

**Bioensayos de campo y análisis económico de
la producción del virus de la poliedrosis
nuclear *Spodoptera frugiperda***

Diego Xavier Román Suárez

ZAMORANO

Departamento de Protección Vegetal

Agosto, 1998

**Bioensayos de campo y análisis económico de
la producción del virus de la poliedrosis
nuclear *Spodoptera frugiperda***

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

presentado por

Diego Xavier Román Suárez

Zamorano-Honduras

Agosto, 1998

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.

Diego Román

Zamorano-Honduras
Agosto, 1998

**Bioensayos de campo y análisis económico de la producción
del virus de la poliedrosis nuclear *Spodoptera frugiperda***

presentado por

Diego Román

Aprobada:

Ronald Cave, Ph.D.
Asesor principal

Allan Hruska, Ph. D.
Jefe de Departamento

Rogelio Trabanino, M.Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Roque Barrientos, M.A.E.
Asesor

Keith Andrews, Ph. D.
Director

Michael Zeiss, Ph. D.
Coordinador PIA

DEDICATORIA

A mi Dios y a la Virgen María por señalarme caminos y seguirme por ellos, haciéndome pensar en metas más altas pero a la vez poniendo mis pies sobre la tierra para que viva cada momento de mi vida y sea feliz sin importar lo que llegue a alcanzar.

A mis padres, Enrique y María Luisa, y a mis hermanos, Ramiro y María Gabriela, por los sacrificios que han hecho para que pueda alcanzar mis metas. También a mis abuelitas Sarita y Mercedes (QDEP). Este trabajo es el comienzo de retribución por el amor y cariño que siempre me han brindado.

A todos y cada uno de mis amigos.

A la gente que lucha porque reine la paz, el amor y la igualdad en el mundo.

A Tí...

“El camino es la meta, caminar es llegar”

AGRADECIMIENTOS

Un eterno agradecimiento a mis padres, hermanos y a toda mi familia especialmente a Eugeñita, a mis tíos Fernando y Nydia, Juanita, Napoleón y Magdalena, Miguel y Guadalupe, Mercedes, Aidita, Alfonso, María Ester, Roberto, Fausto y Miriam y a mis primos Dayana, Santiago, Adriana, Fernando, Alfonso, Pablo, Agustín, Belén y Roberto.

Al Dr. Ronald Cave por ser además de un excelente asesor un buen maestro y amigo, enseñándome además de fundamentos teóricos, muchos principios que sé me servirán a lo largo de toda mi vida.

Al Ing. Rogelio Trabanino y al Ing. Roque Barrientos por sus oportunos consejos y su ayuda en la elaboración de este trabajo.

A mi cuarto asesor el futuro Dr. Luis Cañas y a su esposa Ing. Nuris Acosta por su invaluable ayuda, sus consejos y el tiempo que desinteresadamente me dedicaron.

A los profesores Dr. Pablo Paz, Steve Cox y Dr. Fredy Arias por su preocupación hacia mi persona y sus continuas palabras de aliento. También al inspector-consejero Don Tulio Osorio por su ayuda.

Al personal académico y administrativo del Departamento de Protección Vegetal, especialmente al Dr. Michael Zeiss, Ing. Julio López, Lcda. Carolina Nolasco, Norita Estrada, Wendy Rodríguez y Lourdes Gaitán. De igual forma a Doña María, Julio, Sonia, María, Olga, Englantina, Argelia, Martha, Rosa y Nolvía.

A la familia Sánchez D'Palma, en especial a su hijo y excelente amigo Rony, por abrirme las puertas de su hogar. Gracias Rony por tu generosidad, tu amistad y por enseñarme más sobre Honduras, tu patria, en la que aprendí mucho y a la que llevo en el corazón.

A mis grandes amigos: Hemerson, Pablo, Stalin, Alvaro, Miguel, Juan P., Fredy, José, Gisela, Iván, Hans, James, Jorge, Mauricio, Marcelo, Paola, Wolfgang, Ingrid, Jessica, Fidel, Néstor, Ever, Johanna, Susana E., Diego, Susana Espinosa, Elena, Diana, Juan R., Michelle, Belén, Jorge, Darwin y Paúl R., Andrés y Santiago por lo mucho que me han enseñado y los inolvidables momentos compartidos.

A Otilia por ser mi mejor amiga.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mi familia por ser el soporte económico a lo largo de toda mi carrera.

Al Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo y Becas (IECE) por prestarme el dinero necesario para pagar parte de mis estudios.

A la Comunidad Económica Europea por financiar gran parte de mi cuarto año.

Al Departamento de Protección Vegetal y al Proyecto para el Desarrollo de la Región Centro Oriental de Honduras (PRODERCO) por darme la oportunidad de trabajar y pagar parte de mis gastos.

RESUMEN

Román, Diego 1998. Bioensayos de campo y análisis económico de la producción del virus de la poliedrosis nuclear *Spodoptera frugiperda*. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 93 p.

La creciente demanda de productos agrícolas ha originado un conflicto entre la reducción en el uso de plaguicidas químicos y la necesidad de mantener un adecuado nivel productivo. Este hecho ha incentivado la realización de constantes esfuerzos tendientes a encontrar alternativas efectivas a la utilización de los plaguicidas convencionales. El virus de la poliedrosis nuclear (VPN) *Spodoptera frugiperda* es un agente microbiológico de control del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), la plaga más importante del cultivo del maíz en América Latina. Su especificidad, relativamente fácil producción y almacenamiento hacen del VPN una opción dentro del manejo integrado del cogollero. Los objetivos del presente estudio fueron determinar la viabilidad técnica y económica de la producción y utilización del VPN en el cultivo del maíz, evaluando cuatro dosis (50, 250, 333 y 1000 larvas equivalentes (LE)/ha), dos formulaciones (una con azúcar y otra líquida) y tres frecuencias de aplicación del VPN. Se realizaron cuatro experimentos de campo en Zamorano, dos en la época de primera (1997 y 1998) y dos en la época de postrera de 1997. En primera de 1997 se encontró que el VPN en dosis altas produjo hasta el 40% de mortalidad en la población cuando la mayoría de las larvas estuvieron entre primer y tercer estadios. En el segundo, en postrera de 1997, a densidades bajas del cogollero no se encontraron diferencias significativas entre las dosis. En el tercer experimento, en primera de 1998, se determinó que cuando la mayor parte de las larvas estuvieron en los estadios uno y dos, las dosis altas produjeron hasta el 70% de mortalidad. Las formulaciones no tuvieron diferencia significativa en la mortalidad causada por el VPN, no obstante la formulación con azúcar indujo principalmente el parasitismo por moscas. El parasitismo por avispas fue significativamente menor en la dosis de 1000 LE/ha en el tercer experimento. El período promedio de mortalidad de las larvas infectadas por VPN fue de seis días. Se determinó que el costo por LE de VPN fue 2.5 Lempiras, por lo que se debe implementar varias mejoras para que el proceso productivo sea rentable.

Palabras claves: baculovirus, control biológico, factores de mortalidad, formulación

EL VPN: UN VIRUS QUE PUEDE CONTROLAR EL COGOLLERO

Actualmente en Zamorano, Honduras se produce un virus que mata el cogollero (*Spodoptera frugiperda*), la plaga principal del cultivo del maíz en América Latina. Es el virus de la poliedrosis nuclear más conocido como VPN. El VPN es uno de los virus que no afectan al hombre y más bien lo benefician. Sólo el cogollero puede ser infectado por este virus que no contamina el medio ambiente ni daña a las plantas ni a los animales. El cogollero debe ingerir el VPN para que se produzca su muerte. Los gusanos o larvas enfermas por VPN se vuelven lentos, dejan de comer casi totalmente, suben a las partes superiores de las plantas de maíz y al morir quedan colgados de las patas con la cabeza hacia abajo. Las larvas muertas presentan un color café oscuro o negro. Sus tejidos internos han sido licuados por la acción del VPN y al menor roce se deshacen liberando de nuevo el VPN sobre las plantas.

Las aplicaciones del VPN se realizan como con cualquier insecticida normal utilizando bomba de mochila o tractor, pero con la gran diferencia que al no ser tóxico para el hombre como los productos que comunmente se utilizan, el aplicador no necesita utilizar mascarilla ni guantes.

Con el fin de probar la efectividad del VPN contra el cogollero, se estableció un estudio que involucró tres experimentos en el cultivo del maíz, dos de ellos en la época de primera (uno en 1997 y otro en 1998) y el tercero en postrera de 1998. Se probaron cuatro dosis del VPN. Las dosis del VPN se expresan en larvas equivalentes (LE) por manzana o por hectárea (ha). Una larva equivalente representa una larva grande del cogollero muerta por virus que contiene millones de partículas del VPN. La efectividad del VPN se comparó con el insecticida químico Lorsban conocido técnicamente como clorpirifós.

Se encontró que dosis altas del VPN como 500 y 1000 LE/ha mataron entre el 40 y 70% de las larvas del cogollero cuando éstas se encontraban pequeñas. El VPN no es eficiente en el control del cogollero cuando ya las larvas están grandes. Se probaron también dos formas de aplicación, una sólida mezclando el VPN con azúcar y otra líquida utilizando VPN con agua. No hubo diferencia en la mortalidad causada por el VPN al cogollero cuando se usó azúcar o agua, pero cuando se utilizó azúcar se presentó una gran cantidad de gusanos muertos por moscas. El VPN en dosis altas tiende a disminuir la acción de otros enemigos naturales del cogollero como avispas y moscas, ya que el tiempo en que mueren las larvas de la plaga por el virus impide que se desarrollen larvas en que avispas y moscas han dejado sus huevos. Las larvas enfermas por virus mueren en promedio seis días después de ingerir el virus, por lo que conviene chequear las poblaciones seis a siete días después de aplicar el VPN para analizar la necesidad de una segunda aplicación.

Las aplicaciones realizadas con Lorsban redujeron la cantidad de larvas del cogollero inmediatamente pero como eliminan todos los enemigos naturales de la plaga, se presentó un rebrote del número de larvas en las parcelas tratadas con este insecticida. Cuando se aplicó virus no hubo un resurgimiento en la cantidad de larvas.

Para que el VPN sea efectivo se requieren ciertas condiciones. Primero que se aplique en horas muy tempranas de la mañana, si es posible a las cinco o de ser posible mejor en la tarde o noche, ya que los rayos solares degradan el VPN. También se debe usar la formulación líquida del VPN, aumentando la cantidad de agua que se gasta cuando se aplica un plaguicida químico debido a que se debe bañar la planta para que el gusano al comer ingiera partes contaminadas de la planta. Finalmente utilizar el virus en dosis de 500 LE/ha cuando las larvas del cogollero estén muy pequeñas para que el VPN actúe en buena forma.

El análisis de la producción del VPN en Zamorano, dió como resultado que una larva equivalente cuesta 2.5 Lempiras. Este resultado hace que el costo de aplicar 500 LE/ha sea de 1250 Lempiras, valor demasiado alto en relación al de los plaguicidas químicos. No obstante se pueden realizar varias mejoras en el proceso de producción del VPN como la sustitución de materiales traídos del exterior por materiales que se pueden adquirir en el mercado nacional o incrementar el número de larvas equivalentes que sale por cada proceso productivo.

El VPN es una opción viable para el control del cogollero que debe seguir investigándose para estructurar un programa de manejo de esta plaga que sea rentable y no dañe el medio ambiente.

Para conseguir mayor información sobre el VPN puede contactar al Dr. Ronald Cave o a la Ing. Nuris Acosta en la Sección de Control Biológico del Departamento de Protección Vegetal de Zamorano.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	x
	Indice de Cuadros.....	xiii
	Indice de Figuras.....	xviii
	Indice de Anexos.....	xix
1	INTRODUCCION.....	1
1.1	OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
2	REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1	IMPORTANCIA DEL CONTROL MICROBIOLOGICO.....	3
2.2	LOS VIRUS COMO AGENTES ENTOMOPATOGENOS.....	3
2.3	LOS BACULOVIRUS.....	4
2.3.1	Características generales y su clasificación.....	4
2.3.2	Modo de acción de los baculovirus.....	5
2.3.3	Síntomas de los insectos infectados.....	5
2.3.4	Formas de transmisión de los baculovirus.....	6
2.3.5	Interacciones entre los baculovirus y otros agentes de control biológico y químico.....	7
2.4	EL VIRUS DE LA POLIEDROSIS NUCLEAR <i>S. frugiperda</i>	8
2.4.1	Importancia de <i>S. frugiperda</i>	8
2.4.2	Descripción del VPN <i>S. frugiperda</i>	9
2.4.3	Producción del VPN <i>S. frugiperda</i>	9
2.4.3.1	Métodos de producción <i>in vivo</i>	9
2.4.3.2	Métodos de producción <i>in vitro</i>	10
2.4.4	Utilización del VPN <i>S. frugiperda</i>	11
2.4.5	Factores que inciden en la eficiencia del VPN <i>S. frugiperda</i>	11

3	MATERIALES Y METODOS.....	14
3.1	INTRODUCCION.....	14
3.2	PRIMER EXPERIMENTO: FORMULACION Y DOSIS DE APLICACION.....	16
3.3	SEGUNDO EXPERIMENTO: FECHA DE APLICACION, FRECUENCIA DE APLICACIÓN Y DOSIS.....	18
3.4	TERCER EXPERIMENTO: FECHA DE APLICACION Y DOSIS.....	20
3.5	CUARTO EXPERIMENTO: FECHA DE APLICACION, FRECUENCIA Y DOSIS.....	21
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	24
4.1	PRIMER EXPERIMENTO.....	24
4.1.1	Primer monitoreo.....	24
4.1.2	Segundo monitoreo.....	28
4.1.3	Tercer monitoreo.....	32
4.1.4	Cuarto monitoreo.....	35
4.1.5	Evaluación del peso del grano por mazorca.....	35
4.1.6	Conclusiones.....	38
4.1.7	Recomendaciones.....	39
4.2	SEGUNDO EXPERIMENTO.....	39
4.2.1	Conclusiones.....	45
4.2.2	Recomendaciones.....	45
4.3	TERCER EXPERIMENTO.....	46
4.3.1	Conclusiones.....	51
4.3.2	Recomendaciones.....	51
4.4	CUARTO EXPERIMENTO.....	51
4.4.1	Primer monitoreo.....	52
4.4.2	Segundo monitoreo.....	55
4.4.3	Tercer monitoreo.....	58
4.4.4	Cuarto monitoreo.....	62
4.4.5	Quinto monitoreo.....	66
4.4.6	Conclusiones.....	66
4.4.7	Recomendaciones.....	67
5	ANALISIS ECONOMICO DE LA PRODUCCION DEL VPN <i>S. frugiperda</i>.....	70
5.1	INTRODUCCION.....	70
5.2	MATERIALES Y METODOS.....	70
5.2.1	Costos de producción de masas de huevos del cogollero.....	71
5.2.2	Costos de producción del VPN.....	72
5.3	RESULTADOS Y DISCUSION.....	73
5.3.1	Costos de producción de masas de huevos del cogollero.....	73
5.3.2	Costos de producción del VPN <i>S. frugiperda</i>	75
5.4	CONCLUSIONES.....	77
5.5	RECOMENDACIONES.....	77

6	CONCLUSIONES GENERALES.....	78
7	RECOMENDACIONES GENERALES.....	80
8	LITERATURA CITADA.....	81
9	ANEXOS	89

INDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Tratamientos utilizados en el primer experimento del VPN <i>S. frugiperda</i> en el cultivo de maíz.....	17
2.	Cronograma de actividades del primer experimento: formulación y dosis.....	18
3.	Tratamientos evaluados en el segundo experimento.....	18
4.	Cronograma de actividades del segundo experimento.....	19
5.	Tratamientos evaluados a la fecha de la realización de cada monitoreo del segundo experimento.....	19
6.	Tratamientos estudiados en el tercer experimento: dosis y fecha de aplicación.....	20
7.	Cronograma de actividades del tercer experimento.....	20
8.	Tratamientos evaluados en el cuarto experimento: fecha de aplicación, frecuencia y dosis.....	21
9.	Cronograma de actividades del cuarto experimento.....	22
10.	Tratamientos evaluados a la fecha de la realización de cada monitoreo del cuarto experimento.....	23
11.	Número de larvas vivas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadios dos días después de la aplicación de los tratamientos del primer experimento.....	25
12.	Niveles de mortalidad de larvas de <i>S. frugiperda</i> por factor dos días después de la aplicación de los tratamientos del primer experimento.....	26
13.	Número de larvas vivas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadios nueve días después de la aplicación de los tratamientos del primer	

	experimento.....	30
14.	Niveles de mortalidad de larvas de <i>S. frugiperda</i> por factor nueve días después de la aplicación de los tratamientos del primer experimento.....	31
15.	Número de larvas vivas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadios 16 días después de la aplicación de los tratamientos del primer experimento.....	33
16.	Niveles de mortalidad de larvas de <i>S. frugiperda</i> por factor 16 días después de la aplicación de los tratamientos del primer experimento.....	34
17.	Número de larvas vivas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadios 30 días después de la aplicación de los tratamientos del primer experimento.....	36
18.	Niveles de mortalidad de larvas de <i>S. frugiperda</i> por factor 30 días después de la aplicación de los tratamientos del primer experimento.....	37
19.	Evaluación del peso del grano por mazorca del primer experimento.....	38
20.	Número de larvas vivas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadios tres días después de la primera aplicación de los tratamientos del segundo experimento.....	40
21.	Condición de las plantas de maíz tres días después de la primera aplicación de los tratamientos del segundo experimento.....	40
22.	Niveles de mortalidad de larvas de <i>S. frugiperda</i> por factor tres días después de la primera aplicación de los tratamientos del segundo experimento.....	41
23.	Número de larvas vivas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadios tres días después de la segunda aplicación de los tratamientos del segundo experimento.....	43
24.	Condición de las plantas de maíz tres días después de la segunda aplicación de los tratamientos del segundo experimento.....	43
25.	Niveles de mortalidad de larvas de <i>S. frugiperda</i> por factor tres días después de la segunda aplicación de los tratamientos del segundo experimento.....	44

26.	Evaluación del peso del grano por mazorca del segundo experimento.....	45
27.	Número de larvas vivas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadios dos días después de la primera aplicación de los tratamientos del tercer experimento.....	47
28.	Condición de las plantas de maíz dos días después de la primera aplicación de los tratamientos del tercer experimento.....	47
29.	Niveles de mortalidad de larvas de <i>S. frugiperda</i> por factor dos días después de la primera aplicación de los tratamientos del tercer experimento.....	47
30.	Número de larvas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadios dos días después de la segunda aplicación de los tratamientos del tercer experimento.....	48
31.	Condición de las plantas de maíz dos días después de la segunda aplicación de los tratamientos del tercer experimento.....	48
32.	Niveles de mortalidad de larvas de <i>S. frugiperda</i> por factor dos días después de la segunda aplicación de los tratamientos del tercer experimento.....	48
33.	Número de larvas vivas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadios dos días después de la tercera aplicación de los tratamientos del tercer experimento.....	49
34.	Condición de las plantas de maíz dos días después de la tercera aplicación de los tratamientos del tercer experimento.....	49
35.	Niveles de mortalidad de larvas de <i>S. frugiperda</i> por factor dos días después de la tercera aplicación de los tratamientos del tercer experimento.....	49
36.	Evaluación del peso del grano por mazorca del tercer experimento.....	51
37.	Número de larvas vivas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadios dos días después de la primera aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	53

38.	Condición de las plantas de maíz dos días después de la primera aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	53
39.	Niveles de mortalidad de larvas de <i>S. frugiperda</i> por factor dos días después de la primera aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	54
40.	Número de larvas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadíos seis días después de la primera aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	56
41.	Condición de las plantas de maíz seis días después de la primera aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	56
42.	Niveles de mortalidad de larvas de <i>S. frugiperda</i> por factor seis días después de la primera aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	57
43.	Número de larvas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadíos dos días después de la segunda aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	59
44.	Condición de las plantas de maíz dos días después de la segunda aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	60
45.	Niveles de mortalidad de larvas de <i>S. frugiperda</i> por factor dos días después de la segunda aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	61
46.	Número de larvas vivas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadíos seis días después de la segunda aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	63
47.	Condición de las plantas de maíz seis días después de la segunda aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	64
48.	Niveles de mortalidad de larvas de <i>S. frugiperda</i> por factor seis días después de la segunda aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	65
49.	Número de larvas de <i>S. frugiperda</i> y sus estadíos dos días después de la tercera aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	68
50.	Condición de las plantas de maíz dos días después de la tercera	

	aplicación de los tratamientos del cuarto experimento.....	69
51.	Costos de producción semanales de las masas de huevos en la cría de <i>S. frugiperda</i> en el CCBCA.....	74
52.	Costos de producción por proceso del VPN <i>S. frugiperda</i> en el CCBCA.....	76

INDICE DE FIGURAS

Figura		
1	Número promedio de larvas por estadio en el primer experimento....	78
2	Número promedio de larvas por estadio en el segundo experimento.....	78

INDICE DE ANEXOS

Anexo		
1.	Flujo de los procesos de producción del CCBCA.....	89
2.	Costos de producción de la dieta de crecimiento en el CCBCA....	90
3.	Costos de producción de la dieta de inoculación en el CCBCA....	91
4.	Porcentaje de larvas de cuarto y quinto estadio muertas por VPN en el CCBCA.....	92
5.	Conteos realizados para conocer la cantidad de PIB's por ml de agua que producen cuatro larvas de cuarto y quinto estadio muertas por VPN.....	93

1. INTRODUCCION

La plaga más importante de maíz en América Latina es *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (Andrews, 1980, 1988). Esta plaga, conocida como el gusano cogollero, ataca a la planta de maíz en varias etapas de su desarrollo y puede reducir el rendimiento de ese cultivo de 30 a 60% (van Huis, 1981). En cuanto a su control actual, se realizan aplicaciones foliares de metomil, clorpirifós y otros insecticidas foliares los que son muy costosos y no selectivos. También se utilizan insecticidas granulados que se aplican a los cogollos, que pueden ser selectivos y rentables, aunque su aplicación puede ser tediosa. van Huis (1981) indica que si se usara un producto sistémico como carbofurán las plantas pueden ser protegidas contra *S. frugiperda* por 20 días aproximadamente, pero el ataque subsecuente de la misma plaga puede ser más severo, debido a la eliminación de sus enemigos naturales. Según Andrews y Quezada (1989), esto se da por el poco o ningún cuidado que han puesto los investigadores en las pruebas de los insecticidas, en determinar el efecto de tales productos sobre los enemigos naturales del cogollero.

