capturados en trampas con feromonas y larvas encontradas en 100 plantas. Cantarranas, 2001.....	23
7. Número de mazorcas cosechadas totales, mazorcas con virus, pequeña y con daño por gusano por hectárea. Cantarranas, 2001.....	26
8. Número de bandejas comerciales totales, con 4 mazorcas y 6 mazorcas por hectárea. Cantarranas, 2001.....	26
9. Costo de feromonas por ha en dólares. Cantarranas, 2001.....	27
10. Costo total en dólares. Cantarranas, 2001.....	27
11. Diferencias de ingresos en dólares/ha entre tratamientos. Cantarranas, 2001.....	28
12. Resultado de análisis marginal, Tasa de retorno marginal (TRM), Incremento en costos totales (CO TOT), ingresos brutos (ING BRU) y Beneficios netos (BEN NETO) y relación beneficio-costo (REL BEN-CO) Los valores están en dólares americanos.....	28

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Pag.</b>
1. Trampa de <i>S. frugiperda</i> y <i>S. albula</i> .....	10
2. Trampa de <i>H. zea</i> .....	10
3. Promedio de adultos/trampa/noche de <i>Spodoptera frugiperda</i> y <i>Helicoverpa zea</i> en El Zamorano, 2001.....	15
4. Tendencia de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> /día/100 plantas en las diferentes repeticiones en el tiempo. El Zamorano, 2001.....	16
5. Tendencia de larvas de <i>Helicoverpa zea</i> /día/100 plantas en las diferentes repeticiones en el tiempo. El Zamorano, 2001.....	16
6. Tendencia de adultos de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Sf) y <i>Helicoverpa zea</i> (Hz) capturados en trampas con feromonas y larvas de las mismas especies, encontradas en 100 plantas. El Zamorano, 2001.....	18
7. Adultos/trampa/noche en trampas con feromonas de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Sf), <i>Spodoptera albula</i> (Sa) y <i>Helicoverpa zea</i> (Hz) en diferentes repeticiones, en el maíz dulce. Cantarranas, 2001.....	21
8. Tendencia de masas de huevos de <i>Spodoptera frugiperda</i> /día/100 plantas en las diferentes repeticiones en el tiempo. Cantarranas, 2001..	22
9. Tendencia de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> y <i>Helicoverpa zea</i> /día/100 plantas en las diferentes repeticiones en el tiempo. Cantarranas, 2001..	22
10. Tendencia de adultos capturados de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Sf) y <i>Helicoverpa. zea</i> (Hz) en trampas con feromonas, masas de huevos y larvas encontradas en 100 plantas. Cantarranas, 2001.....	24

**INDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo</b>		<b>Pag.</b>
1.	Plagas del estudio.....	34
2.	Usos de las feromonas a nivel mundial. Datos de 1990 (Shani 1998)...	35
3.	Clasificación visual de niveles de daño. Vista lateral (Cañas 1993).....	35
4.	Clasificación visual de niveles de daño. Acercamiento del cogollo (Cañas 1993).....	36
5.	Clasificación propuestas para los tipos de control de plagas (Shani 1998).....	37
6.	Aplicaciones de insecticidas en El Zamorano, 2001.....	38
7.	Aplicaciones de insecticidas en Cantarranas, 2001.....	40

## 1. INTRODUCCION

En la actualidad el cultivo de maíz dulce (*Zea mays* var. *saccharata*) representa un gran potencial económico para el productor por sus altos rendimientos y rápido crecimiento. La demanda mundial de este producto se encuentra en aumento más para consumo enlatado que como para consumo fresco (Hansen 2001), lo que da oportunidad para que sea difundido entre los agricultores de Honduras.

Uno de los problemas con que el agricultor tiene que lidiar son las plagas. Las principales plagas de este cultivo en los trópicos son *Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa zea*. *Spodoptera frugiperda* causa daños al follaje tierno, que luego resultan en hojas con agujeros de tamaño y forma irregular (Trabanino 1998). *Helicoverpa zea* es considerado como un problema de importancia cosmética a las mazorcas del maíz que se cosechan como elotes, ya que las larvas se alimentan de los granos superiores de la mazorca (King y Saunders 1984). En El Zamorano, para el control de estas plagas se realizan entre 6 a 8 aplicaciones de insecticidas por ciclo.

El método más usado para el control de estos gusanos es el químico, pero en estos últimos años el control de plagas está inclinándose más a lo que es el manejo integrado de plagas, especialmente en los países de Europa y en los Estados Unidos. Dentro de las muchas tácticas utilizadas para el control de plagas se encuentran las feromonas. Las feromonas se usan en el manejo integrado de plagas para el monitoreo, trampeo masivo e interruptor de apareamiento (Green y Lyon 1989). En los programas de manejo de plagas, las feromonas de mayor utilidad son las sexuales (Vergara 2000). La información de las capturas de las trampas puede ser muy útil para la toma de decisiones de aplicación de insecticidas y otras medidas de control (Flint y Doane 1996).

En El Zamorano se han realizado estudios de investigación para el control de éstas plagas utilizando insecticidas sintéticos con rotaciones de *Bacillus thuringiensis* (España Rivera 1997) y estudios con enemigos naturales (Díaz 1999). Hasta el momento no existen datos sobre el uso de feromonas como parte de un plan de manejo para el control de *S. frugiperda* y *H. zea* en maíz dulce.

## 1.1 OBJETIVOS

### General:

Evaluar la utilidad de las feromonas sexuales para el monitoreo y control de *S. frugiperda* y *H. zea* en las parcelas comerciales de maíz dulce.

### Específicos:

- Comparar las poblaciones de larvas de *S. frugiperda* y *H. zea* en maíz dulce, utilizando feromonas para el control de machos adultos.
- Comparar los niveles de daño de *S. frugiperda* y *H. zea* entre tratamientos de uso o no uso de feromonas.
- Comparar el rendimiento comercial del maíz dulce entre tratamientos de uso o no uso de feromonas.
- Evaluar la actividad en tiempo de adultos machos de *S. frugiperda*, *S. albula* y *H. zea*.
- Realizar análisis de costos y beneficios de esta tecnología.

## 1.2 ANTECEDENTES

En el programa de manejo de plagas del estado de New York en los EUA, los productores de manzano probaron las trampas de feromonas para 5 lepidópteros. Realizaron las aplicaciones de acuerdo a la información de las trampas, enemigos naturales e información climática. A comparación de los productores que no utilizaron esta táctica, éstos disminuyeron sus costos por hectárea en \$60, sin disminuir en cantidad y calidad de fruta. Con el uso de feromonas sexuales disminuyeron en un 50% el uso de plaguicidas (Pedigo 1996).

En el cultivo de maíz para grano se realizaron estudios con feromonas para *S. frugiperda*. Uno de ellos fue realizado en México para evaluar dos tipos de trampas y tres cebos para el monitoreo de la plaga, en donde se encontró que la trampa Scentry fue mejor que la IP (International pheromone moth trap), y el cebo con las que obtuvieron mayores capturas fue con la de *ChemTica* (Malo *et al.* 1999). El otro fue realizado en Venezuela en donde evaluaron la atracción y captura de la plaga con dos sustancias componentes de feromona de esta plaga, en donde los mayores capturas se registraron durante el periodo crítico de desarrollo vegetativo (Salas 2001).

Algunos productores de chile y maíz dulce en Honduras, están utilizando trampas con feromonas para controlar *S. frugiperda*, reportando una disminución del 50% de las oviposiciones (comunicación personal<sup>1</sup>).

---

<sup>1</sup> Rueda, A. 2001. Referencias del uso de feromonas. Zamorano, Honduras. El Zamorano (entrevista).

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 EL CULTIVO

El maíz dulce cuyo nombre científico es *Zea mays* var. *sacharata*. Es una planta anual, monocotiledónea, herbácea, que se diferencia de los maíces corrientes por su alto contenido de azúcar, el cual se debe a un solo gen (Montes s.f.).

### 2.2 DESCRIPCION DE LAS PLAGAS

#### 2.2.1 *Spodoptera frugiperda* y *Spodoptera albula* (Lepidóptera: Noctuidae)

***S. frugiperda***: Las masas de 40 a 330 huevos son depositadas en hojas y tallos. Están cubiertas por una tela fina formada con las escamas del cuerpo de la hembra adulta. Los huevos inicialmente son de color verde claro volviéndose luego grisáceos antes de eclosionar. Los gusanos varían entre 1 a 35 mm de largo y generalmente son de color gris, verdoso y a veces casi negro. En el dorso del antepenúltimo segmento del abdomen tiene 4 puntitos negros formando un trapecio. Las pupas son de color café, de 18 a 20 mm de largo, en un capullo o celda bajo el suelo. Los adultos son palomillas grisáceas, un poco gordas que miden 30 mm de ala a ala (Trabanino 1998). El ciclo de vida es de 39 a a 45 días dividido de la siguiente forma: huevos de 3 a 4 días, larvas de 18-21 días, pupas de 7-9 días y los adultos 11 días aproximadamente (comunicación personal<sup>2</sup>). (Anexo 1)

Daño: Las plantas jóvenes pueden ser destruidas o debilitadas, las plantas mayores defoliadas o retrasadas seriamente, las flores y las mazorcas sufren daño, los tallos aparecen cortados o minados a nivel del suelo cuando las plantas están recién germinadas.

***S. albula***: (sinónimo: *S. sunia*): es una especie próxima a *Spodoptera eridania* (Teixeira et al. 2001). Los huevos los ponen en grandes grupos sobre las hojas y están cubiertos por un filtro gris de pelos que salen del abdomen de la hembra. Son un poco mas grandes que los de *S. frugiperda*. Las larvas son gris-negro a gris-café, con una línea dorsal de triángulos negros u oscuros en pares, cada uno tiene un punto blanco en su centro (King y Saunders 1984). La característica más resaltante para reconocer un adulto es que tiene escamas marrones, es más claras y tiene una pincelada alargada en negro en las alas delanteras (Todd y Poole 1980) (Anexo 1).

Daño: Está registrada como plaga del tomate, sorgo, hortalizas y algodón. Las larvas se alimentan del follaje y de la fruta, pueden defoliar cuando se encuentran en grandes densidades (King y Saunders 1984).

---

<sup>2</sup> García, M. 2002. Ciclo de vida de *S. frugiperda*. Proyecto de Producción *Telenomus*. Zamorano, Honduras. El Zamorano (entrevista).

### 2.2.2 *Helicoverpa zea* (Lepidóptera: Noctuidae)

Los huevos son puestos de uno en uno sobre los pelos de la mazorca. El color de la larva puede ser rosado, café claro o verde con rayas amarillas o rojas longitudinales, puntos negros y pelos. La pupa es café brillante y se encuentra a una profundidad de 3 a 20 cm en el suelo. Los adultos son palomillas que miden entre 35 a 40 mm, las alas delanteras de color paja, a verdosas o café con marcas transversales más oscuras; las alas traseras pálidas oscurecidas en los márgenes (King y Saunders 1984).

Daño: Las larvas se alimentan de los granos principalmente los que están en la parte distal de la mazorca, haciendo túneles en la mazorca desde la punta hacia abajo, dejando un camino de excremento. Los daños causan pérdidas económicas altas y no pueden notarse hasta la cosecha (Dill 1996).

## 2.3 COMUNICACION QUIMICA

Los insectos responden a diferentes estímulos, entre ellos están la luz, los colores, la humedad y los olores. El comportamiento en la colonización de las especies insectiles ha sido uno de los factores ventajosos para que las plagas hayan persistido en su actividad destructora. Para el desarrollo de los insectos deben intervenir una serie de mediadores químicos de origen natural generadas por plantas o por los mismos insectos (Vergara 2000). Estas sustancias químicas que regulan el comportamiento de las especies han sido denominadas como semioquímicos por Shorey, citado por Vergara (2000).

Los semioquímicos provienen del griego semeon que significa una señal. Estos productos químicos se clasifican según su interacción entre las especies ya sea inter o intraespecífica. Como interacción interespecífica tenemos a los aleloquímicos que son sustancias químicas emitidas por una especie y modifican el comportamiento de otras especies, y se clasifican dependiendo del como se beneficia los individuos en la interacción (Shani 1998):

1. Kairomonas: su acción beneficia a la especie receptora. Ej: los conejos dejan un aroma que atrae predadores.
2. Alomonas: su acción beneficia a la especie emisora. Ej: las chinches que emiten un aroma para repeler a sus predadores.
3. Sinomonas: donde ambas se benefician (receptora y emisora). Ej: La flor libera un aroma que atrae insectos polinizadores.
4. Apneumonas: donde se beneficia el organismo receptor provocando un cambio fisiológico o en el comportamiento para su adaptación y es emitido por un material no viviente.