Es importante mencionar que según el boletín del “Integrated Pest Management” (1994) la cantidad de dinero empleada anualmente en el control de plagas de maíz constituye el 7% del mercado mundial de insecticidas o US\$1400 millones anualmente. Por ello, dado el costo de los insecticidas y al ser el maíz, así como otros cereales, un cultivo que presenta un bajo retorno, el agricultor debe sacar la máxima rentabilidad a cada operación realizada. Por lo tanto, el control de plagas debe ser aplicado cuidadosamente porque el uso efectivo de una sola aplicación puede significar la diferencia entre pérdida y ganancia (Andrews y Quezada, 1989).

El propósito del presente estudio es desarrollar un método sostenible para el control de *S. frugiperda*, basado en el empleo del virus de la poliedrosis nuclear (VPN). El VPN forma parte de los baculovirus, patógenos muy específicos, no peligrosos para el hombre, aves, mamíferos, ni para los insectos benéficos (enemigos naturales y polinizadores) (Ignoffo, 1973; Heimpel, 1976). La Organización Mundial de la Salud en su Serie Reportes Técnicos (No. 531) indica que los VPN ofrecen un gran potencial para el control de plagas en la agricultura, por su eficacia y seguridad probadas, sus buenas propiedades de almacenamiento, su relativamente fácil producción y su gran distribución entre los insectos. Döller (1985) señala que al contrario de los insecticidas químicos, estos virus no generan resistencia en los insectos a los que afectan, no causan daños al medio ambiente, ni tampoco afectan el balance existente entre las comunidades de insectos.

Estos virus ocurren comunmente en la naturaleza, causando infecciones letales cuya magnitud depende de un complejo de factores como la densidad poblacional y el comportamiento del hospedero, la cantidad de inóculo del patógeno y las condiciones ambientales (Gardner y Fuxa, 1980).

En Honduras se han realizado pruebas preliminares, en las que se ha encontrado que aplicaciones de VPN hechas en pequeñas parcelas de maíz han provisto un control adecuado de *S. frugiperda*, sin necesidad de usar insecticidas sintéticos¹.

El VPN *S. frugiperda* se produce actualmente en el Centro para el Control Biológico en Centro América (CCBCA) de la Escuela Agrícola Panamericana. El análisis técnico y económico de esta actividad permitirá evaluar la viabilidad de producir y utilizar este insecticida viral.

Existen diferentes criterios en cuanto a la forma de aplicación del VPN *S. frugiperda* en cuanto a su formulación. Gardner y Fuxa (1980) indican que la formulación en gránulos y en polvos puede llevar al patógeno más profundamente dentro de la estructura de la planta donde *S. frugiperda* tiende a comer. Sin embargo, Hamm y Young (1971) señalan que el VPN diluido en agua realizó un control efectivo del insecto en el cultivo de maíz. La dosis y la frecuencia de aplicación influyen en la eficiencia de este agente microbiológico, por lo que también son aspectos básicos en la realización del presente estudio.

1.1 OBJETIVO GENERAL

1. Evaluar la viabilidad técnica y económica de la producción y utilización de VPN *Spodoptera frugiperda* mediante la realización de bioensayos de campo en el cultivo de maíz.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Estudiar cuatro dosis, dos formulaciones y tres frecuencias de aplicación del VPN *Spodoptera frugiperda*.
2. Realizar un análisis económico de la producción del VPN *Spodoptera frugiperda*.

¹ Cave, R. 1997. Jefe de la Sección de Control Biológico, Departamento de Protección Vegetal. Zamorano, Honduras (Comunicación personal)

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 IMPORTANCIA DEL CONTROL MICROBIOLOGICO

La gran demanda que actualmente existe de productos agrícolas ha generado un conflicto entre la reducción en el uso de plaguicidas químicos y la necesidad de mantener un adecuado nivel productivo. Esta situación ha hecho que se realicen constantes esfuerzos para desarrollar alternativas efectivas a la utilización de los plaguicidas convencionales. Entre estas alternativas está el control microbiológico que se refiere al tipo de control biológico que involucra la utilización de microorganismos (en el sentido amplio incluyen los nemátodos) para el control de plagas (Castillo *et al.*, 1995). La amplia incidencia de enfermedades que los agentes microbiales causan en forma natural y en niveles altos ha hecho que este campo del control biológico esté recibiendo gran interés en áreas como la investigación, comercialización y la educación. Además, la selectividad y la seguridad de los agentes microbiales facilitan su incorporación a los programas de manejo integrado de plagas, ya que tienen un efecto mínimo sobre los enemigos naturales (Lacey y Goettel, 1995). El descubrimiento, desarrollo y producción comercial del *Bacillus thuringiensis* (Berliner) hizo que el control microbiológico empiece a desarrollarse a gran escala (Lacey y Goettel, 1995). Aunque han existido significativos logros también con el uso de otros entomopatógenos (virus, hongos, protozoarios y nemátodos), el desarrollo comercial de los productos microbiales ha sido muy lento y según Roberts *et al.* (1991) sólo constituyen el 2% del mercado mundial de plaguicidas. Esta situación debe cambiar en el futuro por lo que se necesita un mayor número de investigaciones y promoción de sus resultados.

2.2 LOS VIRUS COMO AGENTES ENTOMOPATOGENOS

Los virus son entidades submicroscópicas y de obligada patogenicidad que poseen su propio material genético y presentan un estado infectivo, el virión, que sirve como vehículo para introducir el genoma viral en la célula del hospedero (Lwoff y Tournier, 1971). El componente genético de los virus está constituido por uno o más moléculas de ácidos nucleicos, normalmente cubiertas por una o más cubiertas de proteína o lipoproteína, que están capacitadas para organizar su propia replicación en las células susceptibles de los hospederos (Matthews, 1991).

Más de 20 grupos de virus se conocen como patógenos de insectos y algunos de ellos causan la muerte de grandes poblaciones de estos organismos en condiciones naturales (Maramorosch y Sherman, 1985; Martignoni e Iwai, 1986). Estos grupos se han colocado en 12 familias virales, pero según Tinsley y Kelly (1985), esta clasificación es incompleta ya que muchos virus todavía necesitan ser descritos y caracterizados. Algunos de ellos se asignaron en familias principalmente de virus de vertebrados, pero otros se colocaron en familias específicas para insectos e invertebrados, tales como las familias Baculoviridae, Polydnaviridae y Ascoviridae (Tanada y Kaya, 1993). De ellas

los baculovirus constituyen la familia más importante de virus que afectan a los insectos. Su importancia radica en su especificidad, su naturaleza infecciosa y su relativa estabilidad en el ambiente, lo que los convierte en entidades con gran potencial para ser usadas como agentes de control de plagas (Granados y Federici, 1986).

La forma de nombrar a los virus entomopatógenos genera aún controversia, pero rutinariamente la manera de denominarlos ha sido adhiriendo el nombre científico del insecto hospedero al nombre descriptivo del virus, e.g., el nombre del virus de la poliedrosis nuclear del gusano cogollero es VPN *Spodoptera frugiperda* (Tinsley y Kelly, 1985).

2.3 LOS BACULOVIRUS

2.3.1 Características generales y su clasificación

La familia Baculoviridae ha sido exhaustivamente estudiada y es de la que mayor información se tiene de los virus entomopatógenos. Actualmente se los conoce asociados exclusivamente con artrópodos y particularmente con los insectos (Martignoni, 1984; Granados y Federici, 1986). Más de 600 especies de insectos de los órdenes Lepidoptera, Hymenoptera, Coleoptera, Diptera y especies de algunos otros órdenes de insectos han sido reportadas como infectadas por baculovirus (Granados y Federici, 1986; Possee, 1993; Tanada y Kaya, 1993).

Castillo *et al.* (1995), Lacey y Goettel (1995) y Roberts (1991) indican que las principales características de los baculovirus son:

- 1) una doble cadena de ADN circular-superembobinada
- 2) sobre el ácido nucléico existe una capa de proteína conocida como cápsido, que tiene forma tubular; el nucleocápsido es el conjunto formado por el ADN y el cápsido
- 3) el virión constituye la parte infectiva del virus y está compuesto por una envoltura que puede contener uno o más nucleocápsidos
- 4) existe una matriz protéica paracrística que cubre a uno o más viriones, estructura a la que se conoce como cuerpo de inclusión.

La familia Baculoviridae se dividía inicialmente en tres subgrupos: los virus de la poliedrosis nuclear (VPN), los virus de la granulosis (VG) y los virus no oclusivos o que no forman cuerpos de inclusión. Posteriormente, Francki *et al.* (1991) colocaron los dos primeros subgrupos en la subfamilia Eubaculovirinae y al tercer subgrupo dentro de la subfamilia Nudibaculovirinae.

El VPN se caracteriza por presentar cuerpos de inclusión en forma de poliedros, que pueden contener uno o varios viriones. Los VG tienen sólo un nucleocápsido por envoltura, y presentan inclusiones virales en forma de gránulos, que generalmente

contienen sólo un virión. Los virus sin envoltura externa poseen un nucleocápsido por envoltura y no forman cuerpos de inclusión (Tanada y Kaya, 1993). Con respecto a la función de la matriz protéica que envuelve las partículas virales de los VPN y de los VG, se cree que provee protección de los factores ambientales (Lacey y Goettel, 1995).

2.3.2 Modo de acción de los baculovirus

La principal vía de entrada de los baculovirus a los insectos es por medio de la ingestión de comida contaminada con el virus (Mazzone, 1985; Castillo *et al.*, 1995). Muchos baculovirus han sido aislados de Lepidoptera, Diptera e Hymenoptera, en que los estadios larvales son las etapas más activas en cuanto a alimentación, por lo que la fase larval es la etapa más susceptible a los baculovirus (Granados y Williams, 1986).

En el lumen del intestino medio, el pH alcalino disuelve la envoltura de los cuerpos de inclusión, liberando los viriones (Tanada y Kaya, 1993). Los intestinos anterior y posterior de los insectos son de origen ectodermal y están relacionados con la cutícula, lo que constituye una barrera a la infección (Granados y Williams, 1986). Así, las microvellosidades del epitelio del intestino medio constituyen el sitio en que se da la infección primaria. Allí los viriones libres interactúan y se fusionan con la membrana plasmática de las microvellosidades, permitiendo a los nucleocápsidos, que ya han perdido su envoltura, entrar al citoplasma de las células columnares (Mazzone, 1986). La primera vuelta de replicación del virus ocurre dentro del núcleo de las células epiteliales infectadas (Bonning y Hammock, 1996). Entonces, se generan otras partículas virales que colonizarán otros tejidos susceptibles del insecto. La infección continua en el hemocelo, en donde los virus afectan en orden cronológico a los siguientes tejidos: cuerpo graso, hipodermis, tráquea, envoltura de los músculos, envoltura de los nervios, músculos, ganglios y células del pericardio (Granados y Williams, 1986).

2.3.3 Síntomas de los insectos infectados

Los síntomas que presentan los insectos infectados por los VPN y VG son similares, aunque se dan ciertas diferencias dependiendo del tipo de tejidos infectados (Tanada y Kaya, 1993). Cuando los cuerpos de inclusión han sido ingeridos y se inicia el proceso de colonización por parte del virus, las larvas se vuelven letárgicas y existe una reducción

en su crecimiento (Mazzone, 1986; Castillo *et al.*, 1995). La mayoría de las larvas de lepidópteros infectadas con VPN no muestran síntomas o signos por dos a cinco días después de la ingestión del virus (Aizawa, 1963).

Cuando la enfermedad progresa, se presentan cambios graduales en el color del integumento, volviéndose más opaco u oscuro. La hemolinfa también cambia su coloración y su textura. En este punto el integumento se vuelve muy frágil y puede ser dañado con lo que se libera un fluido café-grisáceo que contiene los cuerpos

virales de inclusión (Mazzone, 1986). Típicamente la larva infectada sube a la parte más alta de la planta y queda colgada en una posición invertida, con la cabeza hacia abajo y permaneciendo sujeta por las propatas a la planta (Castillo *et al.*, 1995). Las larvas infectadas mueren generalmente en unos cinco a doce días, pero cepas más virulentas pueden matar a larvas muy jóvenes en dos a cuatro días (Tanada y Kaya, 1993). Las larvas que inmediatamente después de haber eclosionado contraen el virus, mueren rápidamente. Mientras tanto, larvas grandes pueden alargar su período a unos 30 días y entre unos 60 a 100 días en las larvas que entran en diáspausa (Amargier *et al.*, 1981). Aunque las muertes ocurren en el estado larval, algunas larvas sobreviven a los estados pupales y de adulto. Las hembras adultas aparentemente no afectadas producen huevos con un porcentaje de eclosión significativamente menor (Santiago-Alvarez y Vargas-Osuna, 1988).

2.3.4 Formas de transmisión de los baculovirus

Los insectos que han sido infectados por los baculovirus son los vectores que más contribuyen a la diseminación de éste entomopatógeno. Los insectos que se encuentran en estados avanzados de infección de los baculovirus presentan la epidermis frágil y su ruptura causa la liberación de las partículas virales (Mazzone, 1986). Estas partículas virales se dispersan sobre tejidos vegetales, contaminándolos y si algún otro insecto los ingiere también adquiere la infección. Los insectos enfermos también liberan las partículas virales a través del vómito y sus heces fecales (Castillo *et al.*, 1995). Entwistle (1994) indica que las formas de autodiseminación del virus a través de los insectos pueden ser naturales e inducidas. La autodiseminación natural fue demostrada por Smirnoff (1962), que encontró que los adultos de *Neodiprion swainei* (Middleton) desarrollados de larvas infectadas podían propagar la enfermedad ya que entre un 33 y 95% de sus crías murió después de 15 días de haber nacido. La autodiseminación inducida se basa principalmente en el hecho de atraer mariposas del campo hacia trampas tratadas superficialmente con preparados de baculovirus. Otras formas de transmisión son dentro de los huevos y en la superficie de los huevos de los insectos (Mazzone, 1986).

Según Mazzone (1986), los factores climáticos como el viento y la lluvia pueden contribuir a la dispersión de los cuerpos de inclusión en el medio ambiente. Los parasitoides y depredadores juegan también un rol en la diseminación de los virus. Steinhaus (1954) indica que parasitoides como *Apanteles* spp. pueden transmitir los virus, lo que se da de larvas infectadas a larvas sanas. El potencial de los depredadores como agentes diseminantes del VPN *Anticarsia gemmatilis* fue evaluado por Boucias *et al.* (1987), llegando a la conclusión de que el complejo de depredadores existentes en la soya incrementa la acción epidémica de este virus.

2.3.5 Interacciones entre los baculovirus y otros agentes de control biológico y químico

Infecciones naturales múltiples que involucran a los baculovirus y a casi todos los otros agentes entomopatógenos son muy bien conocidas (Harper, 1985). Los efectos de los baculovirus y otros patógenos pueden ser sinérgicos, aditivos y en algunos casos antagónicos (Espinosa, 1994). Harper (1985) indica que utilizando mezclas de VG y VPN para evaluar la mortalidad de *Pseudaletia unipuncta* (Haworth), las dosis de los virus individuales se redujeron aproximadamente a la mitad. Otro ejemplo de sinergia y aditividad se demostró en la combinación de los VG *Trichoplusia ni* y VPN *Heliothis armigera* (Harper, 1986).

Los resultados han variado considerablemente en los ensayos realizados empleando baculovirus más bacterias, resultando en varios casos efectos sinérgicos y en otros antagónicos (Harper, 1986). Zhang XunHao *et al.* (1996) probaron la eficiencia de una mezcla entre Bt y VPN *H. armigera*, obteniendo una eficacia de control de 95%, sin causar daño a los enemigos naturales ni al medio ambiente.

Investigaciones realizadas evaluando la interacción entre parasitoides y baculovirus han concluido que los parasitoides han muerto dentro del insecto hospedero, si el hospedero ha muerto debido a la acción del virus antes de que se haya completado el desarrollo del parasitoide (Harper, 1986). Aunque la estrategia combinando parasitoides y baculovirus debe ser mejor estudiada, Raimo y Reardon (1981) encontraron que liberando hembras de *Apanteles melanoscelus* (L.) contaminadas con VPN *Lymantria dispar*, produjo un 39% de incidencia de VPN en las parcelas tratadas comparado con un 22% en los controles, mientras que el porcentaje de parasitismo fue el mismo.

Aunque existen algunos antagonismos, generalmente los baculovirus son compatibles con los plaguicidas químicos, ya sea usándolos como mezclas o empleándolos en secuencia (Podgwaite, 1985). Girardeau y Mitchel (1968) mencionan que en larvas de *Trichoplusia ni* (Hübner) pretratadas con VPN *T. ni*, a una dosis capaz de causar sólo el 10% de mortalidad, el efecto de endrín, endosulfán y triclorfón se incrementó significativamente cuando los químicos se aplicaron 24 a 48 horas después del virus. En estudios realizados en laboratorio, metil paratión fue el único insecticida que redujo la actividad de VPN *Heliothis zea* en larvas de *H. zea* (Boddie) (Ignoffo y Montoya, 1966). Moawed y Elnabrawy (1987) encontraron que bajas concentraciones del insecticida DC-702 (38.4% de clorpirifós con 2.4% de diflubenzurón) combinadas con bajas concentraciones del virus pueden ser efectivas contra *S. littoralis* sin causar daño a los enemigos naturales.

En relación a los insecticidas botánicos, Shapiro *et al.* (1994) señalan que la adición del extracto de la semilla del árbol de neem (*Azadirachta indica* A.) a VPN *L. dispar* resultó en una mortalidad más rápida generada por el virus de las larvas de *L. dispar*. Sarode *et al.* (1995) encontraron que al adicionar extracto de la semilla de neem en un 6% a 500 LE/ha de VPN *Helicoverpa*, existió la máxima reducción en el número de larvas de *H. armigera* (Hübner).