## 2.4 EL MUNDO DE LAS FEROMONAS

Como interacción intraespecífica tenemos a las feromonas que son sustancias químicas emitidas por una especie y modifican el desarrollo o comportamiento de la misma especie. Se clasifican en (Pedigo 1996):

1. Feromonas sexuales: Sustancia que usualmente produce la hembra para atraer a los machos para el apareamiento o puede ser producidos por los machos para atraer a las hembras.
2. Feromonas de alarma: estas feromonas son comunes en insectos que viven en colonias como las hormigas, avispas y abejas. Ellos promueven ataque o retraen el comportamiento.
3. Feromonas de huella o rastro: éstas son usadas por hormigas o termitas para indicar los recursos que encuentran a otros miembros de la colonia.
4. Feromonas de agregación: estas feromonas se encuentran en más especies de escarabajos que hacen que los insectos se agreguen o congreguen por sitios de comida, hibernación o para reproducción. Ej: gorgojo del pino.
5. Feromonas epideicas: llamadas también feromonas territoriales. Son las únicas feromonas que repelen.

El estudio de comunicación química entre individuos de la misma especie comenzó a finales del siglo XVII, pero la primera evidencia que respaldó esta teoría se obtuvo en el siglo XIX por el cura francés Henri Fabre, quien demostró que los órganos olfativos de las mariposas son las antenas y que los machos son atraídos por las hembras durante la época de apareamiento (Shani 1998).

A finales de los 1950s fue aislada la primera feromona, la del gusano de seda *Bombyx mori*. Muchos años después se produjo en Alemania 6 mg de feromona sexual aislada de medio millón de hembras de *B. mori*. Se estableció la composición química y después se sintetizó el material en laboratorio, el cual tenía la misma actividad que el producto natural. En la actualidad se conocen más de 1000 feromonas de varias especies en su mayoría de insectos (Shani 1998).

## 2.5 USOS DE LAS FEROMONAS

Las feromonas que más se utilizan en el manejo integrado de plagas son las sexuales y se pueden usar para diferentes propósitos.

### 2.5.1 Detección y monitoreo

Uno de los mayores usos que se le da a las feromonas en el manejo de plagas es el de detección y monitoreo (Anexo 2). Trampas con feromonas específicas para la plaga objetivo son puestas en el campo. El agricultor obtiene información precisa y confiable sobre el tamaño de la población plaga, en que parte del campo se localiza, cuando aparece, y de esta manera tomar una buena decisión para el control de la plaga (Shani 1998). Para que la trampa sea efectiva para el monitoreo de poblaciones de insectos, el

diseño también es crítico. Las trampas varían en diseño y tamaño de acuerdo al comportamiento de la plaga objetivo (Flint y Doane 1996).

Otra de las prácticas que se hacen con el monitoreo es detectar la resistencia a insecticidas (Vergara 2000). En el estudio de Brewer y Trumble (1989) utilizaron trampas de feromonas impregnadas con diferentes dosis de insecticidas, para observar la resistencia de éstos para *Spodoptera exigua*.

### **2.5.2 Captura y matanza**

Para la captura y matanza se utilizan feromonas sexuales o de agregación (Shani 1998). Los insectos son atraídos a trampas que contienen material pegante, plaguicidas o microorganismos patógenos (Pedigo 1996). En Inglaterra desarrollaron trampas para la palomilla del dorso de diamante *Plutella xylostella*, en donde al entrar a la trampa se infecta con el patógeno *Zoophthora* y después infecta a otras larvas o adultos en el campo (Peet 1995).

### **2.5.3 Trampeo masivo**

Esta táctica es utilizada en diferentes programas de control. Se usan las mismas trampas que para el monitoreo; la diferencia está en que la cantidad de trampas es mucho mayor y también puede tener sustancias venenosas para los insectos (Pedigo 1996). Es por eso que algunos autores como Pedigo, Flint y Doane, unen las tácticas de trampeo masivo con la de captura y matanza. Una de las plagas que ha sido controlada con esta táctica es *Spodoptera littoralis* en Israel (Shani 1998).

### **2.5.4 Interrupción del apareamiento o confusión**

Es la táctica mas utilizada a nivel mundial (Anexo 2). La feromona sexual se difunde por todo el ambiente impidiendo que el insecto objetivo realice la copulación, disminuyendo los niveles de reproducción al no encontrar a las hembras. Los mecanismos de confusión no están totalmente entendidos. Existen tres teorías que respaldan esta táctica: (1) es el camuflaje de la feromona natural de las hembras, (2) pérdida de dirección del macho por falso rastro de diferentes puntos de feromona sintética, y (3) adaptación o habituación de las antenas receptoras de los machos por la constante exposición a la feromonas sintéticas (Pedigo 1996 y Shani 1998).

El estudio realizado por Wakamura *et al.* (1989) sobre el control de *Spodoptera exigua* en cultivos de cebolla utilizando feromonas sexuales como interruptor del apareamiento mostró resultados satisfactorios reduciendo el daño y las densidades de posturas en 6%, larvas de primer y segundo instar en 1% y larvas de cuarto y quinto instar en 4%.

## 2.6 FEROMONAS DE *S. frugiperda*, *S. albula* y *H. zea*

Hasta el momento existen varios compuestos identificados y sintetizados para las plagas del estudio. Las feromonas consisten en la unión de dos o más compuestos químicos los cuales deben estar en las proporciones exactas para que sean biológicamente activas (Arn 2000).

Los componentes de la feromona sexual femenina de *S. frugiperda* son (Mayer y McLaughlin 1991):

1. (Z)-9-tetradecen-1-ol acetate
2. (Z)-9-tetradecenal
3. (Z)-11-hexadecen-1-ol acetate
4. (Z)-7-dodecen-1-ol acetate
5. (Z)-11-hexadecenal
6. 11-dodecen-1-ol acetate
7. Dodecan-1-ol-acetate

Pruebas de campo haciendo combinaciones con estos compuestos demostraron que los acetatos (Z)-9-tetradecen-1-ol acetate y (Z)-7-dodecen-1-ol acetate son requeridos para que los machos sean atraídos a las trampas significativamente mejor que a las trampas con hembras vírgenes (Malo *et al.* 1999).

Los componentes de la feromona sexual femenina de *S. albula* son (Bestmann *et al.* 1988):

1. (Z,E)-9,12-tetradecadinylyl acetate
2. (Z)-9-tetradecenyl acetate
3. (Z)-9-tetradecen-1-ol
4. (Z)-11-hexadecenyl acetate

Los componentes de la feromona sexual femenina de *H. zea* son (Mayer y MacLaughlin 1991):

1. (Z)-11-hexadecenal
2. (Z)-9-hexadecenal
3. (Z)-7-hexadecenal
4. Hexadecenal
5. (Z)-11-hexadecen-1-ol

Halfhill y McDonough (1985) obtuvieron las máximas capturas con los componentes (Z)-11-hexadecenal y (Z)-9-hexadecenal.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 LOCALIZACION DEL ESTUDIO

La investigación consistió en dos pruebas realizadas en diferentes áreas geográficas. La primera se realizó entre junio y agosto de 2001, en El Zamorano, ubicada en el valle del Yegüare, Departamento de Francisco Morazán, en parcelas comerciales ubicadas en la sección de cultivos intensivos, en Zona 3. La segunda se realizó entre septiembre y diciembre de 2001 situada en el valle de Cantarranas, en la finca “Las Flores” de Ricardo Lardizabal.

#### 3.2 MANEJO DEL CULTIVO

En El Zamorano se utilizó maíz dulce cultivar Challenger. El método de siembra fue por transplante con plántulas de 14 días. Se sembraron en camas con doble hileras. El distanciamiento fue de 25 cm entre plantas, 30 cm entre hileras y 1.8 m entre camas. La densidad fue de 44,444 plantas/ha. El riego utilizado fue por goteo. El control de malezas se realizó en forma manual. Para el control de plagas se utilizaron los siguientes productos profenofos, clorpirifos, phoxim y methomyl. Anexo 5.

En Cantarranas se utilizó maíz dulce cultivar Brigadier. El método de siembra fue por transplante con plántulas de 12 días. Al momento del transplante se aplicó una solución arrancadora a base de 18-46-0 a una dosis de 6 lb por 200 L de agua. Se sembraron en camas con doble hileras. El distanciamiento fue de 26 cm entre plantas, 30 cm entre hileras y 1.5 m entre camas. La densidad fue de 51,282 plantas/ha. El riego utilizado fue por goteo. Para la fertilización se aplicó nitrato de amonio (1,100 lb/ha) dividido en tres partes, KCl (400 lb/ha) dividida en dos partes y nitrato de potasio (100 lb/ha) dividida en dos partes. El control de malezas se realizó mediante el control químico. Los productos que utilizaron fueron: Preglone (75 ml/15 L de agua) un día antes del transplante, Prowl (75 ml/18 L de agua) y Gesaprim (125 g/18 L de agua) 2 semanas después del transplante (DDT) y Permit (5 g/18 L de agua) 2 semanas DDT, en parches, para controlar el coyolillo. El control de plagas se realizó por igual en ambos tratamientos, aplicando endosulfan, *Bacillus thuringiensis*, methomyl y permetrina, haciendo un total de 8 a 13 aplicaciones de plaguicidas. El endosulfan fue dirigido al ataque de saltahojas, pero también ocasionó la muerte de enemigos naturales de los lepidópteros. Anexo 6.

#### 3.3 DESCRIPCION DE LAS FEROMONAS

Para el ensayo en El Zamorano se utilizaron las feromonas de *S. frugiperda* y *H. zea*, de la compañía *ChemTica* (Costa Rica). Las feromonas de *S. frugiperda* están constituidas por los siguientes componentes: 99.4% de (Z)-9-tetradecen-1-ol acetate + 0.6% de (Z)-7-

dodecen-1-ol acetate. La concentración de cada feromona es de 2.5 mg y la liberación en campo es de 0.1 mg al día. La feromona de *H. zea* está constituida por los siguientes componentes: (Z)-9-hexadecenal + (Z)-11-hexadecenal.

Para el ensayo en Cantarranas se utilizaron las feromonas de *S. frugiperda* y *S. albula* de *ChemTica*, y la de *H. zea* de la compañía Hercon Environmental Company (EEUU). La feromona de *H. zea* contiene una concentración de 1.25 mg de ingrediente activo por cada unidad. En los dos ensayos las feromonas se reemplazaron cada 4 semanas.

### **3.4 DESCRIPCION DE LAS TRAMPAS**

#### **3.4.1 Trampas de *S. frugiperda* y *S. albula***

Las trampas fueron construidas con envases plásticos vacíos de plaguicidas. Los envases eran de 9 L, en los que se cortaron dos ventanales de 12 ×19 cm, en el centro se colocó una pared de plástico obtenida con el corte de uno de los ventanales. La pared se sostuvo de las cuatro puntas con un alambre unidas al envase (Figura 1).

Los recipientes se llenaron con agua hasta 2 cm antes del borde y se les agregó una pequeña cantidad de detergente en polvo (lo que puede contenerse entre el dedo índice y pulgar), con el fin de romper la tensión superficial del agua y facilitar el hundimiento de los insectos capturados y evitar su aglutinamiento en la superficie. La feromona se colocó en la tapadera del envase.

Las trampas se colgaron en estacas de madera de 2 m de largo. La altura de la trampas se modificó de acuerdo al crecimiento del cultivo, quedando siempre sobre las plantas.

#### **3.4.2 Trampas de *Helicoverpa zea***

Las trampas utilizadas fueron las de tipo cono de la empresa Scentry® (Figura 2). Se colocaron al momento de la polinización del cultivo y a una altura superior del cultivo de forma que la parte inferior de la trampa mantuviera 10 cm de diferencia sobre las plantas. Menos en la última etapa del cultivo debido a que las trampas fueran fáciles de manipular.

Se realizó una prueba preliminar de las trampas de cono y trampas de galoneras con la misma feromona, dando como resultado mayor número de capturas con la trampa tipo cono. En los estudios realizados por Johnson (1983) y Tafoya *et al.* (1999) se utilizaron trampas tipo cono los cuales obtuvieron buenos resultados en las capturas.

### **3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño estadístico fue el de comparación de muestras independientes con 5 repeticiones en el tiempo (1 semana de diferencia entre cada siembra) en El Zamorano y con 4 repeticiones en el tiempo en Cantarranas.



**Figura 1:** Trampa de *S. frugiperda*



**Figura 2:** Trampa de *H. zea* de Scentry®

En El Zamorano las parcelas con feromonas estuvieron separadas 100 m de las parcelas testigo, para disminuir el error experimental. En Cantarranas las parcelas con tratamiento y sin tratamiento estaban una seguida de la otra pero el viento cruzaba transversalmente por las parcelas. En El Zamorano, se colocaron las trampas de *S. frugiperda* el 27 de junio al momento del transplante de la primera repetición. Las trampas de *H. zea* se colocaron el 10 de agosto.

Los tratamientos fueron: las parcelas con feromona y el testigo sin feromonas. Las trampas con feromonas de *S. frugiperda* y *S. albula* se colocaron el día del transplante del maíz dulce. Las trampas de *H. zea* se colocaron a inicio de polinización. En El Zamorano se colocaron 8 trampas *S. frugiperda* por hectárea distanciadas 30 metros entre trampas. Cada parcela constaba con 400 m<sup>2</sup>. En Cantarranas se colocaron por cada parcela experimental de 2500 m<sup>2</sup>, 3 trampas de *S. frugiperda* (12 trampas/ha), 3 trampas de *S. sunia* (12 trampas/ha) y 2 de *H. zea* (8 trampas/ha). Las trampas estuvieron distanciadas 30 m.

### 3.6 VARIABLES A MEDIR

#### 3.6.1 Conteo de capturas por trampa

El conteo de las capturas por trampa se realizó por las mañanas, cada 4 días. Se registró el número de especímenes de *S. frugiperda*, *S. albula* y *H. zea* capturados por trampa. Después de cada conteo se identificaron y desecharon los especímenes presentes en cada trampa y se repuso el agua con el detergente.

### 3.6.2 Número de masas de huevos y larvas de *S. frugiperda*

Se tomaron 10 plantas continuas en 10 sitios elegidos al azar dentro de cada parcela, dando un total de 100 plantas. Los muestreos se realizaron dependiendo de las labores y aplicaciones en el cultivo. Se buscaron las masas y larvas en toda la planta. El muestreo no fue destructivo, es decir, las larvas encontradas se dejaron en campo. El nivel crítico utilizado fue de 10 larvas por cada 100 plantas.

Para analizar mejor la población de *S. frugiperda*, se expresó en *S. frugiperda* por día en 100 plantas, para saber cuantas *S. frugiperda* hubieron en cada día y en 100 plantas para compararlo fácilmente con el nivel crítico que es 10 larvas por 100 plantas.

Para el cálculo de *S. frugiperda*/día/100 plantas (SD100P), se utilizó la fórmula empleada por Rueda (2000):

$$SD100P = \sum \{ [(S100P_j + S100P_k) / 2] * (día_k - día_j) \} / (día_z - día_a)$$

En la cual:

SP100P : Número de larvas en 100 plantas por día que hubo durante todo el ciclo del cultivo.

$(S100P_j + S100P_k) / 2$  : Número promedio de larvas en 100 plantas de 2 muestreos consecutivos.

$(día_k - día_j)$  : Intervalo de días entre los dos muestreos consecutivos.

$(día_z - día_a)$  : Número de días de todo el ciclo del cultivo.

### 3.6.3 Número de larvas de *H. zea*.

Se tomaron 10 plantas continuas en 10 sitios elegidos al azar dentro de cada parcela, dando un total de 100 plantas. Los muestreos se realizaron dependiendo de las labores y aplicaciones en el cultivo. Se buscaron los huevos y larvas en los estigmas, en la parte apical, atrás y adelante del elote. El muestreo no fue destructivo. Se calculó el número de larvas en 100 plantas por día, según la fórmula mencionada en el punto 3.6.2.

### 3.6.4 Relación entre captura de machos adultos en trampas, masas de huevos y larvas en plantas.

En El Zamorano se determinó la relación de la captura de machos adultos en trampas, de *S. frugiperda* y *H. zea*, con larvas de las mismas especies, encontradas en la misma semana, una semana después y dos semanas después.

En Cantarranas se determinó la relación de machos adultos de *S. frugiperda* capturados en trampas y las masas de huevos encontradas en plantas de la misma semana, una semana después y dos semanas después. También se determinó la relación de machos

adultos de las dos especies, *S. frugiperda* y *H. zea*, con larvas encontradas en campo de la misma semana, una semana después y dos semanas después.

### 3.6.5 Porcentaje de daño foliar

Se evaluó el daño foliar total según el método utilizado por Cañas Castro (1993) en donde la forma de clasificar las plantas según el daño foliar se presenta en el Cuadro 1. Se utilizó la misma escala visual para la complementación de la información escrita (Anexos 3 y 4). Se evaluaron 10 plantas continuas en 10 sitios elegidos al azar, dentro de cada parcela.

**Cuadro 1.** Clasificación de plantas según el daño foliar (Cañas Castro 1993)

Grado de esqueletización	Porcentaje de esqueletización	Descripción
0	0%	Planta sana sin ventanas
8	6-10%	Pocas ventanas no hay excremento.
15	10-20%	Ventanas en casi toda la planta. No hay excremento.
30	20-40%	Hoyos pequeños en la hoja. Moderado excremento.
70	Más de 40%	Hoyos grandes en la hoja Mucho excremento.

Para determinar el daño total presente en una parcela, se sumaban los grados de esqueletización de la muestra y finalmente se convertían en unidades de daño (1 unidad de daño = 100 grados de esqueletización).

Se utilizaron los niveles críticos en Cañas Castro (1993) en *S. frugiperda* en sorgo para grano, siendo los siguientes: 1= 4 unidades de daño, 2 = 7.5 unidades de daño, 3 =15 unidades de daño y 4 = 35 unidades de daño.

### 3.6.6 Altura de plantas de maíz dulce.

Se midió la altura de 100 plantas en la época de floración, cuando la espiga se encontraba abierta. La lectura fue desde la base de la planta hasta el último nudo. La selección de las plantas se realizó al azar. En El Zamorano se realizó la medición en la primera repetición. En Cantarranas se realizó la medición en la cuarta repetición.

### 3.6.7 Rendimiento

En El Zamorano se tomaron 2 m lineales de cama en 5 sitios elegidos al azar. El área total fue de 9 m<sup>2</sup>. En Cantarranas se tomaron 15 m lineales en el punto medio de cada parcela y se cosechó las dos hileras de la cama. El área total cosechada fue de 22.5 m<sup>2</sup>. Se evaluó la cantidad total de mazorcas totales, mazorcas con virus, mazorcas pequeñas y

mazorcas con daño de gusano. Se contabilizó la cantidad de bandejas con 4 mazorcas y 6 mazorcas. Los datos obtenidos se extrapolaron a una hectárea.

### **3.6.8 Tasa de retorno marginal**

Primero se determinó los beneficios y costos de cada tratamiento. Los costos diferenciales se basaron en el costo de instalación del tratamiento con feromonas comparada con las que no tienen las feromonas. No se determinaron los costos diferenciales del control químico de las plagas, porque éstas fueron comunes en ambos tratamientos.

## **3.7 ANALISIS ESTADISTICO**

Se realizó la prueba t-Student para el análisis de todos los datos de las variables de número de masas de huevos y larvas de *S. frugiperda*, larvas de *H. zea*, rendimiento y la altura de las plantas. El nivel de significancia utilizado fue de 5%. Se realizó una correlación para determinar si hubo una relación entre los machos adultos capturados en las trampas con las masas de huevos y larvas encontradas en plantas.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 EXPERIMENTO EN EL ZAMORANO

#### 4.1.1 Captura de adultos machos de *S. frugiperda* y *H. zea* en trampas con feromonas.

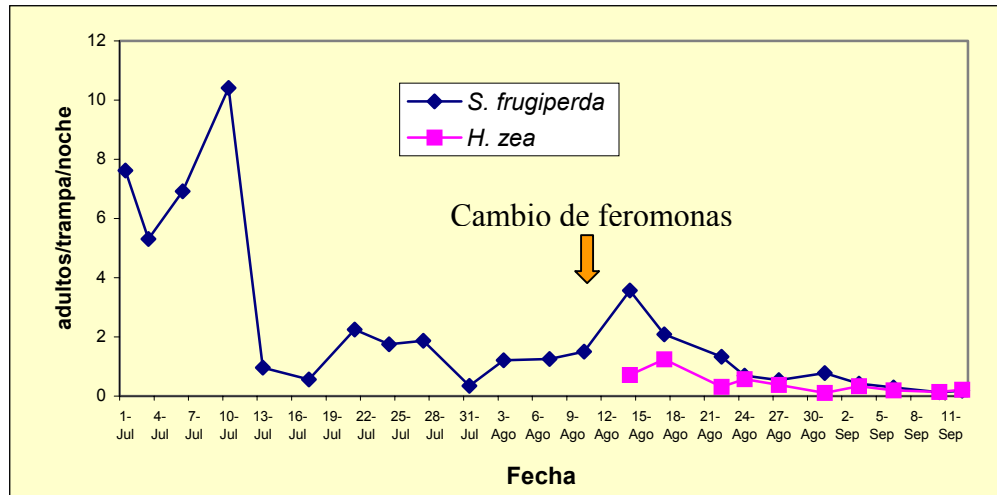
En las parcelas con trampas con feromonas se capturaron en total 1,434 adultos machos de *S. frugiperda*, con un promedio de 2.36 adultos/trampa/noche. En otros estudios como el realizado por Malo *et al.* (2001) en Chiapas, México, en maíz híbrido, en el año de 1998 capturó en total 703 adultos machos, con un promedio de 0.37 adultos/trampa/noche. Y en el año 1999 capturó en total 380 adultos machos. En el estudio realizado por Salas (2000), en Yaracuy, Venezuela, en maíz, en 1994 capturaron 16.63 adultos/trampa/noche y en el estudio realizado en Lara, Venezuela en 1995, también en maíz, capturó un promedio de 2.12 adultos/trampa/noche. Las diferencias en los resultados con la de estos estudios puede deberse a que este estudio se realizó en maíz dulce, con un área más pequeña, provocando más presión de la plaga. Otra posibilidad puede ser la diferencia en los estilos de trampas, utilización de feromonas de diferentes casas comerciales o las diferentes épocas y lugares.

En el ensayo se obtuvieron las mayores capturas entre el 1 y 13 de julio, justo después de colocadas las trampas con feromonas; las capturas fueron disminuyendo hasta el día en que se realizó el cambio de la feromona, observando un ligero aumento entre el 12 y 18 de agosto. En las últimas semanas hasta que se cosechó la última parcela, disminuyeron las capturas en forma drástica (Figura 3). La disminución abrupta en el número de captura de adultos al principio de julio pudo deberse a las aplicaciones continuas de profenofos. La incidencia alta de adultos las primeras semanas de capturas se debió posiblemente a la presencia de parcelas viejas de maíz dulce frente al experimento.

Para *H. zea* se capturaron en total 94 machos y el promedio de adultos/trampa/noche fue de 0.41. Se observaron las mayores capturas la primera semana después de colocadas las trampas con feromonas, descendiendo el número de capturas hasta la última cosecha (Figura 3).

#### 4.1.2 Muestreos de larvas *S. frugiperda* y *H. zea* en parcelas.

El tratamiento con trampas con feromonas mostró un índice de larvas de *S. frugiperda*/día/100 plantas ligeramente menor al tratamiento sin feromona en todas las repeticiones, pero no existieron diferencias significativas ( $P = 0.651$ ). En el tratamiento con feromonas el promedio de *S. frugiperda*/día/100 plantas fue de 6.59 y en el tratamiento sin feromonas fue de 6.90.

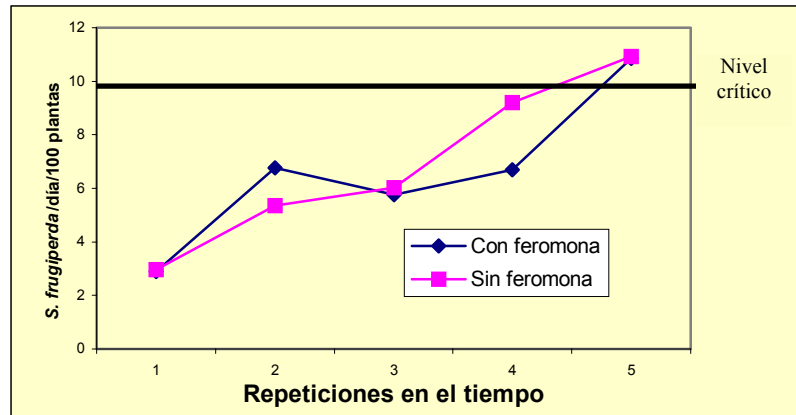


**Figura 3.** Promedio de adultos/trampa/noche de *Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa zea* en El Zamorano, 2001.