2.4 EL VIRUS DE LA POLIEDROSIS NUCLEAR *S. frugiperda*

2.4.1 Importancia de *S. frugiperda*

El gusano cogollero es considerado una plaga primaria en el cultivo de maíz, ya que puede afectar su rendimiento en un 30 a un 60% (van Huis, 1981). Cañas (1993) indica que trabajos que han evaluado insecticidas para el control del gusano cogollero

reportan incrementos significativos en rendimiento que fluctúan entre varias toneladas por hectárea en parcelas tratadas comparadas con parcelas no tratadas. *S. frugiperda* es un insecto cosmopolita, que afecta al maíz en casi todas las etapas de su crecimiento. En las primeras etapas de desarrollo del maíz, *S. frugiperda* corta las plántulas. En las etapas de crecimiento vegetativo daña hojas y perfora tallos y finalmente en las etapas reproductivas puede atacar la mazorca (CATIE, 1990). El nivel de mayor susceptibilidad llega hasta los 40 a 45 días de edad de la planta (Valicente y Cruz, 1991). En este período las larvas se alimentan vorazmente del cogollo y dejan gran cantidad de excremento a su paso. Esto puede afectar el desarrollo de la flor masculina o panoja, lo que resulta en una disminución en la producción de polen que afectará la producción.

El ciclo de vida de *S. frugiperda* comienza con la oviposición por la hembra de grupos de 40 a 400 huevos, los que coloca en cualquier superficie de la hoja (Cañas, 1993). Posteriormente el desarrollo del insecto continúa a través de cinco estadios larvales. Existe un gran canibalismo en esta especie, que reduce el número de larvas a una o dos por planta (CATIE, 1990). La etapa pupal se desarrolla en el suelo y ocasionalmente en la planta hospedera, luego de lo cual emergen los adultos. La hembra está en capacidad de poner hasta 1500 huevos durante su ciclo de vida (Cañas, 1993).

El control químico actualmente utilizado es una alternativa costosa para el pequeño productor. Hruska y Gladstone (1987) mencionan que comunmente se realizan de dos a cuatro aplicaciones de insecticidas durante el ciclo del cultivo y a menudo con poca efectividad. Los daños ambientales causados por este tipo de control también son cuantiosos, por lo que se debe estimular la utilización de patógenos específicos. *S. frugiperda* es susceptible a por lo menos 16 especies de entomopatógenos (Gardner y Fuxa, 1980), muchos de los cuales ocurren naturalmente. Entre ellos se encuentra el VPN *S. frugiperda* (Gardner y Fuxa, 1980).

2.4.2 Descripción del VPN *S. frugiperda*

El potencial del VPN *S. frugiperda* para el control del cogollero ha sido demostrado por investigadores Young y Hamm (1966). Presumiblemente VPN *S. frugiperda* fue reportado en 1915 (Chapman y Glaser, 1915). Existen también datos que indican la presencia de este virus en Sudamérica y Puerto Rico (Gardner y Fuxa, 1980). Agudelo Silva (1988) menciona que durante una búsqueda de patógenos de *S. frugiperda* realizada en Venezuela en un área de 626 km², el 14.4% de las larvas colectadas murió por patógenos, entre los que se encontró al VPN *S. frugiperda*.

VPN *S. frugiperda* puede provocar epizootias naturales, las cuales están gobernadas por un complejo de factores como son la densidad del insecto hospedero, el comportamiento del hospedero, cantidad de inóculo del patógeno y condiciones ambientales (Gardner y Fuxa, 1980). La muerte de las larvas de *S. frugiperda* sobreviene en un período medio de siete días luego de la ingestión del VPN *S. frugiperda*. Antes de morir las larvas infectadas reducen su alimentación en un 93% (Valicente y Cruz, 1991).

En Brasil se han realizado varios aislamientos del VPN *S. frugiperda*, los cuales han sido caracterizados y conservados por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria y por el Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Estas instituciones indicaron que el aislado cinco, obtenido de la región de Siete Lagoas, Minas Gerais, Brasil, fue el más eficiente y estudiado para el control del gusano cogollero (Valicente y Cruz, 1991).

2.4.3 Producción del VPN *S. frugiperda*

2.4.3.1 Métodos de producción *in vivo*. La producción de virus en insectos hospederos vivos es el método actualmente más utilizado para obtener material utilizable en los insecticidas virales (Sherman, 1985). Los insectos infectados pueden ser obtenidos de dos formas. La primera forma se basa en la recolección en el campo de insectos contaminados con el virus. Esta vía no es muy recomendable por la gran cantidad de agentes no deseados que pueden ingresar al sistema de producción, reduciendo la calidad y seguridad del insecticida viral producido (Sherman, 1985). Sin embargo, la recolección en el campo de insectos infectados con el virus puede proveer cepas con nuevas propiedades en relación a las que se dispone en el laboratorio (Sherman, 1985). La segunda forma de producción, el método *in vivo*, involucra la utilización de una colonia de insectos que se ha desarrollado en un laboratorio (Shapiro, 1986). De esta colonia se sacan larvas que serán inoculadas con virus. Este es el método de producción utilizado en el Centro para el Control Biológico en Centro América (CCBCA) para la producción comercial del VPN *S. frugiperda* (Anexo 1). Este sistema requiere contar con suficiente cantidad de larvas de *S. frugiperda*. En ello recae la importancia de contar con una metodología confiable de producción de larvas en cantidades comerciales (Estrada, 1994). Las larvas de *S. frugiperda* de la cría mantenida en el laboratorio deben tener un crecimiento rápido y vigoroso (Estrada, 1994). El crecimiento y vigor de las larvas del insecto hospedero dependen de varios factores como son nutrición, tamaño del recipiente

de cría, temperatura, humedad, densidad poblacional, la relación machos:hembras y la luz (Sherman, 1985).

Las larvas de tercer estadio seleccionadas se colocan en vasitos con dieta a la que se inocula VPN *S. frugiperda*. Las dietas alimenticias utilizadas en la cría y en la producción de virus emplean agar como coagulante, materiales nutritivos y preservantes (Estrada, 1994) (Anexo 2 y 3). La dieta para inoculación carece de vitaminas para causar estrés a las larvas y que éstas sean más susceptibles al virus. El virus se coloca en la superficie de la dieta, siendo este el sistema más eficiente y que menos cantidad de virus ocupa (Shapiro *et al.*, 1981). El inóculo empleado no debe tener contaminantes y debe controlarse periódicamente el número de cuerpos poliédricos de inclusión (PIB) de la solución (Shapiro, 1986).

La cosecha del virus implica la recolección y el almacenamiento de las larvas infectadas (Sherman, 1985). Esta actividad es la que consume mayor cantidad de tiempo y constituye la operación más laboriosa en la producción de virus (Shapiro, 1986). La cosecha de las larvas muertas por VPN *S. frugiperda* se realizan desde los cuatro días después de la inoculación. Para que una larva muerta por virus sea denominada larva equivalente debe tener un número promedio de 6×10^9 PIB (Young y Hamm, 1966). En la práctica se toma como larva equivalente a una larva de un cuarto o quinto estadio muerta por virus.

El almacenamiento de las larvas muertas o las soluciones de virus se hace en un congelador a una temperatura de 2-4 C° (Jaques, 1985). A temperatura ambiente de 24-26°C la eficacia del material se pierde en un 59% en 22 días (Valicente y Cruz, 1991).

2.4.3.2 Métodos de producción *in vitro*. Este método se basa en el desarrollo del virus en células cultivadas. Algunas líneas de células provenientes del orden Lepidoptera son muy utilizadas debido a su habilidad para permitir el crecimiento de VPN y VG. El cultivo de células de *S. frugiperda* es una de las líneas más frecuentemente utilizadas para la producción de virus (Sherman, 1985). El método se basa en utilizar un material inicial constituido generalmente por huevos o larvas de estadios tempranos de larvas cuya superficie ha sido esterilizada (Sherman, 1985). Posteriormente se maceran los tejidos y las células individuales resultantes de este proceso se colocan en un medio que cubra sus requerimientos nutricionales, biológicos y biofísicos (Weiss y Vaughn, 1986). Luego el virus se inocula en el cultivo celular y allí empieza su replicación. Las ventajas del sistema *in vitro* en relación al de producción *in vivo* son que puede ser automatizado, se puede monitorear mejor los factores nutricionales y ambientales y el control de calidad es teóricamente más fácil (Sherman, 1985). La importancia de este sistema puede ser mayor en el futuro si es que se consiguen aumentos sustanciales en rendimiento de virus y reducción en los costos de producción (Weiss y Vaughn, 1986).

2.4.4 Utilización del VPN *S. frugiperda*

El VPN *S. frugiperda* fue probado en 1964 para el control del gusano cogollero (Young y Hamm, 1966). Young y Hamm (1966) evaluaron varias concentraciones de VPN *Heliothis* y VPN *S. frugiperda* por acre (100 larvas equivalentes de VPN *Heliothis* (LEH), 100 larvas equivalentes de VPN *S. frugiperda* (LESf), 100 LEH + 100 LESf, 250 LEH + 250 LESf) para el control de *Heliothis zea* y *S. frugiperda* en maíz dulce. Otros tratamientos fueron el uso de VPN *Heliothis* con DDT (100 LEH + DDT, 250 LEH + DDT y 500 LEH + DDT) y DDT sólo. El control efectuado por la combinación de VPN *Heliothis* y VPN *S. frugiperda* no fue significativamente diferente del obtenido por DDT aplicado sólo (Young y Hamm, 1966). Antes de estas

pruebas no existían reportes previos del control de *S. frugiperda* empleando VPN *S. frugiperda* (Young y Hamm, 1966).

Hamm y Young (1971) realizaron otro estudio en maíz dulce en que evaluaron también una combinación de VPN *Heliothis* y VPN *S. frugiperda*. El VPN *S. frugiperda* se probó inicialmente a una concentración de 3×10^{12} PIB/acre, la cual debió ser aumentada a 6×10^{12} debido a que la primera concentración no produjo un buen control de *S. frugiperda*. Hamm y Young (1971) concluyeron que si se aplican los virus cuando las larvas estén jóvenes y se encuentren en el cogollo, éstas se moverán a la mazorca en desarrollo y morirán, lo que contaminará las mazorcas con el virus proveyendo alguna protección para las larvas que se desarrollen posteriormente. Entonces, la aplicación temprana de los VPN juega un rol importante en un programa de manejo integrado de plagas (Hamm y Young, 1971).

Willink *et al.* (1995) compararon la eficiencia de cuatro concentraciones de VPN *S. frugiperda* (2.5×10^{12} , 5×10^{12} , 7.5×10^{12} y 1×10^{13} PIB's/ha) contra clorpirifós más cipermetrina a 350 cc/ha, para el control de *S. frugiperda* en el cultivo de maíz. No existieron diferencias significativas en rendimiento entre las parcelas tratadas con virus y las tratadas con los insecticidas químicos (Willink *et al.*, 1995).

2.4.5 Factores que inciden en la eficiencia del VPN *S. frugiperda*

La radiación solar ultravioleta (UV) y menos frecuentemente la naturaleza química de las superficies foliares son causas serias de la degradación biológica de los baculovirus (Entwistle, 1993). Otros factores que también afectan la persistencia de los virus son las lluvias, la temperatura y la humedad (Jaques, 1985; Espinosa, 1994).

Varios estudios coinciden en señalar que la luz UV es el factor más importante en la inactivación de los virus en el medio ambiente (Smith, 1976; Abdul Kadir, 1984; Jaques, 1985; Ignoffo *et al.*, 1989). Ignoffo *et al.* (1989) indican que el VPN *S. frugiperda* ha sido evaluado como agente para el control de *S. frugiperda* con un éxito limitado en las

investigaciones hechas por Young y Hamm (1966), Hamm y Young (1971) y Hamm y Hare (1982). En ninguna de estas investigaciones la formulación del virus contenía aditivos que provean protección a la luz solar u otros que incrementen la infectividad de VPN *S. frugiperda* (Ignoffo *et al.*, 1989; Hamm *et al.*, 1994). Los brighteners, compuestos que proveen protección al virus de los rayos solares, han sido evaluados por varios investigadores (Ignoffo *et al.*, 1989; Hamm y Shapiro, 1992; Jones *et al.*, 1993; Webb *et al.*, 1993; Hamm *et al.*, 1994; Dougherty *et al.*, 1995; Ignoffo y García, 1996). Hamm y Shapiro (1992) demostraron el aumento significativo en la infectividad de VPN *S. frugiperda* al adicionar Tinopal, un brightener fluorescente, a la formulación del virus. Hamm *et al.* (1994), al aplicar VPN *S. frugiperda* en combinación con Fluorescent Brightener 28 en el cultivo de maíz, encontraron que este protectante interactuó significativamente en forma positiva con la concentración del virus y con el volumen de agua aumentando la mortalidad de las larvas de *S. frugiperda*.

Al igual que los brighteners, existen otros aditivos que podrían incrementar la eficiencia del VPN *S. frugiperda*. Entre estos compuestos están el ácido bórico que ha sido probado por Shapiro y Bell (1982), quienes encontraron que incrementó la eficiencia del VPN *Lymantria dispar*. También Rao *et al.* (1987) indican que al añadir 25% de ácido bórico o ácido tánico se incrementó la mortalidad de larvas debida a VPN *S. litura*.

Richter *et al.* (1987) investigaron el efecto de la planta hospedera en la susceptibilidad al VPN *S. frugiperda*. Encontraron que las larvas de tercer estadio de *S. frugiperda* fueron significativamente menos susceptibles al VPN *S. frugiperda* cuando se alimentaron con *Brachiaria decumbens* Stapf, *Panicum ramosum* L., maíz o la combinación de *B. decumbens* y maíz, en relación a las larvas que se alimentaron de soya, pasto bermuda, sorgo o ryegrass. Se piensa que esta diferencia en susceptibilidad se debió básicamente al estrés causado en las larvas alimentadas de plantas hospederas menos adecuadas (soya), pero no se puede descartar la presencia de un agente antiviral en alguna de las especies evaluadas (Richter *et al.*, 1987). También en relación a la influencia de la planta hospedera en la eficiencia de VPN *S. frugiperda*, Hamm y Wiseman (1985) mencionan que larvas de *S. frugiperda* inoculadas con VPN *S. frugiperda* y luego colocadas en líneas de maíz resistentes a este insecto presentaron una mayor mortalidad que las larvas colocadas en líneas de maíz susceptibles, debido al estrés que sufrieron las larvas alimentadas con maíz resistente.

La temperatura y la humedad tienen efectos muchos menos significativos en la estabilidad de los baculovirus, que el que causan a otros entomopatógenos (Jaques, 1985). Otro de los factores que afecta la eficiencia del VPN *S. frugiperda* es la lluvia que puede lavar el virus de la superficie de las hojas (Entwistle, 1994).

La persistencia de VPN *S. frugiperda* y la susceptibilidad de *S. frugiperda* difieren geográficamente y adicionalmente varían de acuerdo a la planta hospedera (Fuxa, 1982; Fuxa y Geaghan, 1983; Richter *et al.*, 1987). Fuxa (1987) realizó un estudio de dos años en que en el primer año encontró que la virulencia de VPN *S. frugiperda* decrece conforme la distancia entre sitio en que se recolecta *S. frugiperda* y el sitio en que se hace el aislamiento del virus aumenta. Durante el segundo año de su estudio no encontró

una correlación significativa entre la virulencia de VPN *S. frugiperda* y la distancia. Fuxa *et al.* (1988) mencionan que en larvas del cogollero recolectadas del sudeste de Louisiana y expuestas a la LD₈₀ de VPN *S. frugiperda*, la LD₅₀ se incrementó en siete generaciones de 4.1 a 18.7 PIB/larva en una colonia de laboratorio tratada, mientras que en las colonias de larvas no expuestas a VPN *S. frugiperda* la LD₅₀ fue de 5.9 PIB/larva después de siete generaciones. Reichelderfer y Benton (1974) en un estudio sobre los cruces recíprocos entre poblaciones resistentes y susceptibles de *S. frugiperda* provenientes del campo, concluyeron que la resistencia a VPN *S. frugiperda* está controlada por un sólo gen o por un pequeño número de genes con una dominancia parcial o incompleta.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 INTRODUCCION

Se realizaron cuatro experimentos de campo en el cultivo de maíz. Estos experimentos se efectuaron en lotes de Zamorano. Zamorano está ubicado a 32 km al este de Tegucigalpa, a una altura de 800 m.s.n.m. La precipitación media anual es de 1100 mm y la temperatura media anual es de 23°C.

En el primer experimento se estudió la formulación y la dosis del VPN *S. frugiperda*. Este experimento se sembró en Junio de 1997 (primera). En otros dos experimentos se probaron dosis y frecuencia de aplicación y se llevaron a cabo entre Agosto y Noviembre de 1997 (postrera). En el cuarto experimento que se desarrolló entre Junio y Julio de 1998 se probaron dosis, frecuencia de aplicación y mejores días después de la siembra de maíz en que es conveniente aplicar el VPN.

Los aspectos comunes para los experimentos fueron los siguientes:

En los tres primeros experimentos se utilizó semilla de maíz híbrida Hb-104 producida por la planta de semillas de Zamorano. En el cuarto experimento se utilizó semilla de la variedad Guayape también producida por la planta de semillas de Zamorano.

Las prácticas culturales de fertilización y control de malezas a lo largo del ciclo del cultivo se efectuaron en la misma forma que se les da a los lotes comerciales de maíz en Zamorano.

Se usaron parcelas de cinco por cinco metros. Cada parcela contenía siete hileras de maíz y 20 plantas por hilera. Las parcelas estuvieron separadas un metro entre sí.

Todas las parcelas fueron infestadas artificialmente con larvas de segundo estadio de *S. frugiperda* provistas por el CCBCA. La primera infestación artificial se realizó con larvas recién eclosionadas de cuatro masas de huevos por parcela dos días antes de la primera aplicación de los tratamientos. Posteriormente se infestó cada semana con larvas recién eclosionadas de dos masas de huevos por parcela.

El VPN *S. frugiperda* que se utilizó fue producido por el CCBCA.

El tratamiento con insecticida sintético constituyó la aplicación de Lorsban (clorpirifós) a una dosis de 480 g i.a./ha.

Para las aplicaciones que emplearon formulaciones líquidas se empleó una bomba de mochila con una boquilla de cono hueco Conjet TXVS-18. Se calibró para tirar 800 l/ha. Este volumen de agua permitió una buena cobertura de la planta.

En todas las aplicaciones realizadas se empleó el adherente Adsee® a una dosis de 0.063% por volumen de mezcla.

Los monitoreos consistieron en chequear destructivamente 20 plantas en cada parcela, tomándose datos sobre las siguientes variables:

- 1) Número y estadio de las larvas de *S. frugiperda*/planta.
- 2) Tasa de infección de *S. frugiperda* por VPN.
- 3) Mortalidad de *S. frugiperda* causada por otros agentes de control (avispa parasítica, moscas parasíticas, hongos y bacterias).

Las larvas de *S. frugiperda* que se encontraron en los monitoreos se clasificaron y se numeraron de acuerdo al tratamiento y número de parcela. Cada larva fue colocada en un vasito plástico con dieta artificial. En el primer monitoreo se utilizó dieta artificial sin vitaminas para causar un estrés en las larvas, pero en los siguientes monitoreos se ocupó dieta artificial con todos los nutrientes para no generar una presión adicional en las larvas. Los vasitos con larvas fueron llevados a un cuarto con condiciones de temperatura y humedad controladas en el CCBCA. Al seguir su desarrollo se determinó si las larvas estaban o no infectadas por VPN *S. frugiperda* o por algún otro agente de control. Para determinar el agente causante de la infección se utilizaron los siguientes criterios basados en los síntomas externos que presentaron las larvas (Castillo *et al.*, 1995):

- 1) Larvas muertas por VPN *S. frugiperda* presentaron el integumento blando y de color pardo o negro, tejidos internos licuados, quedando su cuerpo como una bolsa líquida. Estas larvas infectadas generalmente subieron a la tapa del vasito y quedaron colgadas con la cabeza hacia abajo, sujetas por las propatas.
- 2) Larvas muertas por bacterias las que presentaron un integumento de color negro, de consistencia normal y un olor fétido.
- 3) Larvas muertas por hongos quedaron momificadas con un moho algodonoso (esporulación) en el integumento de color variable.