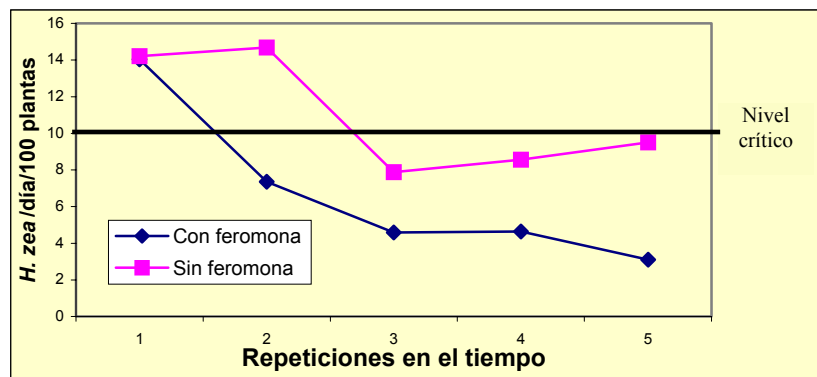
La razón por la que no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, en el promedio de larva de *S. frugiperda*/día/100 plantas, puede deberse a que las parcelas fueron demasiado pequeñas. Por esto, no se realizó una evaluación real de las feromonas, ya que alcanzaban rápidamente el nivel crítico (10 larvas en 100 plantas) en cada muestreo, aplicando productos fuertes como profenofos, clorpirifos, phoxim y methomyl, los cuales son tóxicos y dañinos para los enemigos naturales. Entre repeticiones se encontró diferencias significativas ( $P = 0.008$ ) debido a la tendencia de aumento en la presión de plaga por la siembra escalonada y el mal manejo de los rastrojos. El promedio de larva de *S. frugiperda*/día/100 plantas de la última repetición estuvo por encima del nivel crítico (Figura 4)

Se observó que cuando la cantidad de adultos capturados en trampas es baja, la cantidad de larvas aumenta. Esto se puede atribuir a la emisión y dispersión de la feromona. Cuando se tenían las feromonas recién colocadas, las capturas de adultos fueron mayores y los muestreos de larvas menores, al final las capturas disminuyen y las larvas encontradas aumentan. En las repeticiones se observó la tendencia del aumento en larvas en campo, esto puede deberse a la mala dispersión de la feromona. Esto se atribuye a la siembra, de una parcela de jilote al costado de las parcelas con las trampas con feromonas. Este jilote hacia la función de barrera rompevientos por su mayor tamaño con relación al maíz dulce, bloqueando el viento y evitando la dispersión de la feromona.

Se encontraron diferencias significativas ( $P = 0.029$ ) en el índice de larvas de *H. zea*, entre las parcelas con feromonas y sin feromonas. Al usar feromonas el promedio de *H. zea*/día/100 plantas fue de 6.75 y en el tratamiento sin feromonas fue de 10.47. La tendencia de esta plaga en las diferentes repeticiones disminuyó mostrando al final un ligero aumento sólo en las parcelas sin feromonas (Figura 5). Por esto, se deduce que las feromonas si tienen influencia en las poblaciones de la plaga. Las poblaciones de larvas de ambas plagas fueron menores en las parcelas con feromonas en comparación a las parcelas sin feromonas (Figura 4 y 5).



**Figura 4.** Tendencia de larvas de *Spodoptera frugiperda*/día/100 plantas en las diferentes repeticiones en el tiempo. El Zamorano. 2001.



**Figura 5.** Tendencia de larvas de *Helicoverpa zea*/día/100 plantas en las diferentes repeticiones en el tiempo. El Zamorano. 2001.

#### 4.1.3 Relación entre captura de adultos machos en trampas y número de larvas en plantas.

Los coeficientes de correlación durante todo el ciclo del cultivo para *S. frugiperda* fueron altos al asociar los machos capturados de una semana específica con las larvas encontradas dos semanas después. Sólo la primera repetición fue significativa (Cuadro 2).

Para *H. zea* los coeficientes de correlación fueron altos y significativas en la mayoría de repeticiones (Cuadro 3). Tafoya *et al.* (1999) en Chiapas-México, en el cultivo de tabaco comparó trampas para *Heliothis virescens*, en donde solo encontró un coeficiente de correlación de 0.71 con significancia estadística en el tratamiento de 4 trampas por ha, al asociar las capturas de una semana específica con las larvas de 3 semanas después.

**Cuadro 2.** Coeficientes de correlación (Pearson) entre adultos machos de *Spodoptera frugiperda* capturadas en trampas y número de larvas en plantas. El Zamorano. 2001.

Repetición	Misma semana		Larvas de 1 semana después		Larvas de 2 semanas Después	
	r	P	r	P	r	P
1	0.56	0.188	0.78	0.068	0.92	0.029*
2	-0.29	0.493	0.13	0.787	0.54	0.273
3	-0.11	0.792	0.09	0.847	0.52	0.294
4	0.12	0.791	-0.45	0.369	-0.11	0.864
5	0.55	0.163	0.11	0.815	-0.13	0.800

\*Significativo

**Cuadro 3.** Coeficientes de correlación (Pearson) entre *Helicoverpa zea* capturadas en trampas y número de larvas en plantas. El Zamorano. 2001.

Repetición	Misma semana		Larvas de 1 semana después		Larvas de 2 semana Después	
	r	P	r	P	r	P
1	-1	0.001*	-1	0.001*	Ns	Ns
2	0.91	0.207	-1	0.001*	Ns	Ns
3	0.99	0.040	-0.45	0.702	-1	0.001*
4	1	0.001*	1	0.001*	-1	0.001*
5	-0.12	0.878	-0.23	0.771	0.99	0.010*

\* Significativo

Ns: no hay datos suficientes para la correlación.

En todas las repeticiones se observa una disminución en la cantidad de larvas de *H. zea*. Sin embargo, no se puede confirmar que sea debido a las feromonas, ya que se inyectó methomyl a las mazorcas. Además esta tendencia se observó también en las parcelas sin feromonas (Figura 6).

#### 4.1.4 Altura de plantas de maíz dulce.

Se encontró una diferencia significativa ( $P = 0.001$ ) entre el lote con feromonas ( $\bar{x} = 91.32$  cm) y el lote sin feromonas ( $\bar{x} = 78.44$  cm).

#### 4.1.5 Rendimiento

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el peso de las mazorcas cosechadas con tuza ( $P = 0.324$ ) y el peso sin tuza ( $P = 0.438$ ) (Cuadro 4). Tampoco se encontraron diferencias significativas al evaluar el total de mazorcas comerciales ( $P = 0.609$ ) y no comerciales ( $P = 0.637$ ).

Adultos capturados por trampa

Larvas muestreadas en 100 plantas

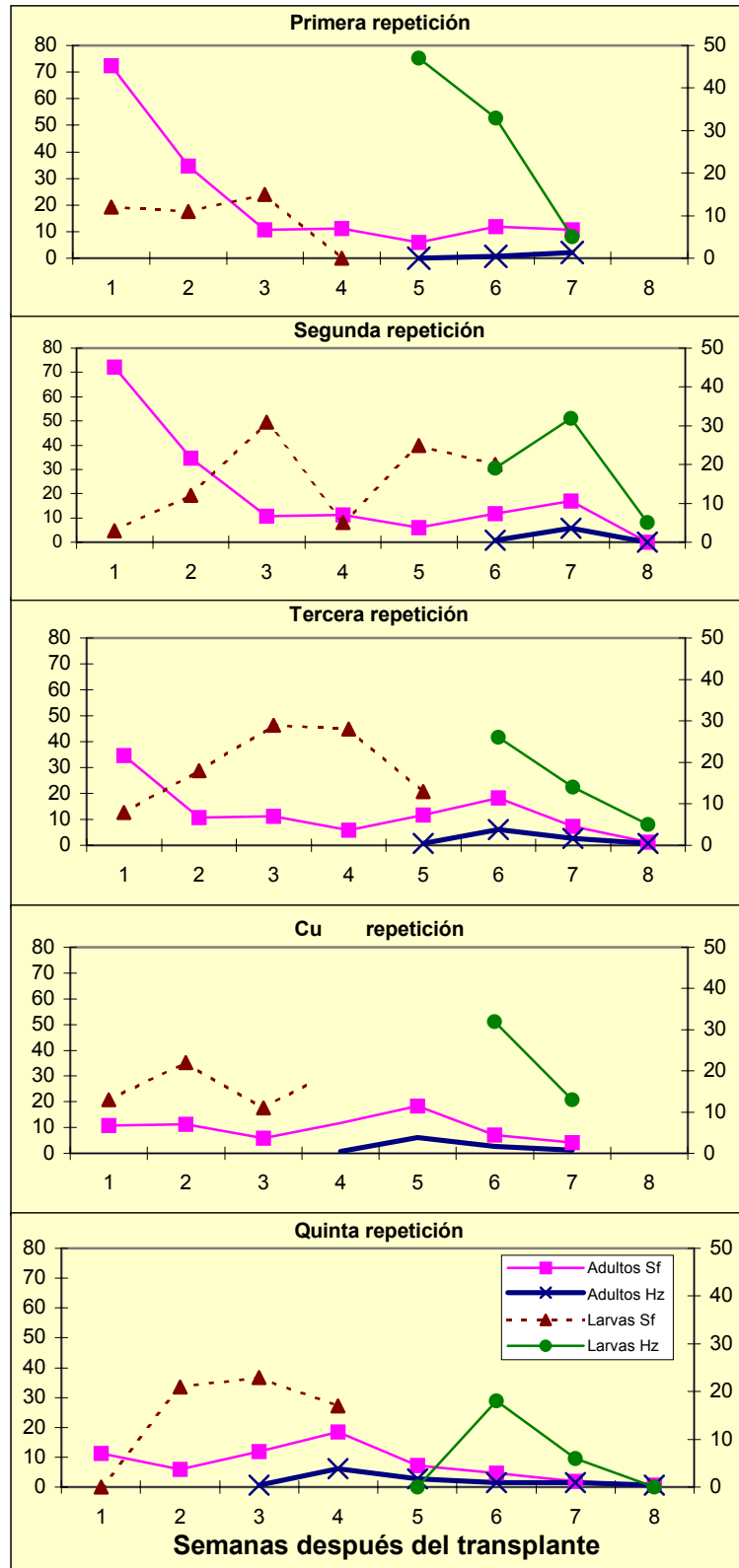


Figura 6. Tendencia de adultos de *Spodoptera frugiperda* (Sf) y *Helicoverpa zea* (Hz) capturados en trampas con feromonas y larvas de las mismas especies, encontradas en 100 plantas. El Zamorano. 2001.

El tamaño reducido de las parcelas y la cantidad de malezas en éstas, sobretodo en las parcelas con feromonas, pudo aumentar la presión de la plaga, ya que no se encontraron diferencias significativas. Se observó mayor población de *Nicandra physalodes* en las parcelas con feromonas. El crecimiento de esta maleza es rápido y llegó a sobrepasar el tamaño del maíz dulce, creando un microambiente ideal para las plagas.

**Cuadro 4.** Pesos de cosecha de maíz dulce por hectárea y número de mazorcas comerciales y no comerciales por hectárea. El Zamorano, 2001.

Tratamiento	Repetición	Peso (lb) con tuza	Peso (lb) sin tuza	Número de mazorcas cosechados por ha		
				Comerciales	No comerciales	Total
Con feromona	1	24,444	16,667	47,777	13,333	61,110
Sin feromona	1	20,000	14,444	34,444	15,556	50,000
Con feromona	2	20,000	11,111	42,222	6,667	48,889
Sin feromona	2	26,667	13,333	38,889	14,444	53,333
Con feromona	3	22,222	15,556	45,556	8,889	54,444
Sin feromona	3	26,667	16,667	48,889	8,889	57,778
Con feromona	4	20,000	16,667	26,667	27,778	54,444
Sin feromona	4	34,444	23,333	46,667	23,333	70,000
Con feromona	5	25,556	14,444	25,556	25,556	51,111
Sin feromona	5	23,333	13,333	34,444	10,000	44,444
<b>Promedio ± desviación estándar</b>						
Con feromona		22,444 ± 2,534	14,889 ± 2,304	37,555 ± 10,640	16,444 ± 9,667	54,000 ± 4,621
Sin feromona		26,222 ± 5,363	16,222 ± 4,201	40,667 ± 6,786	14,444 ± 5,720	55,111 ± 9,642
<b>Probabilidad (t-test)</b>		0.324	0.438	0.609	0.637	0.823

## 4.2 EXPERIMENTO EN CANTARRANAS

### 4.2.1 Capturas de adultos de *S. frugiperda*, *S. albula* y *H. zea* en trampas con feromonas.

Las capturas de adultos machos de *S. frugiperda* y *S. albula* fueron muy irregulares en las diferentes repeticiones (Figura 7). En la primera repetición, la captura total de adultos machos fue de 1,046 y el promedio/trampa/noche en todo el ciclo de cultivo fue de 7.3 adultos machos. Las mayores capturas de *S. frugiperda* fueron a los 22 y 33 días después del transplante (DDT), siendo la mas alta a los 22 DDT. Para *S. albula* la captura fue menor que de *S. frugiperda*, teniendo el pico de captura también el día 22. El total de adultos machos de *S. albula* fue de 777 y el promedio/trampa/noche en todo el ciclo de cultivo fue de 5.4 adultos. Para *H. zea* la captura total de adultos machos fue de 14 y el promedio/trampas/noche fue de 0.55 adultos machos.

En la segunda repetición, las capturas de ambas especies estuvieron por debajo de los 22 adultos/trampa/noche. Para *S. frugiperda* se capturaron 579 adultos machos y el promedio/trampa/noche en todo el ciclo de cultivo fue de 4.3 adultos. Para *S. albula* se capturaron 646 adultos machos y el promedio/trampa/noche en todo el ciclo de cultivo fue de 4.8 adultos. Para *H. zea* la captura total de adultos machos fue de 47 y el promedio/trampa/noche fue de 1.8 adultos machos.

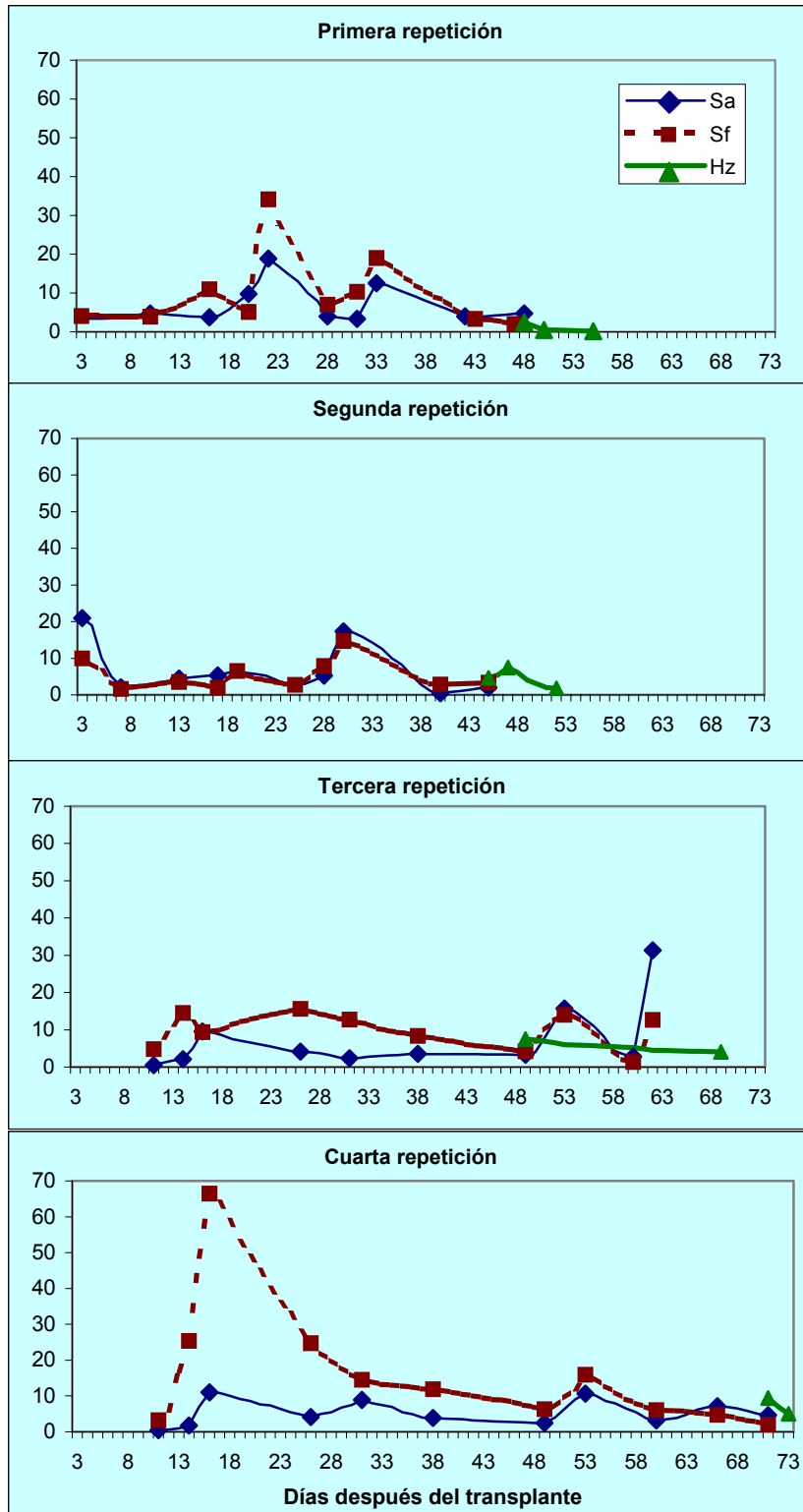
En la tercera repetición, no se presentaron picos sobresalientes, pero las capturas de *S. frugiperda* fueron mayores a las de *S. albula*, casi en el doble de capturas. Los adultos totales de *S. frugiperda* fue de 1,552 y el promedio/trampa/noche en todo el ciclo de cultivo fue de 8.5 adultos. Para *S. albula* tuvo una captura total de adultos machos de 777 y con un promedio/trampa/noche durante todo el ciclo de cultivo de 4.3 adultos. Para *H. zea* la captura total de adultos machos fue de 105 y el promedio/trampa/noche fue de 2.1 adultos.

En la cuarta repetición, se incrementó considerablemente la captura de *S. frugiperda*. Se observó un pico de 66.5 adultos/trampa/noche. El total de adultos machos atrapados para *S. frugiperda* fue de 2,587 y para *S. albula* fue 910. El promedio/trampa/noche en todo el ciclo de cultivo fue de 12.2 y 4.3 para *S. frugiperda* y *S. albula*, respectivamente. La población de *S. frugiperda* se triplicó en comparación a la de *S. albula*. Para *H. zea* la captura total de adultos machos fue de 235 y el promedio/trampa/noche fue de 4.7 adultos.

### 4.2.2 Muestreo de masas de huevos de *S. frugiperda* y larvas de *S. frugiperda* y *H.zea*.

El tratamiento con feromonas mostró un índice de masas de huevos *S. frugiperda*/día/100 plantas menor al tratamiento sin feromona en todas las repeticiones, encontrando diferencia significativa con 90% de confianza ( $P = 0.082$ ). El promedio de masas de huevos de *S. frugiperda* fue de 3.05 en el tratamiento con feromonas y 3.72 en el tratamiento sin feromonas.

Adultos / trampa / noche

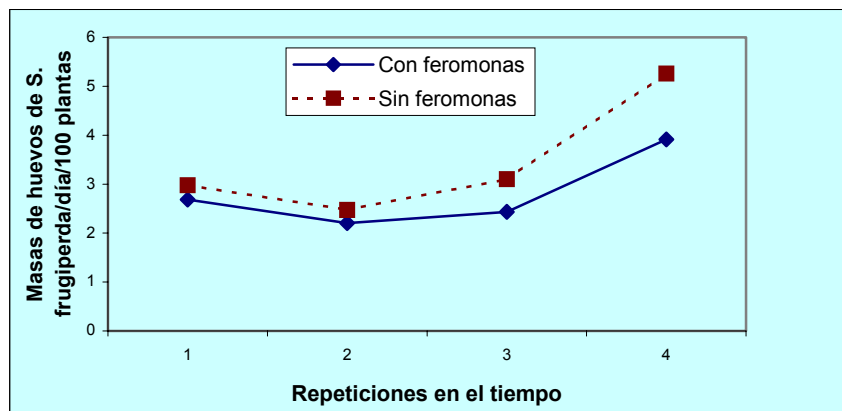


**Figura 7.** Adultos/trampa/noche en trampas con feromona de *Spodoptera frugiperda* (Sf), *Spodoptera albula* (Sa) y *Helicoverpa zea* (Hz) en diferentes repeticiones, en el maíz dulce. Cantarranas, 2001.

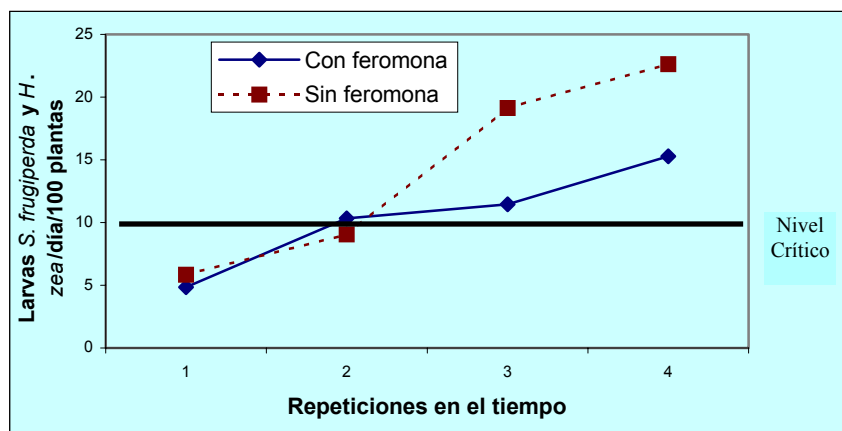
Entre repeticiones se encontraron diferencias significativas ( $P = 0.025$ ). Esta diferencia entre repeticiones puede deberse, a que la plaga se encuentra establecida y la presión de ésta es cada vez más alta, porque no hay rupturas de ciclos por la siembra escalonada (Figura 8).

En el índice de larvas/día/100 plantas tampoco se encontraron diferencias significativas ( $P = 0.202$ ) entre tratamientos (Figura 9). El promedio de larvas/día /100 plantas fue de 10.91 en el tratamiento con feromonas y 14.68 en el tratamiento sin feromonas. Tampoco hubo diferencia entre las repeticiones ( $P = 0.071$ ), debido al control de la plaga con insecticidas como *Bacillus thurigiensis* y permetrina en ambos tratamientos.

Aunque se capturaron adultos machos de *S. albula* en las trampas con feromonas, no se encontraron larvas de *S. albula* en las parcelas de maíz dulce, lo que nos hace pensar que los adultos capturados en las trampas se debieron a la influencia de las plantaciones de tomate que se encuentran frente a la finca “Las Flores”, ya que es una especie importante en este cultivo.



**Figura 8.** Tendencia de masas de huevos de *Spodoptera frugiperda*/día/100 plantas en las diferentes repeticiones en el tiempo. Cantarranas, 2001.



**Figura 9.** Tendencia de larvas *Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa zea*/día/100 plantas en las diferentes repeticiones en el tiempo. Cantarranas, 2001.

#### 4.2.3 Relación entre captura de machos en trampas y número de larvas en plantas.

En la segunda repetición se encontró una correlación alta negativa al asociar la captura de machos adultos con las masas de huevos de 2 semanas después (Cuadro 5). El coeficiente de determinación es 0.81, puede decirse que el 81% de la variación total en las masas de huevos se debe a la variación en las capturas de adultos machos.

Al igual que en el experimento del Zamorano, los coeficientes de correlación resultaron generalmente mayores al asociar la captura de machos de las dos especies de una semana específica con las larvas encontradas dos semanas después saliendo solo significativa en la primera repetición (Cuadro 6). Esta correlación alta positiva, a las dos semanas, se debe, por la alta población de adultos, las posturas aumentan, y las larvas se presentan dos semanas después por la duración desde la etapa de huevo a la etapa de larva. No se encontraron mejores resultados debido a la presencia de maíz dulce de diferentes edades.

En las repeticiones 1 y 3 se encontraron menor cantidad de larvas en la última semana. En las repeticiones 2 y 4 se observaron que las poblaciones de larvas aumentaron en la última semana (Figura 10). En ninguna de las repeticiones se puede observar una tendencia clara a lo largo de ciclo del cultivo. Las disminuciones drásticas en las curvas de larvas de todas las repeticiones se les relaciona con las aplicaciones de insecticidas dirigidas para el control de *S. frugiperda* y *H. zea*.

**Cuadro 5.** Coeficientes de correlación (Pearson) entre adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* en trampas con feromonas y masas de huevos (MH) encontradas en 100 plantas. Cantarranas, 2001.