Las larvas muertas por bacterias, hongos y factores no identificados fueron incluidos en un solo factor de mortalidad conocido como otros. Los chequeos de las larvas en el laboratorio se efectuaban diariamente.

En el primer experimento se cosecharon 60 mazorcas/parcela y en el segundo y tercero 40. Para estandarizar el peso del grano a una humedad de 13.1% se utilizó la siguiente fórmula:

$$Pf = Pi * \frac{(100 - Hi)}{(100 - 13.1)}$$

donde:

Pf= peso final estandarizado a 13.1%

Pi= peso inicial del grano

Hi= humedad inicial del grano en porcentaje

Los promedios se evaluaron estadísticamente mediante las pruebas ANDEVA y SNK utilizando un nivel alpha de 5%. Se realizó una transformación del arcoseno para analizar los datos porcentuales. Todos los datos fueron analizados mediante el paquete "Statistical Analysis System " (SAS) (SAS Institute, 1987).

3.2 PRIMER EXPERIMENTO: FORMULACION Y DOSIS DE APLICACION

En el primer experimento se estudiaron formulaciones y dosis del VPN *S. frugiperda*.

Se utilizó una parte de un terreno sembrado el 16 de junio de 1997 que pertenece a los campos de producción del Departamento de Agronomía de Zamorano.

El diseño experimental usado fue de bloques completos al azar con nueve tratamientos y cuatro repeticiones.

Se evaluaron dos formulaciones del VPN (Cuadro 1). La primera consistió en una suspensión de agua más adherente; la segunda fue granular utilizando azúcar (2 g/planta) como transportador del VPN. Con cada formulación se probaron tres dosis del VPN *S. frugiperda*: 50, 250 y 1000 LE/ha. Se tuvieron dos tratamientos testigo, uno para cada formulación; en el primero sólo se aplicó agua más adherente en el segundo sólo azúcar. El tratamiento utilizando el insecticida sintético clorpirifós se aplicó en forma líquida.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el primer experimento del VPN *S. frugiperda* en el cultivo de maíz. El Zamorano, Honduras, 1997.

NÚMERO DE TRATAMIENTO	DESCRIPCION	DOSIS DE VPN LARVAS EQ/HA
1	Líquido	50
2	Líquido	250
3	Líquido	1000
4	Testigo Líquido	0
5	Granular	50
6	Granular	250
7	Granular	1000
8	Testigo Granular	0
9	Clorpirifós	0

La solución madre del VPN *S. frugiperda* se obtuvo del licuado de 200 larvas de cuarto o quinto estadio muertas por virus, en 50 ml de agua destilada. Al realizar el conteo de PIBs se encontró que esta solución tenía una concentración de 7.3×10^9 PIBs/ml. Así, 0.82 ml de la solución madre representaban una LE (6×10^9 PIBs).

Para hacer la formulación granular se mezcló 200 g de azúcar con el total del VPN *S. frugiperda* a utilizarse en todos los tratamientos. El total de virus utilizado, incluyendo un 10% adicional por pérdidas, fue 11.73 ml de la solución madre. Posteriormente se agregó 1% de Tween (anticoagulante) para impedir que se formen agregados de virus y azúcar. Luego se colocaron otros 400 g de azúcar y se mezcló nuevamente. Finalmente se dividió esta mezcla inicial de azúcar en base a la proporción de LE de los tratamientos, aumentando a la porción de cada tratamiento la cantidad de azúcar necesaria para poder colocar 2 g azúcar/planta.

La aplicación empezó a las 5:15 am en el día señalado en el calendario de actividades (Cuadro 2). La formulación granular se aplicó con una cucharita luego de dividir la cantidad de mezcla por parcela.

Cuadro 2. Cronograma de actividades del primer experimento: formulación y dosis. El Zamorano, Honduras, 1997.

FECHA	DIAS DESPUES DE SIEMBRA	ACTIVIDAD
16/06/97	0	Siembra
12/07/97	26	Infestación con 4 masas de huevos/parcela
14/07/97	28	Aplicación virus y plaguicida
16/07/97	30	Monitoreo de parcelas
19/07/97	33	Infestación con 2 masas de huevos/parcela
23/07/97	37	Monitoreo de parcelas
26/07/97	40	Infestación con 2 masas de huevos/parcela
30/07/97	44	Monitoreo de parcelas
9/08/97	53	Infestación con 2 masas de huevos/parcela
13/08/97	58	Monitoreo de parcelas
10/10/97	115	Cosecha

Se realizó una evaluación del peso del grano por mazorca para cada tratamiento la que consistió en pesar las mazorcas de 60 plantas/parcela después del secado.

3.3 SEGUNDO EXPERIMENTO: FECHA DE APLICACION, FRECUENCIA DE APLICACION Y DOSIS

El 6 de agosto de 1997 se sembró un terreno ubicado en los campos de producción del Departamento de Agronomía de Zamorano.

Se utilizó un diseño completamente al azar con seis tratamientos y seis réplicas por tratamiento. Se comparó la eficiencia de realizar una aplicación a los 32 días o a los 45 días después de sembrado el cultivo versus dos aplicaciones del VPN *S. frugiperda* a los 32 y 45 días. La dosis evaluadas en este experimento fueron 250 y 500 LE/ha (Cuadro 3), aplicadas en forma líquida.

Cuadro 3. Tratamientos evaluados en el segundo experimento. El Zamorano, Honduras, 1997.

TRATAMIENTO	DESCRIPCION
1	Aplicación 500 LE/ha en día 32
2	Aplicación 500 LE/ha en día 45
3	Aplicación 500 LE/ha en días 32 y 45
4	Aplicación de 250 LE/ha en días 32 y 45
5	Aplicación del testigo en días 32 y 45
6	Aplicación de clorpirifós en día 32

Las aplicaciones empezaron a las cinco de la mañana. En las aplicaciones del VPN *S. frugiperda* se utilizó una solución estandarizada a una concentración de una LE/ml. El tratamiento con clorpirifós consistió en una aplicación a los 32 días (Cuadro 4) y el tratamiento testigo constituyó la aplicación de agua más adherente. La infestación de las parcelas se efectuó de igual forma que en el Experimento I, variando únicamente los días en que éstas se realizaron después de la siembra.

Las variables que se evaluaron fueron las mismas del Experimento I, diferenciando entre las plantas muestreadas, las plantas que estaban dañadas (con y sin larvas) de las que no tenían daño ni larvas de *S. frugiperda*.

Cuadro 4. Cronograma de actividades del Experimento II. El Zamorano, Honduras, 1997.

FECHA	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA	ACTIVIDADES
6/08/97	0	Siembra
5/09/97	30	Infestación con 4 masas huevos/parcela
7/09/97	32	Testigo, aplicación de plaguicida al tratamiento 6 y aplicación de VPN a los tratamientos 1, 3 y 4
10/09/97	35	Monitoreo de las parcelas
13/09/97	38	Infestación con 2 masas huevos/parcela
18/09/97	43	Infestación con 2 masas de huevos/parcela
20/09/97	45	Testigo y aplicación de VPN a tratamientos 2, 3 y 4
23/09/97	48	Monitoreo de las parcelas
26/09/97	51	Infestación con 2 masas de huevos/parcela
24/11/97	110	Cosecha

Debido a que al momento de realizar el primer monitoreo no todos los tratamientos se habían ejecutado, se unió a los tratamientos que eran similares entre sí (Cuadro 5).

Cuadro 5. Tratamientos a la fecha de la realización de cada monitoreo del Experimento II.

TRATAMIENTOS	TRATAMIENTOS AL I MONITOREO (35 DDS)	TRATAMIENTOS AL II MONITOREO (48 DDS)
500 LE/ha día 32	500 LE/ha día 32	500 LE/ha día 32
500 LE/ha día 45	No aplicación	500 LE/ha día 45
500 LE/ha días 32 y 45	500 LE/ha día 32	500 LE/ha días 32 y 45
250 LE/ha días 32 y 45	250 LE/ha días 32 y 45	250 LE/ha días 32 y 45
Testigo días 32 y 45	Testigo días 32 y 45	Testigo días 32 y 45
Clorpirifós día 32	Clorpirifós día 32	Clorpirifós día 32

El peso del grano por mazorca por cada tratamiento se evaluó cosechando 40 mazorcas/parcela y estandarizando el peso en base a una humedad de 13.1%.

3.4 TERCER EXPERIMENTO: FECHA DE APLICACION Y DOSIS

Este experimento utilizó un terreno del Departamento de Producción del Departamento de Agronomía de Zamorano que se sembró el 7 de agosto de 1997. Se empleó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones por cada tratamiento (Cuadro 6). El tratamiento testigo consistió en la aplicación de agua más adherente. En todas las aplicaciones se utilizó una solución del VPN *S. frugiperda* con una concentración de una LE/ml. Las aplicaciones se realizaron a partir de las cinco de la tarde.

Cuadro 6. Tratamientos estudiados en el tercer experimento, evaluando dosis y fecha de aplicación. El Zamorano, Honduras, 1997.

TRATAMIENTO	DESCRIPCION
1	Aplicación 250 LE/ha en días 23 y 37
2	Aplicación 500 LE/ha en días 23 y 44
3	Aplicación de testigo en días 23, 37 y 44

Al igual que en el Experimento II, los monitoreos (Cuadro 7) se realizaron en forma destructiva. Las variables que se evaluaron fueron las mismas del Experimento II.

Cuadro 7. Cronograma de actividades del Experimento III. El Zamorano, Honduras, 1997.

FECHA	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA	ACTIVIDADES
7/08/97	0	Siembra
27/08/97	20	Infestación con 4 masas huevos/parcela
30/08/97	23	Testigo y aplicación de VPN a los tratamientos 1 y 2
1/09/97	25	Monitoreo de las parcelas
4/09/97	28	Infestación con 2 masas huevos/parcela
11/09/97	35	Infestación con 2 masas de huevos/parcela
13/09/97	37	Testigo y aplicación de VPN al tratamiento 1
15/09/97	39	Monitoreo de las parcelas
18/09/97	42	Infestación con 2 masas de huevos/parcela
20/09/97	44	Testigo y aplicación de VPN al tratamiento 2
22/09/97	46	Monitoreo de las parcelas
25/09/97	49	Infestación con 2 masas de huevos/parcela
24/11/97	109	cosecha

El peso del grano por mazorca por cada tratamiento se evaluó cosechando 40 mazorcas/parcela y estandarizando el peso en base a una humedad de 13.1%.

3.5 CUARTO EXPERIMENTO: FECHA DE APLICACION, FRECUENCIA Y DOSIS

Este experimento se sembró el 5 de junio de 1998 utilizando una parte de los campos de producción del Departamento de Agronomía de Zamorano.

Se utilizó un diseño completamente al azar con diez tratamientos y cuatro réplicas por cada tratamiento.

Las dosis del VPN evaluadas fueron 333, 500 y 1000 LE/ha. Para el tratamiento con dosis de 333 LE/ha se realizaron tres aplicaciones, para el que recibió 500 LE/ha se hicieron dos aplicaciones y el de 1000 LE/ha se hizo una sola aplicación (Cuadro 8). Con ello se buscaba que cada tratamiento reciba en total 1000 LE/ha durante el ciclo del cultivo.

Se incluyeron también dos tratamientos con clorpirifós. En el primero, clorpirifós cada siete días para tener plantas sin ningún daño y poder comparar su rendimiento con los otros tratamientos. En el segundo, clorpirifós aplicado a los días 22 y 32 después de la siembra. En el tratamiento testigo se aplicó únicamente agua más adherente.

Cuadro 8. Tratamientos estudiados en el cuarto experimento, evaluando fecha de aplicación, frecuencia y dosis. El Zamorano, Honduras, 1998.

TRATAMIENTO	DESCRIPCION
1	333 LE/ha en días 22, 32 y 42
2	500 LE/ha en días 22 y 32
3	500 LE/ha en días 22 y 42
4	500 LE/ha en días 32 y 42
5	1000 LE /ha en día 22
6	1000 LE/ha en día 32
7	1000 LE/ha en día 42
8	Testigo en días 22, 32 y 42
9	Clorpirifós en días 22 y 32
10	Clorpirifós cada siete días

Las infestaciones artificiales se realizaron liberando larvas en forma similar a los experimentos anteriores (Cuadro 9).

Se realizó un muestreo antes de las infestaciones artificiales para conocer el promedio de infestación natural del campo.

Las variables evaluadas fueron las mismas del Experimento III, diferenciando en las

plantas el siguiente rango de daño por cogollero:

- Cero: 0-10% de daño
- Uno: 11-25% de daño
- Dos: 25-50% de daño
- Tres: 50-75% de daño
- Cuatro: 75-100% de daño

Cuadro 9. Cronograma de actividades del cuarto experimento en que se estudió la fecha de aplicación, frecuencia y dosis. El Zamorano, Honduras, 1998.

FECHA	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA	ACTIVIDAD
5/6/98	0	Siembra
12/6/98	7	Aplicación de clorpirifós cada 7 días
19/6/98	14	Aplicación de clorpirifós cada 7 días
24/6/98	19	Muestreo de infestación natural
25/6/98	20	Infestación 4 masas huevos/parcela (excepto tratamiento 10)
26/6/98	21	Aplicación de clorpirifós cada 7 días
27/6/98	22	Testigo, aplicación de clorpirifós tratamiento 9 y aplicación VPN tratamientos 1, 2, 3, 5
29/6/98	24	Monitoreo de las parcelas (excepto clorpirifós cada 7 días)
3/7/98	28	Aplicación de clorpirifós cada 7 días y monitoreo
5/7/98	30	Infestación 4 masas huevos/parcela
7/7/98	32	Testigo, aplicación de clorpirifós tratamiento 9, aplicación de VPN tratamientos 1, 2, 4, 6
9/7/98	34	Monitoreo de las parcelas
10/7/98	35	Aplicación de clorpirifós cada 7 días
13/7/98	38	Monitoreo parcelas excepto tratamiento 10
15/7/98	40	Infestación 4 masas huevos/parcela
17/7/98	42	Testigo, clorpirifós cada 7 días y aplicación VPN tratamientos 1, 3, 4, 7
19/7/98	44	Monitoreo de las parcelas

Para realizar el análisis estadístico por monitoreo, se agruparon los tratamientos que presentaban características similares en cada fecha de evaluación (Cuadro 10).

Cuadro 10. Tratamientos a la fecha de la realización de cada monitoreo del Experimento IV. El Zamorano, Honduras, 1998.

TRAT	I MON (24 DDS)	II MON (28 DDS)	III MON (34 DDS)	IV MON (38 DDS)	V MON (44 DDS)
333 LE/ha días 22, 32 y 42					
500 LE/ha días 22 y 32					
500 LE/ha días 22 y 42					
1000 LE/ha día 22					
500 LE/ha días 32 y 42	No aplicación	No aplicación	500 LE/ha días 32 y 42	500 LE/ha días 32 y 42	500 LE/ha días 32 y 42
1000 LE/ha día 32	No aplicación	No aplicación	1000 LE/ha día 32	1000 LE/ha día 32	1000 LE/ha día 32
1000 LE/ha día 42	No aplicación	No aplicación	No aplicación	No aplicación	1000 le/ha día 42
Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua
Clorpirifós días 22 y 32					
Clorpirifós Cada siete días					

Los tratamientos con el mismo color fueron analizados como un solo tratamiento en los monitoreos indicados.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 PRIMER EXPERIMENTO

Durante todo el experimento existió una gran infestación natural de larvas del cogollero, debido a que las parcelas en las que se efectuó el estudio eran una de las primeros terrenos sembrados con maíz en la primera etapa lluviosa del año. No existió una gran presencia de tijeretas (*Doru taeniata* Dohrn), depredadores de larvas de *S. frugiperda*. Estos factores, unidos a las infestaciones artificiales realizadas, contribuyeron a la recolección de un buen número de larvas del cogollero en todos los monitoreos.

No existió una presencia significativa de otras plagas a lo largo de todo el ciclo del cultivo, aunque se encontró un pequeño número de áfidos y larvas de *Euxesta* spp. (Diptera: Otitidae).

4.1.1 Primer Monitoreo

El primer monitoreo se realizó el 16 de julio de 1997.

El número de larvas vivas encontradas por 20 plantas fue significativamente ($P < 0.05$) menor en el tratamiento con clorpirifós en relación únicamente al tratamiento con 250 LE/ha aplicados con agua (Cuadro 11). En el tratamiento con 250 LE/ha formulación líquida se encontraron 4.1 veces más larvas que en el tratamiento con clorpirifós. El insecticida químico tiene una acción rápida, en cambio, el virus tiene un efecto más lento sobre las larvas infectadas, pudiendo causar su muerte en un período entre 4 y 14 días, dependiendo de la dosis, temperatura, edad y nutrición de la larva hospedera (Longworth, 1980; Granados y Williams, 1986). Por tanto, el alto número de larvas vivas en las parcelas tratadas con virus puede ser engañoso ya que algunas de las larvas infectadas ya estaban contaminadas con virus y reducen su daño hasta en un 93% (Valicente y Cruz, 1991).

No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el número de larvas vivas cuando se las clasificó por estadio (Cuadro 11).

La formulación del VPN *S. frugiperda* no produjo diferencias significativas ($P > 0.05$) en ningún monitoreo y para ninguna variable analizada.

El análisis de la mortalidad causada por VPN *S. frugiperda* se efectuó para el total de larvas recolectadas y para las larvas recolectadas que estaban en el primer, segundo y tercer estadios, que son los más susceptibles al virus. Para el total de larvas recolectadas, el porcentaje de larvas muertas por virus con la dosis de 50 LE/ha aplicada en forma líquida fue la única que fue significativamente ($P < 0.05$) menor a las otras dosis y

formulaciones (Cuadro 12). Todos los tratamientos en que se empleó virus tuvieron un significativamente ($P < 0.05$) mayor porcentaje de larvas del cogollero muertas por virus que los testigos y el tratamiento con clorpirifós (Cuadro 12). El mayor porcentaje de larvas muertas por virus fue de 40.6% en el tratamiento en el que se aplicó 1000 LE/ha de virus formulación granular. El testigo líquido presentó 1.5% de mortalidad de larvas debida al VPN, la que pudo haberse originado por una contaminación de la dieta de las larvas al momento de realizar los chequeos diarios en el laboratorio.

Para el grupo de larvas comprendidas entre el primero y tercer estadios, las dosis de 50, 250 y 1000 LE/ha en formulación granular y las de 250 LE/ha y 1000 LE/ha en formulación líquida presentaron los mayores porcentajes de larvas muertas por el virus y no fueron significativamente diferentes ($P > 0.05$) entre sí (Cuadro 12). El incremento en la infección por VPN en las larvas entre primer y tercer estadios en relación al total de larvas concuerda con lo reportado por Hamm y Young (1971) quienes concluyeron que la aplicación temprana de VPN juega un papel importante en el control de *S. frugiperda* en maíz, cuando las larvas estén jóvenes.

Mortalidad por VPN en los tratamientos con 250 LE/ha no fue significativamente diferente ($P > 0.05$) a la dosis de 50 LE/ha formulación líquida. Mortalidad por VPN en la dosis de 50 LE/ha líquida no fue diferente a las mortalidades por virus en los testigos y el tratamiento con insecticida sintético, los cuales no tuvieron larvas muertas por VPN.

El tratamiento de 50 LE/ha líquida presentó 5.9 veces más parasitismo por avispas que el tratamiento con 1000 LE/ha formulación líquida. El tratamiento con clorpirifós no presentó mortalidad por avispas y no fue significativamente diferente ($P > 0.05$) al tratamiento de 1000 LE/ha líquido. La avispa parasitoide que se encontró en mayor cantidad en todos los monitoreos fue *Chelonus insularis* Cresson (Hymenoptera: Braconidae). Esto confirma lo reportado por Wheeler *et al.* (1989) quienes indicaron que *C. insularis* fue el parasitoide más abundante del cogollero en maíz en el departamento de Olancho en Honduras. La presencia en grandes cantidades de *C. insularis* como parasitoide de *S. frugiperda* en los campos de Zamorano fue también reportada por Cañas (1993).

El testigo granular presentó el mayor porcentaje de larvas parasitadas con moscas, sin ser significativamente diferente ($P > 0.05$) a los porcentajes de todos los tratamientos de virus en formulación líquida, ni a los tratamientos de 50 y 250 LE/ha formulación granular, ni al testigo líquido (Cuadro 12). Si fue significativamente diferente ($P < 0.05$) a los porcentajes de parasitismo por moscas en la formulación granular del virus en la dosis de 1000 LE/ha y en el tratamiento con clorpirifós. Las dosis de 250 LE/ha formulación líquida, 250 LE/ha formulación granular y 1000 LE/ha formulación granular y el testigo líquido no presentaron porcentajes de parasitismo por moscas significativamente diferentes ($P > 0.05$) a los de las dosis de 1000 LE/ha formulación granular y al tratamiento con clorpirifós (Cuadro 12). La mosca parasitoide encontrada en mayor cantidad en todos los monitoreos fue *Lespesia archippivora* (Riley) (Diptera: Tachinidae). Wheeler *et al.* (1989) y Cañas (1993) reportaron a *L. archippivora*

como uno de los principales enemigos naturales de las larvas de *S. frugiperda* en Honduras.

Los bajos porcentajes de larvas muertas por avispas y moscas en las parcelas con clorpirifós se debieron a que este insecticida organofosforado que actúa por contacto, ingestión e inhalación, tiene 48 horas de residualidad (Cañas 1993). Por lo cual, al momento de realizar este primer monitoreo seguía presente en el campo, pudiendo matar a larvas parasitadas y a los parasitoides adultos.

El parasitismo total (mortalidad causada por avispas más moscas) fue significativamente ($P < 0.05$) menor en el tratamiento con clorpirifós (2.5%) en relación a los demás tratamientos. El testigo granular presentó un significativamente ($P < 0.05$) mayor parasitismo (50.9%) que el tratamiento con 1000 LE/ha formulación líquida (25.4%) y el que recibió clorpirifós.

No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) en los porcentajes de mortalidad debidos a otros factores, los cuales fueron hongos, bacterias, nemátodos y factores desconocidos (Cuadro 12).

El porcentaje de larvas que empuparon fue significativamente ($P > 0.05$) mayor en el tratamiento con clorpirifós, en relación a los demás tratamientos (Cuadro 12). Se debe observar que los números de larvas vivas recolectadas en las parcelas con clorpirifós fueron bajos (1 a 10 por parcela), por lo cual un alto porcentaje de larvas que empuparon no es muy representativo. Sin embargo, larvas (especialmente las grandes) que escaparon al efecto del insecticida, pudieron escapar también del parasitismo debido a la eliminación de avispas y moscas ocasionada por la no selectividad de clorpirifós.

4.1.2 Segundo monitoreo

El segundo monitoreo se realizó el 23 de julio de 1997. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el número de larvas vivas por 20 plantas (Cuadro 13). El máximo número de larvas fue en el testigo líquido. El tratamiento con clorpirifós presentó un igual número de larvas vivas del cogollero debido a la baja residualidad de este insecticida químico, lo que permitió un rápido repoblamiento por la plaga.

El número de larvas en segundo estadio fue significativamente ($P < 0.05$) mayor en el tratamiento con la dosis de 1000 LE/ha formulación líquida únicamente en relación al número de larvas en segundo estadio en el tratamiento con dosis de 1000 LE/ha formulación granular (Cuadro 13). Sólo el tratamiento con clorpirifós presentó un significativamente ($P < 0.05$) menor número de larvas de tercer estadio que los tratamientos con virus en dosis de 50 y 250 LE/ha formulación líquida y los testigos (Cuadro 13). No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el número de larvas en primero, cuarto y quinto estadios (Cuadro 13).

Los porcentajes de mortalidad de larvas del cogollero por VPN, tanto para el total de larvas como para las larvas comprendidas entre primer y tercer estadio, no fueron significativamente diferentes ($P>0.05$) entre los tratamientos con virus, llegando a un máximo de 27.1% para el total de larvas y un 28.9% para las larvas entre primero y tercer estadio (Cuadro 14). Mortalidades por virus en todos los tratamientos que llevaron virus fueron significativamente ($P<0.05$) mayores a los tratamientos en los que no se aplicó virus, en los que el porcentaje de mortalidad por VPN fue nulo.

No se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) en los porcentajes de mortalidad causados por avispas y moscas entre ninguno de los tratamientos. Cañas (1993) también encontró que luego de una aplicación de clorpirifós, por su baja residualidad, no se creó un ambiente inhóspito para la repoblación de enemigos naturales de *S. frugiperda*. La no existencia de una diferencia significativa entre las parcelas que recibieron aplicación de clorpirifós y las que no la recibieron, en cuanto a parasitismo de avispas y moscas, puede encubrir la migración de los parasitoides de una parcela no aplicada con insecticida químico a otra aplicada (Cañas, 1993). Los tratamientos no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) en el parasitismo total, el cual varió de 11.7 a 19.8%.

Las larvas recolectadas en el tratamiento con clorpirifós presentaron un significativamente ($P<0.05$) mayor porcentaje de mortalidad debida a otros factores (Cuadro 14). El tratamiento con VPN a una dosis de 250 LE/ha formulación líquida presentó un significativamente ($P<0.05$) menor porcentaje de mortalidad de larvas debida a otros factores en relación al tratamiento sólo con azúcar. El alto porcentaje de mortalidad debida a otros factores en el tratamiento con clorpirifós se pudo deber al estrés al que fueron sometidas las larvas por intoxicación subletal con residuos de este insecticida. Espinoza (1994) reportó al protozoario *Nosema* como un microorganismo que se presenta con frecuencia como contaminante en crías de insectos. Larvas que son sometidas a estrés se vuelven más susceptibles al ataque de este patógeno y de bacterias, factor que puede afectar los resultados esperados (Espinoza, 1994).

No existieron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos en el porcentaje de larvas que empuparon (Cuadro 14). Sin embargo, la empupación en los testigos fue 35.5% mayor que en los demás tratamientos. La empupación en los tratamientos en que se utilizó virus fue 16.2% mayor en los de formulación líquida que en los granulares.

4.1.3 Tercer monitoreo

El tercer monitoreo se realizó el 30 de julio de 1997.

El tratamiento con clorpirifós tuvo un 91.4% mayor número de larvas vivas que el promedio de larvas vivas de todos los demás tratamientos, siendo significativamente diferente ($P < 0.05$) (Cuadro 15). Esta situación se pudo deber a la eliminación inicial de los enemigos naturales del cogollero y una tasa de repoblación por los enemigos naturales en una proporción menor a la que sucedió con las larvas del cogollero. No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el número de larvas encontradas en cada estadio (Cuadro 15).

El porcentaje de mortalidad de larvas por VPN, para el total de larvas y para las larvas comprendidas entre el primer y tercer estadios, fue significativamente mayor ($P < 0.05$) en la dosis de 1000 LE/ha formulación líquida en relación a los testigos, las dosis en formulación granular del virus y al tratamiento en que se utilizó clorpirifós (Cuadro 15). El máximo porcentaje de mortalidad por VPN fue de 30.7% para el total de larvas y de 34% para las larvas entre primer y tercer estadios. No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) en los porcentajes de larvas muertas por virus entre las dosis de VPN en formulación líquida. Las dosis de 50 LE/ha y 250 LE/ha en formulación líquida no presentaron porcentajes de mortalidad por VPN significativamente diferentes ($P > 0.05$) a los que se encontraron en las formulaciones granulares del virus, los dos testigos y el tratamiento con clorpirifós. La presencia significativa de larvas infectadas por virus aún 16 días después de la aplicación se pudo deber a la fuente de inóculo que proveen las larvas que han muerto por virus y contaminan las hojas de maíz y así transmiten la infección, manteniendo el virus activo en el campo.

No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en los porcentajes de mortalidad debidos a avispas, moscas y otros factores (Cuadro 16). El testigo líquido tuvo un significativamente ($P < 0.05$) mayor porcentaje de parasitismo total (11.1%) en relación a los tratamientos de virus en dosis de 1000 LE/ha formulación líquida y 250 LE/ha formulación granular que no presentaron ninguna larva parasitada. No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el parasitismo total entre los demás tratamientos. Mortalidad debida a otros factores varió en 12.6 a 45.5% en los tratamientos con virus, lo que confirma lo encontrado por Espinoza (1994) quien indicó que la acción más lenta de los virus dificulta la evaluación de estos productos, especialmente cuando algún agente externo afecta la variabilidad del vigor de las larvas.

Tampoco en el porcentaje de empupación se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 16).

4.1.4 Cuarto monitoreo

El cuarto monitoreo se realizó el 13 de agosto de 1997.

El número de larvas vivas no fue significativamente diferente ($P>0.05$) en ninguno de los tratamientos. Este monitoreo fue realizado 58 días después de la siembra, cuando el cultivo estaba en floración. Esta disminución en el número de larvas confirma lo reportado por Portillo *et al.* (1991), quienes indican que las poblaciones del cogollero empiezan a aumentar desde los 20 días hasta llegar a los 40 días después de la siembra, cuando comienzan a declinar debido a la proximidad a floración del cultivo. El número de larvas en cada estadio tampoco fue significativamente diferente ($P>0.05$) en ningún tratamiento (Cuadro 17).

Los porcentajes de larvas muertas por VPN para el total de larvas y para las larvas comprendidas entre el primer y tercer estadios no fueron significativamente diferentes ($P>0.05$) de cero en ninguno de los tratamientos (Cuadro 18). Esto se pudo deber a la disminución en el número de larvas lo que originó una menor fuente de inóculo y a la degradación del virus por los factores ambientales.

La mortalidad por avispas varió en un rango entre 14.6 y 30.9% aunque no hubo diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 18). El parasitismo por moscas no fue significativamente diferente ($P>0.05$) en ninguno de los tratamientos, siendo 0% el mínimo y 18.4% el máximo (Cuadro 18). El parasitismo total tampoco presentó diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos.

La incidencia de otros factores de mortalidad no fue significativamente diferente ($P>0.05$) en ninguno de los tratamientos (Cuadro 18). La falta de diferencias significativas en los factores de mortalidad se pudo deber a la disminución en el número de larvas del cogollero comparado a los pasados monitoreos. El reducido número de larvas también pudo reducir también las cantidades de enemigos naturales del cogollero por falta de su hospedero.

Tampoco hubieron diferencias significativas ($P>0.05$) en los porcentajes de empupación entre los tratamientos (Cuadro 18).

4.1.5 Evaluación del peso de grano por mazorca

No se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos en el peso del grano por mazorca (Cuadro 19). La falta de diferencias significativas en el peso del grano por mazorca se pudo deber a que no se evaluaron otros componentes del rendimiento

como número de plantas por unidad de área ni número de mazorcas por planta. No obstante, Hruska (1989) indica que hay etapas en que el maíz puede resistir o compensar el daño causado por el cogollero. Pueden existir también períodos de infestación del cogollero en maíz en que nunca se debe aplicar porque la planta puede aguantar un 100% de infestación sin reducir el rendimiento (Hruska, 1989). También la falta de evaluación de otros componentes del rendimiento influyó grandemente en que no se encontraran diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos.

Hay reportes con resultados contradictorios sobre los períodos críticos de infestación de *S. frugiperda* y su efecto sobre el rendimiento. Linduska y Harrison (1986) concluyeron que el maíz en la etapa de desarrollo tardío del cogollo es menos susceptible al daño de cogollero que en las plantas jóvenes. Hruska (1989) concluyó que cuando el maíz estuvo infestado por 25 o más días durante la época de plántula hasta espiga, por cada 10% de las plantas infestadas a los 23 días después de germinación hubo una reducción de 4.5% en el rendimiento. Indicó también que cuando el 100% de las plantas estuvo infestado el rendimiento bajó en un 45%.

En el presente estudio no se trabajó con niveles críticos para realizar las aplicaciones ya que se buscaba tener el mayor número posible de larvas para realizar mediciones valederas del porcentaje de infección por parte del VPN y los demás factores estudiados.

Cuadro 19. Evaluación del peso del grano por mazorca en el Experimento 1. Los datos son expresados en gramos de grano por mazorca. El Zamorano, Honduras, 1997.

TRATAMIENTOS	GRAMOS \pm EE
50 LE/ha líquido	119.17 \pm 0.86 a
250 LE/ha líquido	119.09 \pm 1.13 a
1000 LE/ha líquido	103.86 \pm 0.43 a
Testigo líquido	103.79 \pm 0.85 a
50 LE/ha azúcar	117.40 \pm 1.57 a
250 LE/ha azúcar	108.94 \pm 1.64 a
1000 LE/ha azúcar	103.79 \pm 1.34 a
Testigo azúcar	97.05 \pm 0.77 a
Clorpirifós	117.42 \pm 0.93 a

Medias en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0.05$, prueba SNK).

4.1.6 Conclusiones

1. Las formulaciones del VPN en agua o con azúcar no son diferentes entre sí para ninguno de los factores analizados.
2. Aunque no existieron diferencias significativas entre las dosis de 250 y 1000 LE/ha, existe una tendencia a que a mayor dosis de VPN la mortalidad por VPN también aumente.
3. La mortalidad por VPN tiende a disminuir en el tiempo debido a la degradación del virus por los factores ambientales.
4. Se tiene una mayor proporción de mortalidad por VPN en las larvas de estadios iniciales en relación al conjunto de larvas de todos los estadios.
5. La presencia de estadios susceptibles durante todos los monitoreos permite detectar la presencia del virus aún 30 días después de haber realizado la aplicación de los tratamientos.
6. Las dosis de VPN no influye en el parasitismo por avispas y moscas, aunque existe una tendencia a que conforme se aumente la dosis de VPN se reduzca el parasitismo por avispas.
7. La rápida acción de clorpirifós produjo un menor número inicial de larvas vivas, pero debido a la falta de selectividad de este insecticida hacia los enemigos naturales del cogollero hubo un alto repoblamiento de esta plaga.

4.1.7 Recomendaciones

1. Continuar utilizando la formulación líquida del VPN debido a su mayor facilidad de aplicación.
2. Probar otras dosis de VPN comprendidas en el rango entre 250 y 1000 LE/ha para analizar si existe una relación directa entre la mortalidad y la dosis.
3. Realizar las aplicaciones de VPN cuando las larvas se encuentren entre primero y tercer estadios
4. Hacer estudios estudiando la relación entre VPN y avispas parasitoides

4.2 SEGUNDO EXPERIMENTO

No existió una gran presencia de larvas del cogollero durante todo el experimento. Esto se pudo deber a que el cogollero tiene generalmente una menor incidencia en la etapa de postrera². También el número de tijeretas fue alto, un factor que probablemente contribuyó al reducido número de larvas encontrado.

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el número de larvas vivas por 20 plantas (Cuadro 20). Sin embargo, los tratamientos con virus y el testigo presentaron en promedio 8.2 veces más larvas que el tratamiento con clorpirifós.

² Trabanino, R. 1998. Jefe del Control de Plagas en Cultivos Extensivos, Departamento de Protección Vegetal. Zamorano, Honduras. (Comunicación personal)

Tampoco hubo diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos cuando las larvas fueron clasificadas por estadio (Cuadro 20). Al igual que en el experimento realizado en primera, la mayoría de las larvas colectadas estaba entre primer y tercer estadios.

No se presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos en el número de plantas que presentaban larvas (Cuadro 21). Tampoco se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos en el número de plantas que presentaban daño foliar producido por el cogollero ni en el número de plantas que no presentaba daño (Cuadro 21). La pequeña cantidad de larvas (0.8 a 7.0 por 20 plantas) en todos los tratamientos produjo que existan un mayor número de plantas sin daño en relación a las que presentaban algún tipo de daño por el cogollero. Sin ser significativo ($P>0.05$), el tratamiento con clorpirifós presentó un mayor número de plantas sin daño que los demás tratamientos.

Para el total de larvas, los tratamientos en los que se aplicó VPN en dosis de 250 y 500 LE/ha, fueron los que presentaron significativamente ($P<0.05$) los mayores porcentajes de mortalidad por virus (Cuadro 22). El tratamiento que no recibió aplicación de nada, el testigo y el tratamiento con clorpirifós no presentaron mortalidad por virus. Para las larvas comprendidas entre el primer y tercer estadios, también los tratamientos con virus fueron significativamente diferentes ($P<0.05$) a los demás tratamientos en el porcentaje de infección por VPN (Cuadro 22).

No existieron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos en el porcentaje de parasitismo por avispas (Cuadro 22). No obstante, el tratamiento con clorpirifós no presentó parasitismo por avispas. Nuevamente la avispa encontrada en mayor cantidad fue *C. insularis*. No se presentó parasitismo por moscas para ninguno de los tratamientos (Cuadro 22), a diferencia del primer experimento en el cual hubo una gran cantidad de parasitismo por moscas. Esto se pudo deber a que en este segundo experimento no se emplearon formulaciones con azúcar, lo que no atrajo a las moscas. No se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos en la mortalidad causada por otros factores de mortalidad (Cuadro 22).

El tratamiento con clorpirifós presentó 3.3 veces más empupación que los tratamientos en que se aplicó VPN siendo esta diferencia significativa ($P<0.05$) (Cuadro 22). No existieron diferencias significativas ($P>0.05$) en el porcentaje de larvas que empuparon entre el tratamiento con clorpirifós, el testigo y el tratamiento en el que no se aplicó nada (Cuadro 22).

En el segundo monitoreo el número de larvas fue extremadamente reducido (entre 0 y 3 larvas por tratamiento en 20 plantas), por lo cual sólo se realizó las pruebas ANDEVA y diferencias de medias entre los tratamientos para el número de larvas, su clasificación por estadio y el número de plantas con larvas, con daño y sin daño. No existieron diferencias significativas ($P>0.05$) para el número de larvas totales en cada tratamiento, ni tampoco se encontraron diferencias cuando se las clasificó por estadio (Cuadro 23).

La mayoría de las plantas del experimento no presentó daño, sin existir diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 24). El número de plantas dañadas y con larvas fue bajo y no presentó diferencias significativas ($P>0.05$) debido a la poca incidencia del cogollero durante la realización del experimento.

Los tratamientos en que se aplicó VPN una vez en dosis de 500 LE/ha, a los 32 o a los 45 días, presentaron altos porcentajes de larvas muertas por virus (Cuadro 25), en relación a los tratamientos en que se aplicó VPN dos veces, el testigo y el tratamiento con clorpirifós que no presentaron mortalidad por virus. Todas las larvas de los tratamientos con dos aplicaciones de VPN, el testigo y el que recibió clorpirifós, empuparon (Cuadro 25). Los tratamientos que recibieron una sola aplicación de virus tuvieron en promedio tres veces menos empupación que los demás tratamientos.

No se presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) en el peso de grano por mazorca, lo que se pudo deber a la poca infestación del cogollero durante todo el ciclo del cultivo (Cuadro 26).

Cuadro 26. Evaluación del peso de grano por mazorca del Experimento II. Los datos son expresados en gramos de grano por mazorca. El Zamorano, Honduras, 1997.

TRATAMIENTOS	GRAMOS \pm EE
500 LE/ha en día 32	88.07 \pm 0.3 a
500 LE/ha en día 45	92.72 \pm 0.3 a
500 LE/ha en días 32 y 45	89.43 \pm 0.2 a
250 LE/ha en días 32 y 45	85.57 \pm 0.4 a
Testigo en días 32 y 45	88.98 \pm 0.4 a
Clorpirifós en día 32	89.43 \pm 0.3 a

Medias en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0.05$, prueba SNK).

4.2.1 Conclusiones

1. A niveles bajos del cogollero durante la época de postrera, no se encontraron diferencias significativas en las dosis de VPN en la mortalidad causada por el virus.
2. La proporción de mortalidad por virus en las larvas entre primero y tercer estadíos es superior a la mortalidad por virus en estadíos finales.
3. La no aplicación de azúcar reduce la incidencia de parasitismo por moscas.