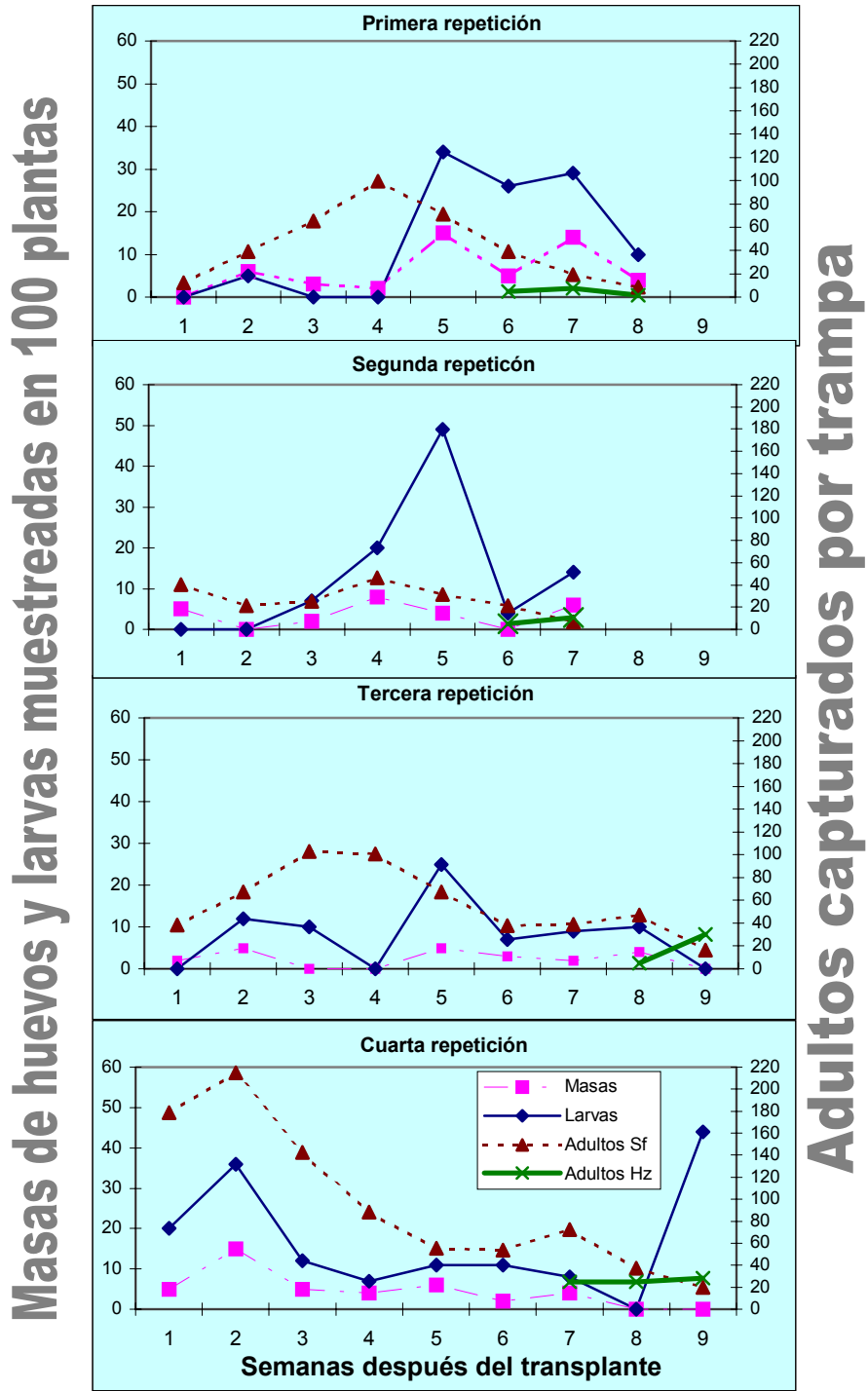
Repetición	Misma Semana		MH 1 semana después		MH 2 semanas Después	
	<i>r</i>	P	<i>r</i>	P	<i>r</i>	P
1	0.02	0.961	0.38	0.397	0.46	0.361
2	0.57	0.181	-0.30	0.559	-0.90	0.038*
3	-0.33	0.39	-0.18	0.675	0.55	0.201
4	0.79	0.011*	0.57	0.139	0.58	0.172

\*Significativas

**Cuadro 6.** Coeficientes de correlación (Pearson) entre adultos capturados en trampas con feromonas y larvas encontradas en 100 plantas. Cantarranas, 2001.

Repetición	Misma Semana		Larvas de 1 semana después		Larvas de 2 semanas Después	
	<i>r</i>	P	<i>r</i>	P	<i>r</i>	P
1	-0.10	0.809	0.56	0.196	0.81	0.049*
2	0.18	0.697	0.51	0.303	-0.70	0.186
3	0.11	0.776	0.16	0.704	0.48	0.271
4	0.31	0.42	0.06	0.898	-0.03	0.958

\*Significativas



**Figura 10.** Tendencia de adultos capturados de *Spodoptera frugiperda* (Sf) y *Helicoverpa zea* (Hz) en trampas con feromonas, masas de huevos y larvas encontradas en 100 plantas. Cantarranas, 2001.

#### 4.2.4 Daño foliar y altura de planta

En las parcelas con feromonas, utilizando la escala de Cañas Castro (1993), se encontraron 399 grados de esqueletización, alcanzando 3.9 unidades de daño. En las parcelas sin feromonas se encontraron 705 grados de esqueletización, alcanzando 7.05 unidades de daño.

Se encontró diferencia entre los tratamientos. El lote con feromonas estuvo muy cerca para alcanzar el nivel crítico 1. El lote sin feromonas alcanzó el nivel crítico 1, pero estuvo muy cerca para llegar al nivel crítico 2. No se realizó ningún control basado en el daño foliar, el control sólo se basó en el muestreo de masas de huevos y larvas.

En la altura de las plantas del maíz dulce se encontró una ligera diferencia entre las parcelas con feromonas ( $\bar{x} = 96.04$  cm) y las parcelas sin feromonas ( $\bar{x} = 92.19$  cm), esta diferencia no fue significativa ( $P=0.138$ ).

#### 4.2.5 Rendimiento

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P = 0.035$ ) en el número de mazorcas con gusano. En el tratamiento con feromonas se encontró la mitad de mazorcas con daño por gusano, en comparación del tratamiento sin feromonas (Cuadro 7). Por lo que se puede decir que las trampas con feromonas disminuye la incidencia de gusanos en las mazorcas.

Además, se contabilizó el número de bandejas comerciales con 4 y 6 mazorcas. Se encontró mayor número de bandejas con 4 mazorcas en las parcelas con feromonas, saliendo significativa estadísticamente con 90% de confianza (Cuadro 8).

**Cuadro 7.** Número de mazorcas cosechadas totales, mazorcas con virus, pequeña y con daño con gusano por hectárea. Cantarranas, 2001.

Tratamientos	Repetición	Número de mazorcas/ha			
		Totales	virus	pequeña	gusano
Con feromona	1	44,444	1,333	1,778	2,667
Sin feromona	1	46,667	1,778	3,556	5,333
Con feromona	2	45,778	1,333	0	1,778
Sin feromona	2	45,778	1,333	2,222	4,444
Con feromona	3	46,222	3,556	5,333	6,222
Sin feromona	3	44,444	2,222	889	8,889
Con feromona	4	40,889	2,667	3,111	4,889
Sin feromona	4	46,222	1,778	3,556	11,556
Promedio $\pm$ desviación estándar					
Con feromona		44,333 $\pm$ 2,417	2,222 $\pm$ 1,089	2,556 $\pm$ 2,248	3,889 $\pm$ 2,033
Sin feromona		45,778 $\pm$ 960	1,778 $\pm$ 363	2,556 $\pm$ 1,277	7,556 $\pm$ 3,286
Probabilidad		0.416	0.354	0.990	0.035

**Cuadro 8.** Número de bandejas comerciales totales, con 4 mazorcas y 6 mazorcas por hectárea. Cantarranas, 2001.

Tratamientos	Repetición	Número de bandejas		
		Bandeja 4	Bandeja 6	Total
Con feromona	1	8,000	889	8,889
Sin feromona	1	7,111	1,333	8,444
Con feromona	2	6,667	2,222	8,889
Sin feromona	2	4,889	2,667	7,556
Con feromona	3	4,444	2,667	7,111
Sin feromona	3	4,444	3,556	8,000
Con feromona	4	4,444	3,111	7,556
Sin feromona	4	2,667	2,667	5,333
Promedio $\pm$ desviación estándar				
Con feromona		5,889 $\pm$ 1,754	2,222 $\pm$ 960	8,111 $\pm$ 916
Sin feromona		4,778 $\pm$ 1,828	2,556 $\pm$ 916	7,333 $\pm$ 1,382
Probabilidad		0.08	0.319	0.326

#### 4.2.6 Análisis de costos y beneficios.

La parcela experimental fue manejada de forma comercial por las personas de la finca, por lo que, el control de plagas entre tratamientos se manejaron como un solo bloque. No se midió el nivel crítico en forma independiente para cada tratamiento. Esto provocó que no hubiera diferencias en costos de control por lo que no se pudo realizar un análisis económico de este rubro.

El costo por cada trampa de *H. zea* fue de US\$10.00 (160 lempiras), se utilizaron 8 trampas que en total hacia US\$80.00. El costo de cada trampa de *S. frugiperda* y *S. albula* fue de US\$2.00, se colocaron 12 de trampas por cada especie, haciendo un total de US\$48.00.

El costo por jornal es 50 lempiras/día. Aproximadamente entre muestreos y manejo de trampas en los 4 meses de estudio se hicieron 20 días. En total se hacía 1,000 lempiras, haciendo US\$62.50.

El costo total de las feromonas de *S. frugiperda* fue el triple a la de *H. zea* (Cuadro 9). Esto se debe por la cantidad de feromonas utilizadas por hectárea. El costo total de implementar las trampas con feromonas fue de US\$266.10. La mayor inversión fue el de las trampas con US\$128.00. Se invirtió el doble del costo en las trampas de *H. zea* en comparación a las trampas de *Spodoptera* spp (Cuadro 10).

Se encontró diferencia en el ingreso total de bandejas comerciales entre tratamientos en casi en todos las repeticiones, siendo más alto en la última repetición con US\$1,389.00 favoreciendo al tratamiento con feromonas (Cuadro 11). Esta diferencia se debe a la mayor cantidad mazorcas sin daño con gusano en el tratamiento con feromonas.

**Cuadro 9.** Costo de feromonas por ha en dólares. Cantarranas, 2001.

Feromona	Unidades utilizadas	Costo unitario en dólares	Costo total en dólares
<i>S. frugiperda</i>	24	1.35	32.4
<i>S. albula</i>	24	1.35	32.4
<i>H. zea</i>	8	1.35	10.8
Total			75.6

**Cuadro 10.** Costo total en dólares. Cantarranas, 2001.

Concepto	Tiempo utilizado	Costo unidad en dólares	Costo total en dólares
Trampas <i>H. zea</i>	8 horas	10	80
Trampas <i>S. frugiperda</i> y <i>S. albula</i>	24 horas	2	48
Manejo	20 días	3.125	62.5
Feromonas			75.6
<b>Total</b>			<b>266.1</b>

**Cuadro 11.** Diferencias de ingresos en dólares/ha entre tratamientos. Cantarranas, 2001.

Tratamientos	Repetición	Bandejas Comerciales Totales	Ingresos en Lempiras	Ingresos en dólares	Diferencia en (\$) entre tratamientos
Con feromona	1	8,889	88,889	5,556	278
Sin feromona	1	8,444	84,444	5,278	
Con feromona	2	8,889	88,889	5,556	833
Sin feromona	2	7,556	75,556	4,722	
Con feromona	3	7,111	71,111	4,444	-556
Sin feromona	3	8,000	80,000	5,000	
Con feromona	4	7,556	75,556	4,722	1,389
Sin feromona	4	5,333	53,333	3,333	
<b>Promedio ± desviación estándar</b>					
Con feromona		8,111 ± 916	81,111 ± 9,162	5,069 ± 573	486 ± 829
Sin feromona		7,333 ± 1,382	73,333 ± 13,818	4,583 ± 864	

US\$1.00 = Lp.16.00

La tasa de retorno marginal del tratamiento con feromonas con respecto al tratamiento sin feromonas es de 83% (Cuadro 12). Esto quiere decir que por cada US\$1.00 invertido en esta tecnología, se recuperó el US\$1.00 y se obtuvieron US\$0.83 adicionales. Al usar la feromonas se encontró un incremento en el ingreso bruto y en el beneficio neto de 11% y 14%, respectivamente. La rentabilidad de usar las trampas con feromonas sexuales se incrementó en un 6%, a pesar de no poder diferenciar el manejo de las parcelas.

**Cuadro 12.** Resultado de análisis marginal, Tasa de Retorno Marginal (TRM), Incremento en costos totales (CO TOT), ingresos brutos (ING BRU) y beneficios netos (BEN NETO) y relación beneficio-costo (REL BE-CO). Los valores están en dólares americanos.

ING BRU	BEN NETO	\$5,069	\$1,803
<b>Tratamiento</b>			<b>Con feromonas</b>
CO TOT	REL BE-CO	\$3,566	51%
\$4,583	\$1,583		
<b>Sin feromonas</b>			
\$3,300	48%		

▲% ING BRU=11%	▲% BEN NETO= 14%
TRM%= 83%	
▲% CO TOT=8%	▲% REL BE-CO=6%

## 5. CONCLUSIONES

En El Zamorano y en Cantarranas las poblaciones de larvas de *S. frugiperda* y *H. zea* resultan mayores en las parcelas sin feromonas comparadas a las parcelas con feromonas.

No se observa una tendencia clara sobre la actividad temporal de *S. frugiperda* y *H. zea* en ambas localidades. La dinámica poblacional es irregular debido a que la plaga se encuentra establecida en ambas localidades, por la siembra escalonada. La dinámica poblacional de adultos de *S. albula* en Cantarranas se mantiene constante en todas las repeticiones, pero no de las larvas.