4.2.2 Recomendaciones

1. Probar dosis altas del VPN que estén en el rango entre 250 y 1000 LE/ha, a mayores densidades de la plaga, para analizar la relación entre dosis y mortalidad por virus ya que si se encuentra una respuesta a dosis altas paulatinamente se pueden probar dosis menores.
2. Realizar muestreos cada cuatro días en las etapas iniciales del cultivo, para determinar la presencia del cogollero cuando la población se encuentre en estadíos uno a tres y así tener la mayoría de las larvas susceptibles al virus.
3. Realizar ensayos probando diferentes volúmenes de agua para aplicar el VPN en el campo

4.3 TERCER EXPERIMENTO

En el primer monitoreo no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos en el número de larvas vivas por 20 plantas (Cuadro 27). Esto se debió a la poca incidencia que hubo del cogollero en Zamorano en la etapa de postrera. De igual manera al clasificar a las larvas por estadio tampoco se presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos. Todas las larvas encontradas estaban entre primer y tercer estadíos, factor que también se presentó en los dos experimentos anteriores.

Al clasificar a las plantas según si presentaban larvas del cogollero o si existía o no en ellas daño por este insecto, no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 28). Sin embargo, el tratamiento con VPN aplicado en dosis de 500 LE/ha presentó 2.5 veces más plantas sin daño que el tratamiento con VPN en dosis de 250 LE/ha y 1.4 veces más plantas sin daño que el testigo.

Las tasas de infección por virus en los tratamientos en que se aplicó VPN fueron significativamente diferentes ($P<0.05$) del testigo (Cuadro 29). No existieron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos que emplearon virus. Sin embargo, el tratamiento con VPN en dosis de 500 LE/ha tuvo 46% más mortalidad que el tratamiento con dosis de 250 LE/ha.

No existieron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos en la mortalidad causada por avispas (Cuadro 29). Al igual que en el primer y segundo experimentos, la avispa parasitoide más encontrada fue *C. insularis*. No se presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos en el parasitismo por moscas (Cuadro 29). Sin embargo, el testigo fue el único que presentó mortalidad por moscas, lo que se pudo deber a que no hubo mortalidad por virus en este tratamiento, generando con ello un mayor número de larvas vivas susceptibles de ser parasitadas por moscas. Tampoco se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos en el parasitismo total. No obstante, el testigo presentó el mayor parasitismo total, siendo dos veces

superior al parasitismo en el tratamiento con VPN en dosis de 250LE/ha y 1.8 veces superior al tratamiento con VPN en dosis de 500 LE/ha.

La mortalidad debida a otros factores no fue significativamente diferente ($P>0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 29). Pese a no ser significativa, la mortalidad debida a otros factores en el testigo fue cuatro veces menor que el promedio obtenido de los tratamientos en los que se aplicó virus.

El testigo presentó el mayor porcentaje de empupación, aunque no fue significativamente diferente ($P>0.05$) de los tratamientos que emplearon VPN (Cuadro 29). La mayor cantidad de larvas que empuparon en el testigo se debió a que no existió un factor de mortalidad preponderante en este tratamiento, ya que en los otros dos tratamientos el VPN causó hasta un 34.2 y 50.1% de mortalidad. El tratamiento de 500 LE/ha fue el que presentó el porcentaje de empupación más bajo (Cuadro 29).

Se realizaron dos monitoreos más en este tercer experimento (Cuadros 30-35), pero debido a la gran cantidad de parcelas que no presentaron ninguna larva del cogollero, no se realizó ANDEVA y diferencia de medias para los factores de mortalidad, analizándose únicamente el número de larvas por tratamiento y la presencia de larvas o daño en las plantas.

En el segundo monitoreo no existieron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos en el número de larvas (Cuadro 30). La mayoría de las plantas no presentó daño por cogollero, sin ser significativamente diferente ($P>0.05$) entre los tratamientos. Tampoco el número de plantas con larvas y con daño (Cuadro 31) no fue significativamente diferente ($P>0.05$).

En la mortalidad por VPN en el tratamiento con VPN en dosis de 500 LE/ha fue 75.4% mayor que el tratamiento con virus en dosis de 250 LE/ha (Cuadro 32). Sólo el tratamiento con 500 LE/ha presentó mortalidad por avispa, pero no tuvo mortalidad por moscas y otros factores. El tratamiento con 250 LE/ha fue el único que presentó mortalidad por moscas y por otros factores (Cuadro 32). El tratamiento con VPN en dosis de 500 LE/ha presentó 65% menos empupación que el tratamiento con VPN en dosis de 250 LE/ha y 81% menos mortalidad que el testigo.

En el tercer monitoreo no existieron diferencias significativas ($P>0.05$) en el número de larvas totales ni al clasificarlas por estadio (Cuadro 33). La mayoría de las plantas (17.3 plantas en promedio) en todos los tratamientos no presentó daño por cogollero y no fue significativamente diferente entre los tratamientos (Cuadro 34). Debido al bajo número de larvas no existió diferencias significativas entre los tratamientos en el número de plantas con daño y con larvas (Cuadro 34).

Sólo el tratamiento con VPN en dosis de 250 LE/ha presentó mortalidad por virus. El testigo presentó únicamente mortalidad por avispa y el tratamiento con 500 LE/ha presentó sólo mortalidad por moscas (Cuadro 35). No existió mortalidad por otros factores ni larvas que empuparon.

No se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos en el peso de grano (Cuadro 36). El alto rendimiento obtenido por planta se pudo deber a la baja incidencia del cogollero, a la no presencia de otras plagas y a las buenas condiciones que se presentaron durante el ciclo del cultivo.

Cuadro 36. Evaluación del peso del grano por mazorca del Experimento III. Los datos son expresados en gramos de grano por mazorca. El Zamorano, Honduras, 1997.

TRATAMIENTOS	GRAMOS \pm EE
250 LE/ha en días 23 y 37	96.59 \pm 1.0 a
500 LE/ha en días 23 y 44	97.72 \pm 0.4 a
Testigo en días 23, 37 y 44	106.82 \pm 0.2 a

Medias en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0.05$, prueba SNK).

4.3.1 Conclusiones

1. Hay una tendencia a incrementar la mortalidad por VPN conforme aumenta la dosis del virus.
2. La dosis de 500 LE/ha presentó 2.5 veces más plantas sin daño que la dosis de 250 LE/ha, lo que indica que puede dar una mayor protección al cultivo al reducir la actividad de las larvas.
3. Existe un gran número de tijeretas durante la época de postrera, lo que unido a la baja presencia del cogollero impide obtener datos en los monitoreos finales y concluir sobre frecuencia y época de aplicación.
4. La falta de diferencias significativas en el peso del grano por mazorca se pudo deber a la baja incidencia del cogollero.

4.3.2 Recomendaciones

1. Analizar el efecto del aumento de la dosis de VPN en el aumento en el porcentaje de mortalidad por virus y en el daño a las plantas.
2. Estudiar mediante bioensayos la cantidad de daño que puede hacer una larva infectada por VPN antes de su muerte.

4.4 CUARTO EXPERIMENTO

Existió la presencia de una buena cantidad de larvas del cogollero, aunque en menor medida que el experimento en primera de 1997. No existió una presencia significativa de otras plagas en todo el ciclo del cultivo. Tampoco se encontró un alto número de tijeretas ni otros depredadores del cogollero.

En el muestreo de infestación natural realizado un día antes de la primera aplicación de los tratamientos, se encontró que el campo presentaba un 17% de plantas con cogollos dañados.

Debido a que en los monitoreos no todos los tratamientos habían recibido la aplicación programada de VPN o clorpirifós, se unió algunos tratamientos para realizar el análisis por monitoreo.

4.4.1 Primer Monitoreo

El primer monitoreo se realizó el 29 de junio de 1998.

El número de larvas vivas encontradas por 20 plantas fue 6.9 veces mayor ($P < 0.05$) en los tratamientos en que no se aplicó clorpirifós (Cuadro 37). El testigo y el tratamiento en que no se aplicó nada no fueron significativamente diferentes ($P > 0.05$) en el número de larvas vivas a los tratamientos en que se aplicó VPN debido a que el monitoreo se realizó dos días después de la aplicación y las larvas infectadas por virus mueren en promedio seis días después de ingerir el VPN.

No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el número de larvas en primer estadio (Cuadro 37). Los tratamientos con clorpirifós presentaron la menor cantidad de larvas en segundo estadio en relación a los demás tratamientos, pero sin ser significativamente diferentes ($P > 0.05$) al número de larvas en segundo estadio en los tratamientos con virus en dosis de 333 y 500 LE/ha (Cuadro 37). No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el número de larvas en cada uno de estos estadios.

La mayoría de las plantas no presentaban daño severo por el cogollero. El tratamiento con clorpirifós cada siete días presentó la mayor cantidad de plantas sin daño, siendo sólo significativamente diferente ($P > 0.05$) al tratamiento con virus en dosis de 500 LE/ha (Cuadro 38). No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el número de plantas con daño 1, 2 o 3 (Cuadro 38).

Para el total de larvas y para las larvas entre primer y tercer estadios, los tratamientos con VPN en dosis de 500 y 1000 LE/ha fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$) a los demás tratamientos en la mortalidad causada por el virus (Cuadro 39). El tratamiento con

VPN en dosis de 333 LE/ha presentó 47% menos mortalidad por VPN que los tratamientos con virus en las dosis superiores. Los tratamientos en que no se aplicó virus no presentaron mortalidad causada por VPN.

El tratamiento con clorpirifós cada siete días presentó el mayor porcentaje ($P < 0.05$) de larvas parasitadas por avispas en relación a los demás tratamientos (Cuadro 39) debido a que fue uno de los que menos larvas presentó (2.8 larvas/20 plantas) y por tanto un alto porcentaje de mortalidad por cada factor no es valedero.

El tratamiento con VPN en dosis de 1000 LE/ha presentó la menor cantidad de parasitismo por avispas, siendo significativamente diferente ($P < 0.05$) a los tratamientos en que sólo se aplicó agua o no se aplicó nada (Cuadro 39). Este resultado puede indicar que el VPN en dosis altas afecta el parasitismo por avispas. No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la mortalidad causada por otros factores (Cuadro 39).

El tratamiento con clorpirifós presentó el mayor porcentaje ($P > 0.05$) de larvas que empuparon. El tratamiento con clorpirifós cada siete días no presentó diferencias significativas ($P > 0.05$) en la proporción de larvas que empuparon con relación a los tratamientos en los que se aplicó VPN (Cuadro 39). Los tratamientos en que sólo se aplicó agua y al que no se aplicó nada presentaron 76% menos proporción de larvas que empuparon que el tratamiento con clorpirifós (Cuadro 39), diferencia que fue significativa ($P < 0.05$).

4.4.2 Segundo monitoreo

El segundo monitoreo se realizó el 3 de julio de 1998.

Se mantuvieron para el análisis estadístico los tratamientos del primer monitoreo, ya que este segundo monitoreo fue realizado antes de las aplicaciones al día 32 después de la siembra.

El testigo presentó el mayor número de larvas por cada 20 plantas, siendo 3.1 veces mayor ($P < 0.05$) al tratamiento con VPN en dosis de 500 LE/ha y al de clorpirifós cada siete días (Cuadro 40). No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el número de larvas entre el testigo, el tratamiento en que no se aplicó nada, los tratamientos con virus en dosis de 333 y 1000 LE/ha y el tratamiento con clorpirifós (Cuadro 40). En el tratamiento con clorpirifós se produjo una reinfestación del cogollero debido posiblemente a la eliminación de los enemigos naturales de la plaga.

No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el número de larvas encontradas en primer estadio (Cuadro 40). El tratamiento que no recibió aplicación tuvo en promedio 7.9 veces más larvas de segundo estadio que el tratamiento con 1000 LE/ha de VPN y el tratamiento con clorpirifós (Cuadro 40). No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el número de larvas en segundo estadio entre los demás tratamientos. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre los

tratamientos en el número de larvas en tercer estadio (Cuadro 40). El testigo presentó el mayor ($P < 0.05$) número de larvas en cuarto estadio.

El testigo presentó el menor número de plantas sin daño, sin ser significativamente diferente ($P > 0.05$) al tratamiento en que no se aplicó nada ni al tratamiento con virus en dosis de 500 LE/ha (Cuadro 41). De igual forma el testigo, el tratamiento en que no se aplicó nada y el tratamiento con 500LE/ha presentaron el mayor ($P < 0.05$) número de plantas con daño 1. No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el número de plantas con daños 2 y 3.

Para el total de larvas y para las larvas entre primer y tercer estadios, los tratamientos con VPN en dosis de 333 y 500 LE/ha fueron significativamente diferentes ($P > 0.05$) a los demás tratamientos en la mortalidad causada por VPN (Cuadro 42). No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre el tratamiento con VPN en dosis de 1000 LE/ha y los tratamientos en que no se aplicó virus, que no presentaron mortalidad por VPN.

El tratamiento con VPN en dosis de 333 LE/ha presentó 3.1 veces más parasitismo por avispas que el tratamiento con clorpirifós cada siete días, única diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos en el parasitismo por avispas (Cuadro 42). No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en la mortalidad causada por otros factores (Cuadro 42). El tratamiento con clorpirifós presentó un significativamente ($P < 0.05$) mayor porcentaje de empupación, siendo 2.1 veces mayor que el promedio de los demás tratamientos (Cuadro 42).

4.4.3 Tercer monitoreo

El tercer monitoreo se realizó el 9 de julio de 1998. Hasta esa fecha únicamente faltaba por realizar la aplicación de los tratamientos en el día 42 después de la siembra, por lo que también los tratamientos originales se modificaron para realizar el análisis estadístico por monitoreo.

El tratamiento testigo presentó un significativamente ($P < 0.05$) mayor número de larvas que el tratamiento con clorpirifós (Cuadro 43). No se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el número de larvas entre los demás tratamientos. Cuando se clasificaron a las larvas por estadio, únicamente hubieron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el número de larvas que estaban en cuarto estadio debido a que el testigo fue el único que presentó larvas en cuarto estadio (Cuadro 43).

No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el número de plantas que presentaron algún grado de daño por cogollero. Se debe notar que la mayoría de las plantas no presentaron daño y hubo poca plantas con daño 1 y 2 (Cuadro 44). No se encontraron plantas con daño 3.

Para el total de larvas y para las larvas entre primer y tercer estadios, los tratamientos con VPN que recibieron una aplicación en el día 32 fueron significativamente diferentes

($P < 0.05$) a los tratamientos en que se aplicó una sola vez VPN en el día 22 en la mortalidad causada por VPN (Cuadro 45).

Los tratamientos con VPN en una sola aplicación en el día 22 no fueron significativamente diferentes ($P > 0.05$) de los tratamientos en que no se aplicó VPN, que no presentaron mortalidad por virus.

No se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el parasitismo por avispas (Cuadro 45). El tratamiento con clorpirifós cada siete días presentó un significativamente ($P > 0.05$) mayor porcentaje de mortalidad causada por otros factores con respecto a los demás tratamientos (Cuadro 45), lo que se pudo deber al estrés que sufren las larvas por residuos del insecticida, factor que las hace más susceptible al ataque de microorganismos. No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el porcentaje de larvas que empuparon (Cuadro 45).

4.4.4 Cuarto monitoreo

El cuarto monitoreo se realizó el 13 de julio de 1998.

El testigo presentó un significativamente ($P > 0.05$) mayor número de larvas que los demás tratamientos (Cuadro 46), incluso el tratamiento que no recibió aplicación de nada. La baja cantidad de larvas encontrada se pudo deber a un factor externo como la gran cantidad de lluvia que ha caído que pudo reducir el número de larvas en todos los tratamientos.

Al clasificar a las larvas por estadio, únicamente se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos en el número de larvas en segundo estadio (Cuadro 46). El testigo presentó un significativamente mayor ($P > 0.05$) número de larvas en segundo estadio que los tratamientos que utilizaron clorpirifós y los tratamientos con virus en dosis de 500 LE/ha en los días 22 y 32 y el de 1000 LE/ha en el día 32.

El testigo presentó el menor número de plantas sin daño y el mayor número de plantas con daño 1, lo cual fue significativamente diferente a los demás tratamientos ($P < 0.05$) (Cuadro 47). No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el número de plantas con daños 2 y 3.

Para la totalidad de larvas y para las larvas entre primer y tercer estadios, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en la mortalidad por virus (Cuadro 48). El tratamiento con no aplicación presentó un 5% de mortalidad por virus debido a contaminación de la dieta al momento de revisar las larvas. Los bajos porcentajes de mortalidad por virus en los tratamientos en que se aplicó VPN se debieron a la degradación del virus por factores como la luz ultravioleta.

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en el porcentaje de parasitismo por avispas (Cuadro 48). En cuanto a la mortalidad causada

por otros factores, el tratamiento con clorpirifós cada siete días fue significativamente ($P < 0.05$) mayor a los demás tratamientos pero el porcentaje que puede no ser valedero debido a que se encontró en promedio 0.5 larvas vivas en el tratamiento con insecticida.

El tratamiento con 500 LE/ha en el día 32 presentó un significativamente mayor porcentaje de larvas que empuparon en relación únicamente al tratamiento con clorpirifós cada siete días (Cuadro 48).

4.4.5 Quinto monitoreo

El quinto monitoreo se realizó el 19 de julio de 1998.

El testigo presentó un significativamente ($P < 0.05$) mayor número de larvas vivas que los demás tratamientos (Cuadro 49). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en el número de larvas de primer estadio (Cuadro 49). Solamente el testigo presentó un mayor número de larvas en tercero y cuarto estadios en relación a los demás tratamientos.

El tratamiento con 1000 LE/ha en el día 42 después de la siembra presentó un significativamente ($P < 0.05$) menor número de plantas sin daño en relación a los tratamientos que recibieron virus o clorpirifós (Cuadro 50). Esto se debió a que la aplicación en el día 42 es ya muy tardía con respecto a la presencia de larvas del cogollero que va disminuyendo conforme avanza el ciclo del cultivo. El testigo presentó el menor número de plantas sin daño siendo significativamente ($P < 0.05$) diferente a los demás tratamientos.

El tratamiento con 1000 LE/ha en el día 42 presentó un significativamente mayor ($P < 0.05$) número de plantas con daño 1 en relación a los tratamientos en que se aplicó virus con dosis de 333 LE/ha en los días 22, 32 y 42, 500 LE/ha en los días 22 y 32 y que los tratamientos con clorpirifós (Cuadro 50). El testigo presentó un significativamente ($P < 0.05$) mayor número de plantas con daño 2 y 3 en relación a los demás tratamientos (Cuadro 50).

4.4.6 Conclusiones

1. La aplicación del virus en dosis de 500 LE/ha y 1000 LE/ha a los 22 días después de la siembra reduce las poblaciones del cogollero.
2. La reducción natural de la población del cogollero a los 34 días después de la siembra del cultivo enmascara el efecto de una segunda aplicación del virus en la densidad de la plaga y no permite concluir sobre la mejor época de aplicación.

4.4.7 Recomendaciones

1. Utilizar la dosis de 500 LE/ha en la primera aplicación del VPN contra cogollero y en la segunda disminuir la dosis a 333 LE/ha.
2. Aplicar el VPN en intervalos menores a seis días para mantener en el campo una mortalidad del 40 a 60% de la población del cogollero.

5. ANALISIS ECONOMICO DE LA PRODUCCION DEL VPN *S. frugiperda*

5.1 INTRODUCCION

El CCBCA produce el VPN *Spodoptera frugiperda* con la metodología *in vivo*. Es necesario determinar el costo de producción del VPN para tener un precio que cubra todos los rubros que se ocupan en el proceso. También la determinación de los costos permite detectar los puntos ineficientes y por tanto implementar mejoras.

5.2 MATERIALES Y METODOS

Se realizó un análisis de costos de la metodología de producción *in vivo* del VPN *S. frugiperda* utilizada en el CCBCA. El CCBCA funciona como una sección del Departamento de Protección Vegetal (DPV) de Zamorano. El CCBCA administra sus costos e ingresos en base a cuentas por proyecto, pero no existe un presupuesto total de la sección². La producción del VPN consta como una cuenta aparte en la administración del DPV. De esta cuenta se obtuvo la información relacionada a la mayoría de los costos indirectos. Los costos directos se encontraron directamente en los precios de los insumos hasta abril de 1998, suministrados por la administración del DPV. Los insumos que son comprados en el exterior debido a que su precio constaba en dólares, se realizó su transformación a lempiras a una tasa de 13.2 lempiras por dólar y se les agregó un 30% por concepto de flete y seguro.