No existe diferencia significativa entre tratamientos en cuanto a la producción y calidad del maíz dulce de El Zamorano. En Cantarranas no existe diferencia significativa en la cantidad total de mazorcas, pero si hay diferencia en la cantidad de mazorcas con daño por gusano. Se encontraron menos mazorcas con daño por gusano en las parcelas con feromonas. También se observó un mayor número de bandejas con cuatro mazorcas al usar feromonas.

Las trampas con feromonas se puede utilizar como una herramienta más para el manejo integrado de plagas. El monitoreo de la plaga con estas trampas nos dan a conocer como va el comportamiento de la plaga y con esta información podemos decidir las medidas de control apropiadas. No podemos afirmar que se obtenga un control con esta tecnología, ya que por las condiciones del experimento en finca, los controles de larvas fueron iguales en los dos tratamientos sin observar diferencias en las poblaciones para alcanzar el nivel crítico de cada lote por separado. Por esto, no se pudo realizar una comparación en los costos de control de las plagas entre las parcelas con feromonas y sin feromonas.

## 6. RECOMENDACIONES

Repetir el experimento con unidades experimentales de mayor tamaño, mínimo de una hectárea, utilizando el mismo manejo, pero que el control de las plagas sea de forma independiente por cada tratamiento para poder comparar si existe una disminución de uso de plaguicidas en este cultivo.

Realizar estudios para encontrar la cantidad óptima de trampas para un control efectivo de *S. frugiperda* y *H. zea*.

Realizar los muestreos dejando un día de por medio para poder evaluar mejor el incremento de las poblaciones de larvas en el cultivo y realizar un control más efectivo al cultivo.

Probar otras feromonas de otra casa comercial para comparar cual tiene mayor duración y dispersión. También comparar diferentes trampas de colores para observar la influencia de los colores en las capturas.

Las aplicaciones de insecticidas de amplio espectro deben evitarse o minimizarse por el impacto negativo que hay sobre los enemigos naturales.

Realizar aplicaciones de biológicos con liberaciones de parasitoides y aplicaciones de agua con azúcar para aumentar la población de enemigos naturales.

## 7. LITERATURA CITADA

- Arn, H. 2000. The Pherolist (en línea). Swedish University of Agricultural Science. Consultado 9 ene. 2002. Disponible en <http://www.nysaes.cornell.edu/fst/faculty/acree/pheronet/index.html>
- Bestmann, H.J.; Attygalle, A.B.; Schwarz, J.; Vostrowsky, O.; Knauf, J. 1988. Identification of sex pheromone components of *Spodoptera sunia* (Lepidoptera:Noctuidae). Journal of Chemical Ecology 14: 679-686.
- Brewer, M.; Trumble, J. 1989. Field monitoring for insecticide resistance in beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Economic Entomology 82(6):1520-1526.
- Cañas Castro, L.A. 1993. Evaluación técnico-económica de diferentes niveles críticos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Smith) en sorgo para grano. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 144 p.
- Díaz, R. 1999. Control biológico del gusano elotero (*Helicoverpa zea* (Boddie)) en maíz dulce producido en Zamorano. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 47 p.
- Dill, J. 1996. Managing Insect Pests of Sweet Corn: Corn Earworm (en línea). Vegetable IPM, Factsheet 401. Bulletin #5101. University of Maine. Consultado 20 jun. 2001. Disponible en <http://pmo.umext.maine.edu/swetcorn/cew.htm>
- España Rivera, EO. 1997. Eficacia y rentabilidad comparativa de insecticidas biológicos, botánicos y sintéticos para el control de gusanos de la mazorca (*Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa zea*) en el cultivo de maíz dulce. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 25 p.
- Flint, H.; Doane, C. 1996. Comprensión de Semioquímicos con énfasis a feromonas sexuales de insectos en programas de manejo integrado de plagas (en línea). Universidad de Minnesota. Consultado 14 feb. 2001. Disponible en <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/FlintSP.htm>
- Green, M.B.; Lyon, D.J. de B. 1989. Pest management in cotton. Society of Chemical Industry/ Ellis Horwood Limited. Chichester. Inglaterra. 259 p.
- Halfhill, J.E.; McDonough, L.M. 1985. *Heliothis zea* (Boddie): formulation parameters for its sex pheromone in rubber septa. Southwest Entomology. 10:176.

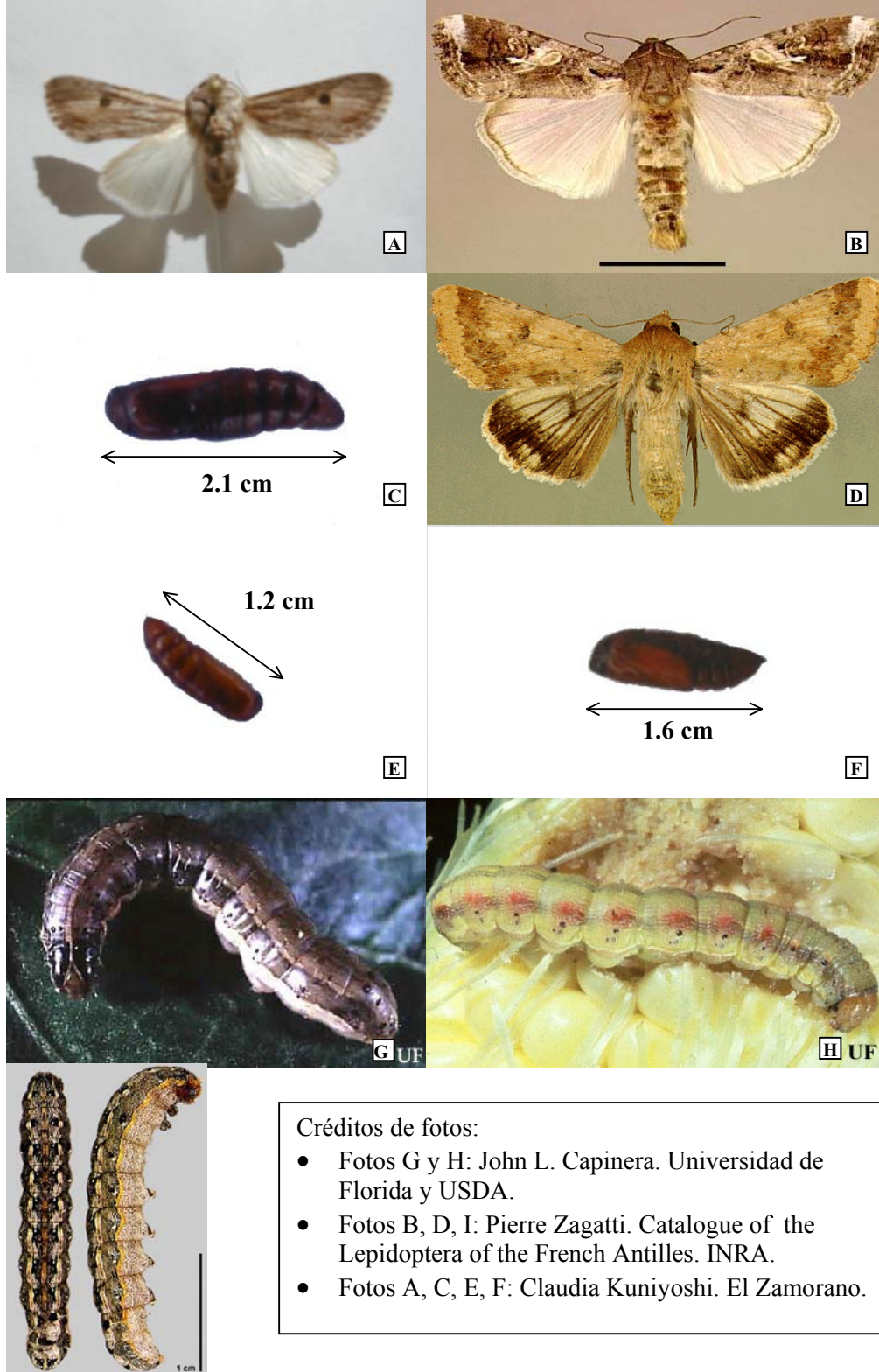
- Hansen, E. 2001. World horticultural trade & U.S. export opportunities: Processed sweet corn in selected countries (en línea). Consultado el 5 ene. 2002. Disponible en <http://www.fas.usda.gov/http/circular/2001/01-12/stats/procwc.pdf>
- Johnson, D. 1983. Relationship between Tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) catches when using pheromone traps and egg counts in cotton. Entomology Society of America. feb.1983:182-183.
- King, A.B.S.; Saunders, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de los cultivos anuales, alimenticios en América Central. Londres, Inglaterra. TDRI-CATIE. 182 p.
- Mayer, M.; McLaughlin, J.R. 1991. Handbook of insect pheromones and sex attractants. Florida. CRC Press Inc. 1083 p.
- Malo, E.; Zabeche, A.; Virgen, A. 1999. Evaluación preliminar de trampas y feromonas para el monitoreo de *Spodoptera frugiperda* en maíz. In Simposio Nacional de Ecología Química (1999, Chiapas, México). Chiapas, México. p.73-79.
- Malo, E.; Cruz-López, L.; Valle-Mora, J.; Virgen, A.; Sánchez, J.A.; Rojas, J.C. 2001. Evaluation of commercial pheromone lures and traps for monitoring male fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in the coastal region of Chiapas, Mexico. Florida Entomologist. (84)4:659-664.
- Montes, A. s.f. Cultivos de hortalizas en el trópico. Departamento de Horticultura. Escuela Agrícola Panamericana. 208 p.
- Pedigo, L. 1996. Entomology and pest management. 2nd. ed. Prentice-Hall Inc. United States of America. 679 p.
- Peet, M. 1995. Sustainable Practices for Vegetable Production in the South (en línea). Department of Horticultural Science of North Carolina State University. Consultado 17 agos. 2001. Disponible en <http://www.cals.ncsu.edu/sustainable/peet/IPM/insects/insecphe.html>
- Rueda, A. 2000. Developing the research and education components for an integrated pest management program for sweet onions in Honduras. Thesis Ph D. Cornell University. 167 p.
- Salas, J. 2001. Captura de *Spodoptera frugiperda* con trampas con feromonas. Manejo Integrado de Plagas. no.59:48-51.
- Shani, A. 1998. Integrated pest management using pheromones (en línea). American Chemical Society. Chemtech 28 (3), 30-35. Consultado 10 set. 2001. Diponible en <http://pubs.acs.org/hotartcl/chemtech/98/mar/pest.html>

- Teixeira, E.P.; Novo, J.P.S.; Stein, C.P.; Godoy, I.J. 2001. *Spodoptera albula* (Walker 1857) (Lepidóptera: Noctuidae). Nova Praga do Amendoim (en línea). Consultado 28 nov. 2001. Disponible en <http://www.iac.br/~cenfit/artigos/albula>
- Tafoya, F.; Cruz Lopez, L.; Barrera, J.F.; Magallanes Cedeño, R. 1999. Monitoreo de *Heliothis virescens* (F.) (Lepidóptera: Noctuidae) con trampas con feromonas en el cultivo de tabaco. In Simposio Nacional de Ecología Química (1999, Chiapas, México). Chiapas, México. p.80-88.
- Trabanino, R. 1998. Guía para el manejo integrado de plagas invertebradas en Honduras, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 36 p.
- Todd, E.L.; Poole, E.W. 1980. Keys and illustrations for the armyworm moths of the noctuid genus *Spodoptera* Guenée from the Western Hemisphere. *Annals of the Entomological Society of America*. 73(6):722-737.
- Vergara, R. 2000. Retos y posibilidades del control etológico en la agricultura sostenible. In Control etológico: Uso de feromonas, trampas de colores y luz para el control de plagas en la agricultura sostenible. Lima, Perú. 11-60 p.
- Wakamura, S.; Takai, M.; Kozai, S.; Inoue, H.; Yamashita, I.; Kawahara, S.; Kawamura, M. 1989. Control of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), using synthetic sex pheromone. *Applied entomology and zoology*. 24(4):387-397.

## 8. ANEXOS

### Anexo 1: Plagas del estudio

*S. albula* adulto (A), pupa (E) y larva (I); *S. frugiperda* adulto (B), pupa (F) y larva (G); *H. zea* adulto (D), pupa (C) y larva (H).



#### Créditos de fotos:

- Fotos G y H: John L. Capinera. Universidad de Florida y USDA.
- Fotos B, D, I: Pierre Zagatti. Catalogue of the Lepidoptera of the French Antilles. INRA.
- Fotos A, C, E, F: Claudia Kuniyoshi. El Zamorano.