En el CCBCA trabajan seis personas en forma permanente. Dos de ellas se dedican exclusivamente al mantenimiento de la colonia de insectos y la producción de *Telenomus remus*, avispa parasitoide de los huevos del cogollero. Dos trabajan en la producción del VPN y los dos trabajadores restantes se dedican a actividades diversas tanto en el laboratorio como en el campo. El costo de la hora hombre fue calculada en base a un promedio del salario por hora de las personas que se dedican a cada actividad. Existe además un supervisor de todas las actividades quien se desempeña como jefe de actividades de producción del CCBCA. Se estimó que el 25% de su tiempo lo dedica exclusivamente a la producción del VPN.

El valor de la depreciación de las instalaciones del CCBCA se calculó tomando en cuenta la depreciación anual de todos los edificios del DPV³, dividiéndola entre seis en base al tamaño del CCBCA en relación al total del DPV.

El estudio económico se dividió en dos partes en base al flujo productivo (Anexo 1). En la primera se determinaron los costos de producción por masa de huevos del cogollero y en la segunda, utilizando los datos obtenidos, se determinó el costo de producción del VPN.

³ Torres, M. 1998. Administración Departamento de Protección Vegetal. Zamorano, Honduras. (Comunicación personal).

⁴ Alvarez, A. 1998. Contabilidad. Zamorano, Honduras. (Comunicación Personal)

5.2.1 Costos de producción de masas de huevos del cogollero

El CCBCA mantiene una colonia de *S. frugiperda* que se ha desarrollado en laboratorio y a la que ocasionalmente se le agregan individuos recolectados en el campo. Los adultos del cogollero se colocan en jaulas de 31 cm de alto por 17 cm de diámetro con malla de 16 cuadrillos por pulgada cuadrada. Se tiene un promedio de 30 jaulas para generar la producción de masas de huevos necesaria para mantener la cría, la producción del virus y la producción de *T. remus* (Anexo 1).

El análisis del proceso de producción de cría fue hecho por tiempo (costos por semana) ya que continuamente se están colocando pupas en las jaulas. No se espera a que todos los adultos del ciclo anterior de producción mueran, así se mantiene a lo largo del año el mismo número de jaulas y la misma producción de masas de huevos ya que existen en cada jaula grupos de adultos de diferentes edades lo que evita que existan picos o valles de producción.

Todos los días se colocan cuatro tiras de papel encerado en las jaulas para que los adultos ovopositen en ellos. También diariamente se realiza la cosecha de masas de huevos retirando los papeles colocados el día anterior. Tres veces a la semana se efectúa un mantenimiento de las jaulas, que consiste en limpiar las escamas de las alas de los adultos y colocar miel y agua en algodón en vasitos dentro de las jaulas.

La mayoría de las masas de huevos se destinan a la parasitación por *T. remus*. Para mantener la cría se necesitan dos veces por semana 30 masas con un promedio de 250 huevos cada masa. Las masas se ponen individualmente en vasitos plásticos con dieta que se ubican en cajillas de 30 vasitos cada una. Para la producción de VPN cada día se entrega una cajilla.

En el CCBCA se preparan dos tipos de dietas para criar las larvas del cogollero. La primera es una dieta de crecimiento o completa, que contiene agua, agar, ingredientes proteínicos y preservantes (Anexo 2). La segunda es una dieta de inoculación o incompleta que no contiene vitaminas ni todos los preservantes (Anexo 3). Cada dieta que se elabora alcanza para llenar 36 cajillas.

La dieta de crecimiento es usada para la colocación de huevos y la cría de larvas para que se desarrollen vigorosas y más rápidamente. Se realizan tres dietas completas por semana para mantener la producción de masas.

Cuando los huevos eclosionan, aproximadamente a los cinco días, las larvas que emergen son pasadas a dos larvas por cada vasito con dieta completa. Esta operación de traslado se hace en una cámara de aislamiento, obteniéndose generalmente 36 cajillas. El traspaso a dos larvas por vasito se realiza tres veces en la semana.

Posteriormente se colocan las cajillas obtenidas en un cuarto que contiene un extractor de humedad para minimizar el crecimiento de hongos y bacterias. Permanecen en ese cuarto por 10 días aproximadamente, hasta que las larvas pasan al estado pupal, momento en que se realiza la cosecha de pupas. Las pupas cosechadas son colocadas de nuevo en las

jaulas para que los adultos emerjan y reinicien el ciclo de oviposición. La recolección de pupas se efectúa tres veces en la semana.

Los trabajadores de cría se encargan también del lavado de los vasitos y cajillas para poder reutilizarlos varias veces en el proceso productivo. Los vasitos sucios se acumulan y se lavan una vez en la semana.

Para determinar la producción semanal de masas de huevos se calculó que en cada papel encerado colocado en las jaulas de oviposición, se encuentran cada día aproximadamente ocho masas de huevos. Cada jaula tiene cuatro tiras de papel encerado y al ser 30 jaulas, en los siete días de la semana se cosechan aproximadamente 6720 masas de huevos.

5.2.2 Costos de producción del VPN

El análisis de los costos de producción del VPN fue hecho por proceso porque cada proceso productivo se desarrolla independientemente de otro y no todo el año se mantiene el nivel productivo ya que varía de acuerdo a necesidades y pedidos.

En el cuarto de producción del VPN se reciben 30 masas de huevos colocadas individualmente en vasitos con dieta completa. Cuando las larvas emergen, se traspasan a vasitos también con dieta completa en número de siete larvas por vasito. Se obtienen en promedio 15 cajillas al separar las larvas.

Se realiza una cosecha de las larvas más grandes cuando las larvas llegan a tercer estadio, aproximadamente tres días después de haber sido pasadas a siete larvas/vasito. Estas larvas se trasladan en forma individual a vasitos con dieta incompleta y se procede a inocular el virus colocando en cada vasito 30.7 microlitros de solución del VPN de baja concentración aproximadamente 2.1×10^9 PIBs.

Las cajillas con larvas inoculadas se colocan en un cuarto en el que permanecerán de cinco a siete días hasta que mueran. A partir de los cuatro días después de la inoculación se realizan diariamente dos chequeos de las larvas para cosechar las larvas que han muerto por VPN e impedir que se contaminen por bacterias.

Las larvas cosechadas se colocan en vasitos plásticos cerrados que son puestos en el refrigerador o se licúan directamente con agua destilada. La solución se cierne en una malla fina y luego se efectúan diluciones hasta obtener una concentración de 6×10^9 PIBs por ml o una LE por ml. La concentración se evalúa realizando un conteo de PIBs a través del microscopio utilizando un hemacitómetro. La solución estandarizada se empaca en bolsas plásticas, agregándose un microlitro de anticoagulante por cada mililitro de solución.

Los vasitos usados de cada proceso se lavan al cosechar las larvas para poder reutilizarlos en procesos posteriores.

Para obtener el rendimiento del proceso en cantidad de ml de virus, se estimó durante el año 1997 el rendimiento promedio de larvas grandes que mueren por virus en relación al total de larvas inoculadas (Anexo 4), datos que se obtuvo de registros que se llevan en el CCBCA. También se realizaron conteos de PIBs/ml para conocer el número de larvas grandes que mueren por virus que al mezclarse producen una concentración de una LE por ml (Anexo 5). También se midió la cantidad de mililitros de solución final que se generan en el proceso.

5.3 RESULTADOS Y DISCUSION

5.3.1 Costos de producción de masas de huevos del cogollero

El costo por masa de huevos del cogollero fue de 0.23 Lempiras (Cuadro 51). Al dividir los costos de producción en fijos y variables, se encontró que los costos variables constituyen el 80.77% del total.

Los costos variables se distribuyeron en insumos utilizados y mano de obra directa. El 60.39% de los costos variables correspondió a los insumos utilizados en el mantenimiento de la cría, siendo la utilización de las cajillas con dieta de crecimiento el mayor rubro. En la dieta completa tres de los ingredientes (agar, proteína de soya y vitaminas) comprados en el exterior suman el 55% del costo total de la dieta.

La mano de obra en la producción de masas de huevos constituyó el 38.6% de los costos variables, constituyendo las actividades de cosecha, colocación de pupas y lavado de vasitos el 63% del costo total de mano de obra.

Cuadro 51. Costos de producción semanales de las masas de huevos en la cría de *Spodoptera frugiperda* en el CCBCA. El Zamorano, Honduras, 1998.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/ UNIDAD	COSTO TOTAL	ANALISIS (%)
Costos variables					
<i>Insumos</i>					
Cajillas con dieta crecimiento	dieta	3.00	173.76	521.29	
Papel encerado	Rollo 24*100	6.25	16.15	100.94	
Papel toalla	Rollo	4.00	12.46	49.84	
Algodón	Rollo 16 onzas	0.25	24.40	6.10	
Miel	galón	0.17	210.00	35.70	
Cloro	galón	0.75	25.90	19.43	
Jabón	bolsa	0.50	35.68	17.84	
Total insumos				751.13	61.39
<i>Mano de Obra</i>					
Cosecha de masas	hora/hombre	3.50	17.50	61.25	
Colocación de masas	hora/hombre	0.50	17.50	8.75	
Cambio a dos larvas por vasito	hora/hombre	6.00	17.50	105.00	
Cosecha y colocación pupas	hora/hombre	9.00	17.50	157.50	
Lavado de vasitos	hora/hombre	8.00	17.50	140.00	
Total mano de obra				472.50	38.61
<u>Total costos variables</u>				1223.63	80.77
Costos fijos					
<i>Depreciaciones</i>					
Tijeras				1.54	
Extractor de humedad (2)				3.40	
Cámara de aislamiento				13.03	
Pinzas suaves				0.88	
Jaulas metálicas				0.29	
Edificio				84.62	
<i>Supervisión</i>				187.50	
<u>Total costos fijos</u>				291.26	19.23
Total costos fijos y variables				1514.89	100%
Rendimiento del proceso	masas	6720.00			
Costo por masa	masa		0.23		

La depreciación del edificio y la supervisión de actividades comprendieron el 93.4% de los costos fijos que constituyeron únicamente el 19.2% del total.

5.3.2 Costos de producción de VPN *Spodoptera frugiperda*

El costo por ml de VPN a una concentración de 6×10^9 PIBs fue de 2.45 Lempiras. El costo de un proceso de producción de VPN fue de 519 Lempiras (Cuadro 52). Los costos variables de producción constituyeron el 81.98% del costo total. En los costos variables los insumos utilizados en la elaboración del virus fueron un poco más de la mitad del costo variable total. Las cajillas con dieta de crecimiento e inoculación comprendieron el 80.9% del costo de los insumos. La dieta de inoculación aunque es un poco más barata que la de crecimiento, también emplea agar y proteína de soya, ingredientes que suman el 47.7% del costo de la dieta.

Los costos de mano de obra directa constituyeron el 44.5% de los costos variables (Cuadro 52). La actividad que más horas hombre ocupó es la inoculación de los vasitos con virus, en que se emplea el 37.3% del total de horas hombre requeridas para la producción del VPN.

Dentro de los costos fijos, el 97% estuvo conformado por el costo de supervisión y la depreciación del edificio (Cuadro 52).

El rendimiento de un proceso productivo fue 211 ml de VPN estandarizado a una concentración de 6×10^9 . Sólo el 61.5% de las larvas inoculadas mueren por virus al llegar al cuarto y quinto estadios (Anexo 4). Este porcentaje es muy bajo, ya que debería estar en 85% como mínimo⁴. Se busca que las larvas mueran en los estadios finales ya que larvas de cuarto y quinto estadios son las que mayor cantidad de virus producen, pudiendo alcanzar a 2.7×10^8 y 1.94×10^9 PIB's/larva respectivamente⁵.

Para llegar a la concentración de 6×10^9 PIB's/ml, se estimó que se necesitan diluir 5.18 larvas de cuarto o quinto estadios por ml de agua destilada luego de encontrar en los conteos realizados que por cada cuatro larvas que se diluyen en agua se obtuvo un promedio de 4.6×10^9 PIB's/ml (Anexo 5). Este factor de dilución reduce el rendimiento del proceso ya que la concentración deseada es alta, por lo que se agrega poca cantidad de agua y la cantidad de mezcla final resultante por proceso productivo es baja, tomando en cuenta que se inocularon 900 larvas al inicio del proceso.

Por tanto, al dividir el costo de producción del proceso para su rendimiento en ml se encontró que el costo por ml de VPN fue de 2.45 Lps.

Cuadro 52. Costos de producción por proceso de VPN *Spodoptera frugiperda* en el CCBCA. El Zamorano, Honduras, 1998.

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO	ANALISIS
-------------	--------	-------	----------	-------	----------

⁵ Castillo, P. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. León, Nicaragua (Comunicación personal)

⁶ Escribano, A. Universidad Pública de Navarra. Pamplona, España. (Comunicación personal)

		POR UNIDAD		TOTAL	(%)
<i>Costos Variables</i>					
<i>Insumos</i>					
Masas de huevos	masa	0.34	30.00	10.20	
Cajillas dieta	cajilla	5.51	1.00	5.51	
crecimiento					
Cajillas dieta	cajilla	5.51	15.00	82.65	
crecimiento					
Caillas con dieta	cajilla	3.43	30.00	102.90	
inoculación					
Virus (2*10e9	mililitros	1.40	24.30	34.02	
PIB's/ml)					
Tween	mililitros	0.20	0.13	0.03	
Bolsas	bolsas	1.00	1.00	1.00	
<i>Total Insumos</i>				236.31	55.54
<i>Mano de Obra</i>					
Transferencia de	hora/hombre	11.75	1.00	11.75	
larvas					
Inoculación	hora/hombre	11.75	6.00	70.50	
Cosecha	hora/hombre	11.75	3.00	35.25	
Licuado y Conteo de	hora/hombre	11.75	4.00	47.00	
PIB's					
Empacado	hora/hombre	11.75	0.10	1.18	
Lavado de vasitos	hora/hombre	11.75	2.00	23.50	
<i>Total Mano de Obra</i>				189.18	44.46
Total Costos				425.48	81.98
<i>Costos Fijos</i>					
Extractor de				0.57	
humedad					
Microscopio				2.24	
Supervisión				62.50	
Edificio				28.21	
Total Costos Fijos				93.52	18.02
Total Costos Fijos				519.00	100
y Variables					

5.4 CONCLUSIONES

1. El porcentaje de larvas de cuarto y quinto estadio muertas por virus (61.5%) es muy bajo, lo que reduce la efectividad del proceso.
2. La concentración deseada por ml de producto final es muy alta en relación al número de PIB's que se obtiene por larva de últimos estadios.
3. Los ingredientes utilizados en las dietas de crecimiento e inoculación empleadas en la producción VPN *S. frugiperda*, son el rubro más caro entre los insumos utilizados en la producción de virus y de masas de huevos del cogollero.
4. Las actividades de lavado de vasitos, cosecha y colocación de pupas emplean la mayor cantidad de horas hombre del proceso de producción de masas de huevos y la inoculación de larvas es la actividad que más horas hombre ocupa en el proceso de producción de virus.

5.5 RECOMENDACIONES

1. Incluir ingredientes vitamínicos en la dieta de inoculación, que eviten mortalidades en estadios iniciales de las larvas inoculadas.
2. Realizar chequeos de los parámetros de calidad en la cría (fertilidad, relación hembras:machos) e introducir periódicamente individuos del campo para evitar degradación genética.
3. Incrementar el número de larvas cosechadas por proceso utilizando vasitos o recipientes que permitan criar dos o más larvas del cogollero.
4. Realizar ensayos en las dietas sustituyendo ingredientes como proteína de soya con otros que se puedan adquirir en el mercado local, ya sea frijol negro u otros granos o cereales.
5. Incrementar la eficiencia en los tiempos empleados en las diferentes actividades productivas, especialmente en el lavado de vasitos buscando otros recipientes que sean más fáciles de limpiar.

6. CONCLUSIONES GENERALES

1. La dosis del VPN depende de la cantidad de larvas del cogollero que estén en estadios iniciales. No se tiene diferencia en dosis cuando haya un buen grupo de larvas que esté entre tercer y quinto estadios, pero la dosis de 500 LE/ha es eficiente en controlar el 60 a 70% de la población cuando la mayoría de larvas esté entre estadios uno y dos (Figuras 1 y 2).
- 2.

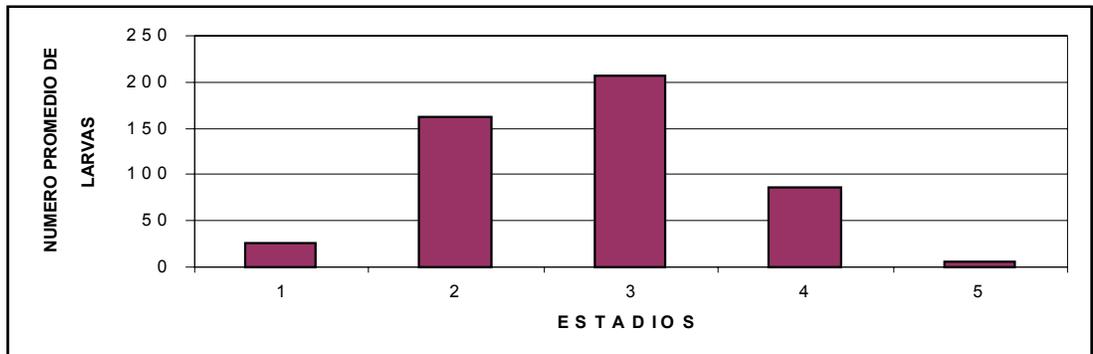


Figura 1. Número promedio de larvas por estadio en el Experimento I.

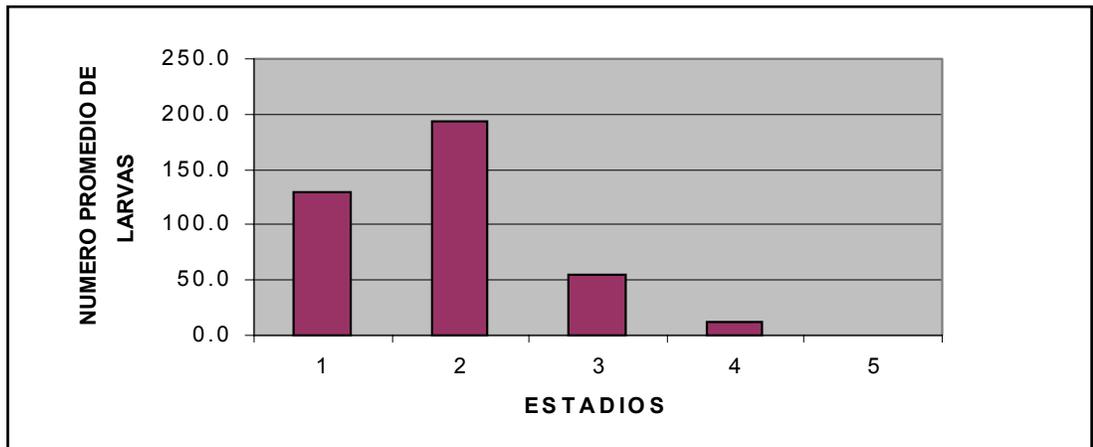


Figura 2. Número promedio de larvas por estadio en el Experimento II.

3. En presencia de estadios susceptibles se puede tener la presencia del VPN hasta por 30 días después de su aplicación. Sin embargo para mantener un porcentaje de infección de hasta el 70% las aplicaciones deben estar espaciadas seis días entre sí ya que en ese lapso de tiempo es el que mueren las larvas infectadas.
4. La formulación del VPN no influye en su efectividad para infectar las larvas del cogollero. La formulación con azúcar induce un mayor número de parasitismo por moscas.
5. El parasitismo por avispas y moscas tiende a reducirse conforme aumenta la dosis por virus, debido a la eliminación de hospederos para los parasitoides y probablemente a la capacidad de ciertas avispas y moscas de detectar larvas enfermas por VPN.
6. Las evaluaciones del VPN en cuanto a frecuencia y época de aplicación deben ser realizadas en base a niveles críticos para determinar el efecto real del virus en la reducción de la densidad de la plaga.
7. Las poblaciones del cogollero empiezan a declinar en forma natural entre los 30 y los 37 días después de la siembra del cultivo de maíz. Cuando se aplica clorpirifós como agente de control las poblaciones del cogollero bajan inmediatamente pero existe un rebrote de la plaga por la eliminación de los enemigos naturales.
8. La presencia de tijeretas, enemigo natural del cogollero es superior en postrera que en primera.
9. El costo calculado por mililitro de VPN fue 2.45 Lps.