**ANEXO 2: Usos de las feromonas a nivel mundial. Datos de 1990 (Shani 1998)**

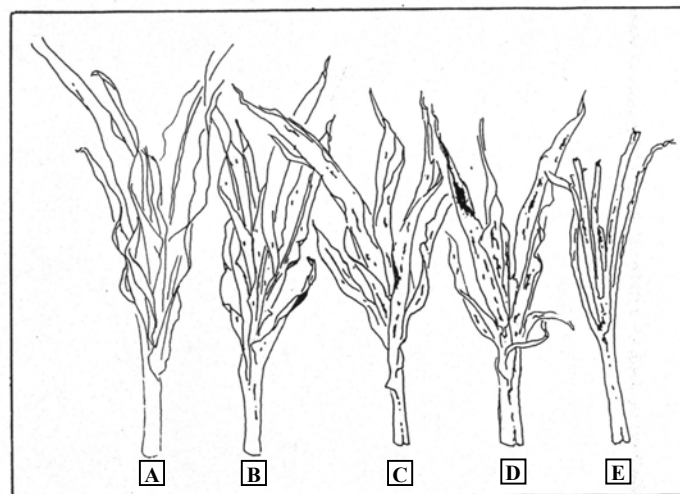
Usos de feromonas	Área ha $\times 10^3$
Monitoreo	421
Trampeo masivo	306
Captura y matanza	30
Confusión	556

Región	Área ha $\times 10^3$
Europa	690
América del norte	300
Oceanía	250
Centro y Sudamérica	53
África y Asia	20

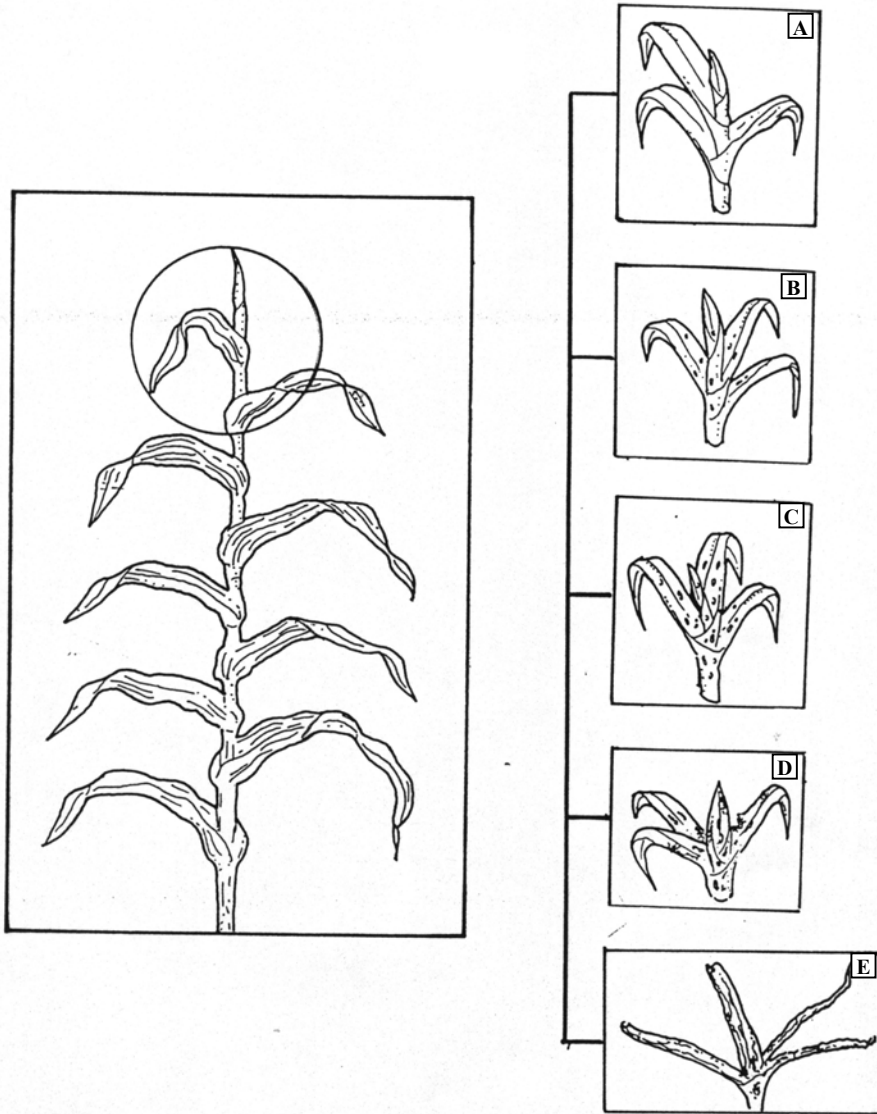
Plagas objetivo	Área ha $\times 10^3$
Lepidópteros	1250
Escarabajos	45
Dípteros	17
Áfidos, ácaros y escamas	1

Tipo de feromonas	Área ha $\times 10^3$
Sexuales	1280
Agregación	32
Alarma	1

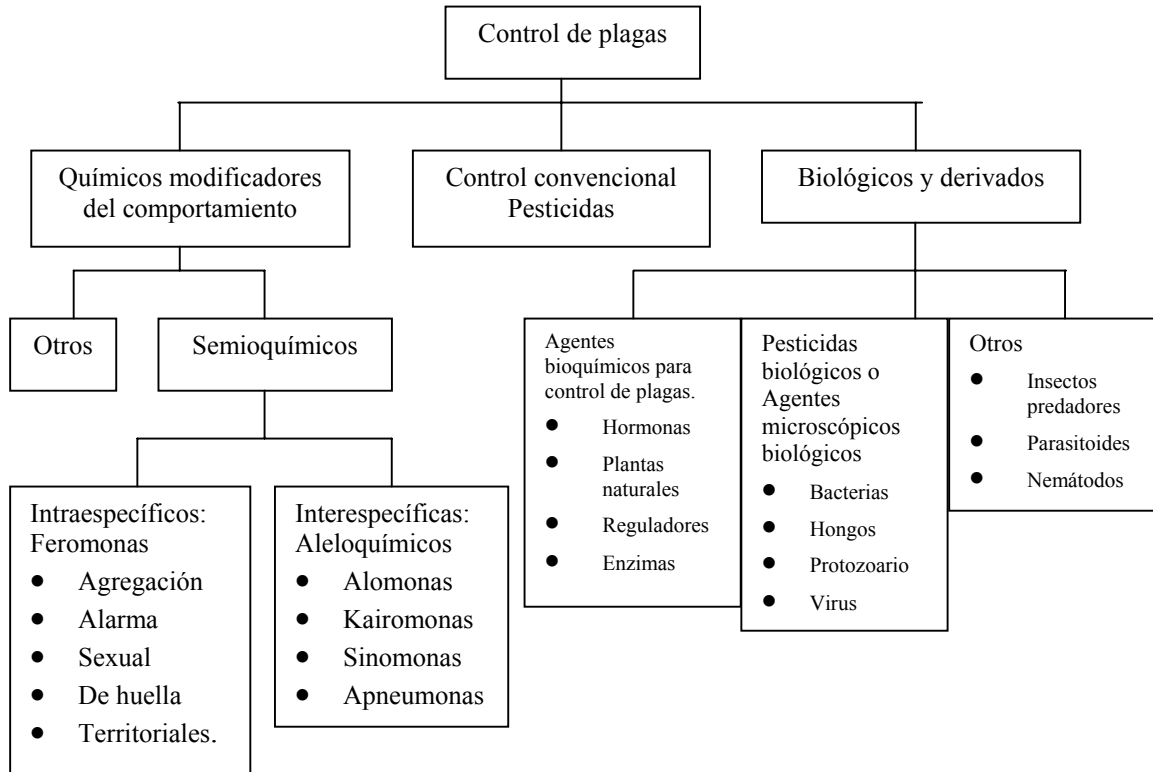
**ANEXO 3: Clasificación visual de niveles de daño. Vista lateral.** Planta sin raíces. A= grado 0, B=grado 8, C=grado 15, D=grado 30, E=grado 70. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 1992. (Cañas Castro 1993).



**ANEXO 4: Clasificación visual de niveles de daño. Acercamiento del cogollo.** A= grado 0, B=grado 8, C=grado 15, D=grado 30, E=grado 70. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 1992. (Cañas Castro 1993).



**ANEXO 5: Clasificación propuestas para los tipos de control de plagas. (Shani 1998).**



**Anexo 6: Aplicaciones de insecticidas en El Zamorano. 2001.****Parcelas con trampas con feromonas**

Primera repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
30-06-01	Crisomélidos	Folidol	1 L	Fumigación total
07-07-01	Gusanos	Curacron	1 L	Fumigación total
19-07-01	Gusanos	Lorsban	1 L	Fumigación total
03-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación total
07-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación total
11-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Inyectado
Segunda repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
10-07-01	Gusanos	Curacron	1 L	Fumigación total
20-07-01	Gusanos	Lorsban	1 L	Fumigación total
01-08-01	Gusanos	Volaton	10 kg	Voleo al cogollo
07-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación total
16-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Inyectado
Tercera repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
12-07-01	Gusanos	Curacron	1 L	Fumigación total
20-07-01	Gusanos	Lorsban	1 L	Fumigación total
07-08-01	Gusanos	Lorsban	1 L	Fumigación total
14-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación total
15-08-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación total
Cuarta repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
23-07-01	Gusanos	Xentari	1 kg	Fumigación total
25-07-01	Gusanos	Lorsban	1 L	Fumigación total
01-08-01	Gusanos	Lorsban	1 L	Fumigación total
07-08-01	Gusanos	Lorsban	1 L	Fumigación total
23-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación total
Quinta repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
03-08-01	Crisomélidos	Folidol	1 L	Fumigación total
07-08-01	Gusanos	Lorsban	1 L	Fumigación total
30-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación total

**Anexo 6: Aplicaciones de insecticidas en El Zamorano. 2001. (Continuación)**
**Parcelas sin trampas con feromonas**

Primera repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
30-06-01	Crisomélidos	Folidol	1 L	Fumigación total
07-07-01	<b>Gusanos</b>	Curacron	1 L	Fumigación total
19-07-01		Lorsban	1 L	Fumigación total
03-08-01	<b>Gusanos</b>	Lannate	200 g	Fumigación total
08-08-01		Lannate	200 g	Fumigación total
11-08-01		Lannate	200 g	Inyectado
Segunda repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
10-07-01	Gusanos	Curacron	1 L	Fumigación total
21-07-01	Gusanos	Curacron	1 L	Fumigación total
03-08-01	Gusanos	Volaton	10 kg	Voleo al cogollo
08-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación total
10-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación total
13-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación total
16-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Inyectado
22-08-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación total
Tercera repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
12-07-01	Gusanos	Curacron	1 L	Fumigación total
14-07-01	Gusanos	Lorsban	1 L	Fumigación total
24-07-01	Gusanos	Curacron	1 L	Fumigación total
17-08-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación total
22-08-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación total
29-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Inyectado
Cuarta repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
24-07-01	Gusanos	Curacron	1 L	Fumigación total
03-08-01	Gusanos	Volaton	10 kg	Fumigación total
08-08-01	Gusanos	Volaton	10 kg	Fumigación total
22-08-01	Gusanos	Lorsban	1 L	Fumigación total
23-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación total
Quinta repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
06-08-01	Gusanos	Xentari	1 kg	Fumigación total
13-08-01	Gusanos	Lorsban	1 L	Fumigación total
27-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación total
30-08-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación total

**Anexo 7: Aplicaciones de insecticidas en Cantarranas, 2001.**

Primera repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
11-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
27-09-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
04-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
24-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
26-10-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación al pelo
30-10-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
07-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
09-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
Segunda repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
02-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
07-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
11-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
26-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
02-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
05-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
07-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
09-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
12-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
14-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
16-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
Tercera repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
06-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
12-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
21-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
27-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
05-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
07-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
09-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
17-11-01	Gusanos	Lannate	200 g	Fumigación al pelo
19-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
21-11-01	Gusanos	Dipel SC	1.5 L	Fumigación al pelo
23-11-01	Gusanos	Dipel SC	1.5 L	Fumigación al pelo
26-11-01	Gusanos	Dipel SC	1.5 L	Fumigación al pelo
28-11-01	Gusanos	Dipel SC	1.5 L	Fumigación al pelo
Cuarta repetición				
Fecha	Plaga objetivo	Producto	Dosis/ha	Forma de aplicación
12-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
15-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
18-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
21-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
25-10-01	Saltahojas	Thiodan	1.8 L	Fumigación total
31-10-01	Saltahojas	Xedex	450 g	Fumigación total
19-11-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
21-11-01	Gusanos	Dipel SC	1.5 L	Fumigación al pelo
23-11-01	Gusanos	Dipel SC	1.5 L	Fumigación al pelo
26-11-01	Gusanos	Dipel SC	1.5 L	Fumigación al pelo
28-11-01	Gusanos	Dipel SC	1.5 L	Fumigación al pelo
03-12-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo
05-12-01	Gusanos	Talcord	400 ml	Fumigación al pelo