7. RECOMENDACIONES GENERALES

1. Utilizar la dosis de 500 LE/ha del VPN contra el cogollero cuando el 80% de la población del cogollero esté entre estadíos uno y dos. De ser necesaria una segunda aplicación se puede reducir la dosis a 333 LE/ha.
2. Aplicar el VPN cuando predominen en el campo los estadíos uno y dos del cogollero para que la aplicación sea eficiente.
3. Estudiar incrementos en los volúmenes de agua normalmente utilizados para la aplicación de insecticidas químicos, ya que el VPN actúa por ingestión y se necesita por tanto una buena cobertura de la planta.
4. Efectuar las aplicaciones del VPN a las cinco de la mañana para que el virus no se vea prontamente degradado por la luz ultravioleta del sol.
5. Realizar estudios en que se ocupe niveles críticos para la aplicación de VPN para determinar la frecuencia y época de aplicación óptimas.
6. Medir en campo el daño que puede causar una larva infectada por virus antes de morir.
7. Estudiar aditivos como el ácido bórico y otros que se puedan colocar a la formulación del virus para incrementar la mortalidad sobre las larvas del cogollero y proteger el virus de la degradación ambiental.
8. Investigar la factibilidad técnica y económica de realizar aplicaciones del VPN después de una aplicación de insecticida químico.
9. Implementar mejoras en el proceso de producción realizando controles periódicos de calidad y cambiando ingredientes comprados en el exterior por otros disponibles en el mercado nacional o por lo menos reducir la cantidad que de ellos se ocupa, para que sea rentable la producción y aplicación del VPN.

8. LITERATURA CITADA

- ABDUL KADIR, H.B. 1984. The granulosis virus of *Plutella xylostella*. In: Biological Control in the Tropics; Proceedings of the First Regional Symposium on Biological Control. M.Y. Hussein y A.G. Ibrahim (eds.). University Pertanian Malaysia, Serdang, s.p.
- AIZAWA, K. 1963. The nature of infections caused by nuclear polyhedrosis viruses. In: Insect Pathology: An Advanced Treatise. E.A. Steinhaus (ed.). Vol. 1. Academic Press, New York. 381-412 p.
- AGUDELO-SILVA, F. 1986. Naturally occurring pathogens of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae collected on corn in Venezuela. Florida Entomologist 69(4): 768-769.
- AMARGIER, A.; ABOL-ELA, S.; VERGARA, S.; MEYNADIER, G.; MARTOURET, D. y CROIZIER, G. 1981. Études histologiques et ultrastructurales des larves de *Pandemis heparana* [Lep: Tortricidae] au cours des stades avancés de'une baculovirose due'a un nouveau virus inducteur de diapause. Entomophaga 26: 319-322.
- ANDREWS, K.L. 1980. The whorlworm, *Spodoptera frugiperda*, in Central America and neighboring areas. Florida Entomologist 63: 450-455.
- ANDREWS, K.L. 1988. Latin American research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomologist 71: 630-653.
- ANDREWS, K.L. y QUEZADA, J.R. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 623 p.
- BONNING, B. y HAMMOCK, B. 1996. Development of Recombinant Baculoviruses for Insect Control. Annual Review of Entomology 4: 191-210.
- BOUCIAS, D.G.; ABBAS, M.S.T.; RATHBONE, L. y HOSTETTER, N. 1987. Predators as potential dispersal agents of the nuclear polyhedrosis virus of *Anticarsia gemmatilis* [Lep: Noctuidae] in soybean. Entomophaga 32(1): 97-108.

- CAÑAS, L.A. 1993. Evaluación Técnico-Económica de diferentes niveles críticos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Smith) en sorgo para grano. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 144 p.
- CASTILLO, P.; ACOSTA, N. y CELIEZAR, A. 1995. Control Microbiológico de Plagas Artrópodos. In: Manual para la Enseñanza del Control Biológico en América Latina. R.D. Cave (ed.). Primera Edición. Zamorano Academic Press, El Zamorano, Honduras. 188 p.
- CATIE. 1990. Guía para el Manejo Integrado de Plagas del Cultivo de Maíz. Serie Técnica, Informe Técnico No. 152. Turrialba, Costa Rica. 88 p.
- CHAPMAN, J.W. y GLASER, R.W. 1915. A preliminary list of insects which have wilt, with a comparative study of their polyhedra. Journal of Economic Entomology 8: 140-149.
- DÖLLER, G. 1985. The safety of insect viruses as biological control agents. In: Viral Insecticides for Biological Control. K. Maramorosch y K. Sherman (eds.). Academic Press, Orlando, Florida.
- DOUGHERTY, E.M.; GUTHRIE, K. y SHAPIRO, M. 1995. *In vitro* effects of fluorescent brightener on the efficacy of occlusion body dissolution and polyhedral-derived virions. Biological Control 5(3): 383-388.
- ENTWISTLE, P. 1994. Estrategias de control con baculovirus (Bv's). In: Anales del Curso y Foro Subregional Centroamericano y del Caribe de Control Biológico de Plagas. Mario A. Vaughan (ed.). Primera Edición. Compu-Vaughan, Managua, Nicaragua. Cap. 7, 15-31 p.
- ESPINOZA, A. 1994. Utilización de baculovirus para el control de la palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 97 p.
- ESTRADA, R.E. 1994. Producción y uso de los virus VPN 80 y VPN 82 para el control de *Spodoptera sunia* y *S. exigua* en Guatemala. In: Anales del curso y foro subregional Centroamericano y del Caribe de Control Biológico de Plagas. Mario A. Vaughan (ed.). Primera Edición. Compu-Vaughan, Managua, Nicaragua. Cap. 7, 32-40 p.
- FRANCKI, R.I.B.; FAUQUET, C.M.; KNUDSON, D.L. y BROWN, F. 1991. Classification and Nomenclature of Viruses. Fifth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Arch. Virol. Suppl. 2. Springer-Verlag. Wien.

- FUXA, J.R. 1982. Prevalence of viral infections in populations of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in southeastern Louisiana. *Environmental Entomology* 11: 239-242.
- FUXA, J.R. 1987. *Spodoptera frugiperda* susceptibility to nuclear polyhedrosis virus isolates with reference to insect migration. *Environmental Entomology* 16: 218-223.
- FUXA, J.R. y GEAGHAN, J.P. 1983. Multiple-regression analysis of factors affecting prevalence of nuclear polyhedrosis virus in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) populations. *Environmental Entomology* 12: 311-316.
- FUXA, J.R.; MITCHELL, F.L. y RICHTER, A.R. 1988. Resistance of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to a nuclear polyhedrosis virus in the field and laboratory. *Entomophaga* 33(1): 55-63.
- GARDNER, W. y FUXA, J. 1980. Pathogens for the suppression of the fall armyworm. *Florida Entomologist* 63(4): 439-447.
- GIRARDEAU, J.H. Jr. y MITCHELL, E.R. 1968. The influence of a sub-acute infection of polyhedrosis virus in the cabbage looper on susceptibility to chemical insecticides. *Journal of Economic Entomology* 61: 312.
- GRANADOS, R. y FEDERICI, B. 1986. *The Biology of baculoviruses: Biological Properties and Molecular Biology*. Vol. 1. CRC Press, Boca Raton, Florida. 275 p.
- GRANADOS, R. y WILLIAMS, K.A. 1986. *In vivo* Infection and Replication of Baculoviruses. In: *The Biology of Baculoviruses: Biological Properties and Molecular Biology*. Vol. 1. R. Granados y B. Federici (eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida. 275 p.
- HAMM, J.J.; CHANDLER, L.D. y SUMNER, H.R. 1994. Field test with a fluorescent brightener to enhanced infectivity of fall armyworm (Lepidoptera:Noctuidae) nuclear polyhedrosis virus. *Florida Entomologist* 77(4): 425-437.
- HAMM, J.J. y HARE, W.W. 1982. Application of entomopathogens in irrigation water for control of fall armyworms and corn earworms (Lepidoptera: Noctuidae) on corn. *Journal of Economic Entomology* 75: 1074-1079.
- HAMM, J.J. y SHAPIRO, M. 1992. Infectivity of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) nuclear polyhedrosis virus enhanced by a fluorescent brightener. *Journal of Economic Entomology* 85(6): 2149-2152.

- HAMM, J.J. y WISEMAN, B.R. 1986. Plant resistance and nuclear polyhedrosis virus for suppression of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomologist 69(3): 541-549.
- HAMM, J y YOUNG, J. 1971. Value of virus presilk treatment for corn earworm and fall armyworm control in sweet corn. Journal of Economic Entomology 64(1): 144-146.
- HARPER, J.D. 1986. Interactions between baculoviruses and other entomopathogens, chemical pesticides and parasitoids. In: The Biology of Baculoviruses: Practical Application for Insect Control. R. Granados y B. Federici (eds.). Vol. 2. CRC Press, Boca Raton, Florida. 275 p.
- HEIMPEL, A.L. 1976. Practical applications of insect viruses. In: Virology in Agriculture. J.A. Romberger (ed.). Universe Books, New York.
- HRUSKA, A. 1989. Períodos críticos de protección y el efecto de infestación del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz bajo riego en Nicaragua. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 12: 37-47.
- HRUSKA, A y GLADSTONE, S. 1987. El costo del control del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, en el maíz. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Managua, Nicaragua.
- IGNOFFO, C.M. 1973. Effects of entomopathogens on vertebrates. Annal of the New York Academic of Sciences. 217: 141-172.
- IGNOFFO, C.M. y GARCIA, C. 1996. Simulated sunlight-UV sensitivity of experimental dust formulations of the nuclear polyhedrosis virus of *Helicoverpa/Heliothis*. Journal of Invertebrate Pathology 67(2):192-194.
- IGNOFFO, C.M. y MONTROYA, E.L. 1966. The effects of chemical insecticides and insecticidal adjuvants of a *Heliothis* nuclear polyhedrosis virus. Journal of Invertebrate Pathology. 8: 409-412.
- IGNOFFO, C.M.; RICE, W.C. y McINTOSH, A.H. 1989. Inactivation of nonoccluded an occluded baculoviruses and baculovirus-DNA exposed to simulated sunlight. Environmental Entomology 18(1): 177-183.
- INTEGRATED PEST MANAGEMENT. 1994. Bulletin of Pest Management No. 2. NRI Pubs.
- JAQUES, R.P. 1985. Stability of insect viruses in the environment. In: Viral Insecticides for Biological Control. K. Maramorosch y K.E. Sherman (eds.). Academic Press, Orlando, Florida.

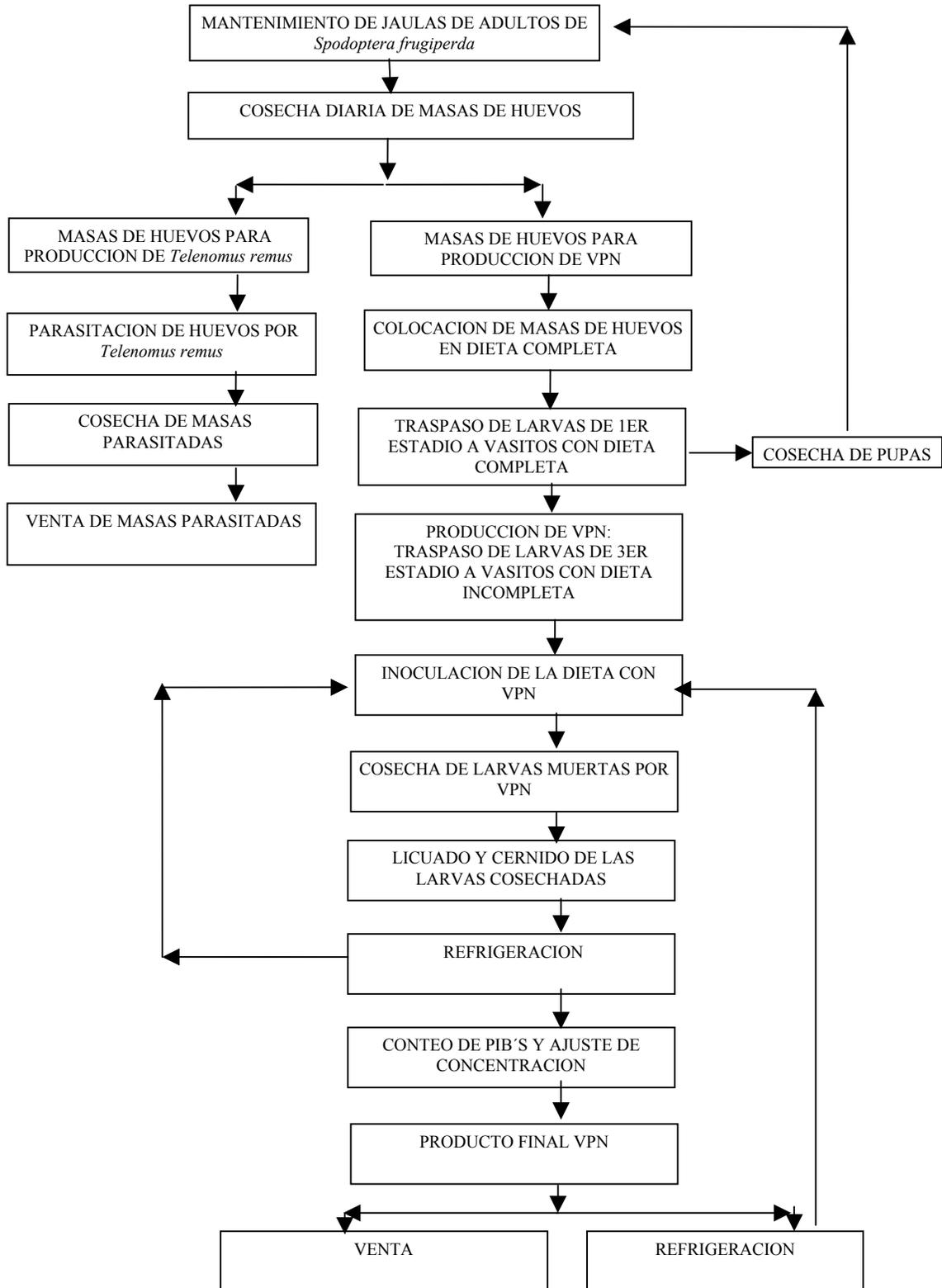
- JONES, K.A.; MOAWAD, G.; McKINLEY, D.J. y GRZYWACZ, D. 1993. The effect of natural sunlight on *Spodoptera littoralis* nuclear polyhedrosis virus. *Biocontrol Science and Technology* 3: 189-197.
- LACEY, L. A. y GOETTEL, M.S. 1995. Current developments in microbial control of insect pests and prospect for the early 21st century. *Entomophaga* 40(1): 3-18.
- LONGWORTH, J.F. 1980. Biology and ecology of baculoviruses. In: *Microbial Control of Insect Pests*. J. Kalmakoff y J.F. Longworth (comps.). Wellington, New Zealand, Crow copyright. 23p
- LWOFF, A y TOURNIER, P. 1971. Remarks on the classification of viruses. In: *Comparative Virology*. K. Maramorosch y E. Kurstak (eds.). Academic Press, New York.
- MARTIGNONI, M.E. 1984. Baculovirus: An attractive biological alternative. In: *Chemical and Biological Controls in Forestry*. W.Y. Garner y J. Harvey, Jr. (eds.). ACS Symp. Ser. No. 238. Seattle, Washington. 55-67 p.
- MARTIGNONI, M.E. e IWAI, P.J. 1986. A catalogue of viral diseases of insects, mites and ticks. U.S. Dep. Agric. For. Serv. Pac. Northwest Res. Stn. Gen. Tech. Rep. PNW-195.
- MARAMOROSCH, K. y SHERMAN, K.E. 1985. *Viral Insecticides for Biological Control*. Academic Press, Orlando, Florida. 799 p.
- MATTHEWS, R.E.F. 1991. *Plant Virology*. Third Ed. Academic Press, San Diego.
- MAZZONE, H.M. 1985. Pathology Associated with Baculoviruses Infection. In: *Viral Insecticides for Biological Control*. K. Maramorosch y K. Sherman (eds.). Academic Press, Orlando, Florida.
- MOAWED, S.M. y ELNABRAWY, I.M. 1987. Effectiveness of nuclear polyhedrosis virus and insecticides against the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.). *Insect Science and its Application* 8(1): 89-93.
- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. 1973. *The Use of Viruses for the Control of the Insect Pests and Disease Vectors*. Technical Report Series No. 531. Suiza. 48 p.
- PODGWAITE, J.D. 1985. Strategies for field use of baculoviruses. In: *Viral Insecticides for Biological Control*. K. Maramorosch y K.E. Sherman (eds.). Academic Press, Orlando, Florida.

- PORTILLO, H.E.; PIETRE, H.N.; MECKENSTOCK, D.H. y ANDREWS, K.L. 1991. Langosta: a Lepidopterous pest complex on sorghum and maize in Honduras. *Florida Entomologist* 74(2): 287-296.
- POSEE, R.D. 1993. Viral approaches for insect control. In: *Advanced Engineered Pesticides*. L. Kim (ed.). Marcel Dekker, New York. 99-112 p.
- RAIMO, B.J. y REARDON, R.C. 1981. Preliminary attempts to use parasites in combination with pathogens in an integrated control approach. In: *The Gypsy Moth: Research Toward Integrated Pest Management*. C.C. Doane y M.L. McManus (eds.). US. Dept. Agr. Tech. Bull. 1584: 408-413.
- RAO, R.S.N.; GUNNESWARARAO, S. y CHANDRA, I.J. 1987. Biochemical potentiation of nuclear polyhedrosis virus of *Spodoptera littura* (F.). *Journal of Biological Control* 1: 36-39.
- REICHELDERFER, C.F. y BENTON, C.V. 1974. Some genetic aspects of the resistance of *Spodoptera frugiperda* to a nuclear polyhedrosis virus. *Journal of Invertebrate Pathology* 23: 378-382.
- RICHTER, A.R.; FUXA, J.R. y ABDEL-FATTAH, M. 1987. The effect of host plant on the susceptibility of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, to a nuclear polyhedrosis virus. *Environmental Entomology* 16: 1004-1006.
- ROBERTS, D.W.; FUXA, J.R.; GAUGLER, R.; GOETTEL, R.; JAQUES, R. y MADDIX, J. 1991. Use of pathogens in insect control. In: *Handbook of Pest Management in Agriculture*. 2nd vol. 2. D. Pimentel (ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida. 243-278 p.
- SANTIAGO-ALVAREZ, C. y VARGAS-OSUNA, E. 1988. Reduction of reproductive capacity of *Spodoptera littoralis* males by a nuclear polyhedrosis virus (NPV). *Journal of Invertebrate Pathology* 52: 142-146.
- SARODE, S.N.; DEOTALE, R.O. y PATIL, P.P. 1995. Performance of *Helicoverpa* nuclear polyhedrosis virus (HNPV) against the pod borer on chickpea. *International Chickpea and Pigeonpea Newsletter* No.2: 35-37.
- SAS INSTITUTE. 1989. *SAS/STAT user's guide*. Version 6, 4th ed. Vol.1. SAS Institute, Cary, NC.
- SHAPIRO, M. 1986. *In vivo* Production of Baculoviruses. In: *The Biology of Baculoviruses: Practical Application for Insect Control*. R. Granados y B. Federici (eds.). Vol. 2. CRC Press, Boca Raton, Florida. 275 p.

- SHAPIRO, M. y BELL, R. 1982. Enhanced effectiveness of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) nuclear polyhedrosis virus formulated with boric acid. *Annals of the Entomological Society of America*. 75: 346-349.
- SHAPIRO, M.; ROBERTSON, J.L. y WEBB, R.E. 1994. Effect of neem seed extract upon the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) and its nuclear polyhedrosis virus. *Journal of Economic Entomology* 87(2): 356-360.
- SHERMAN, K. 1985. Considerations in the Large-Scale and Commercial Productions of Viral Insecticides. In: *Viral Insecticides for Biological Control*. K. Maramorosch y K.E. Sherman (eds.). Academic Press, Orlando, Florida.
- SMIRNOFF, W.A. 1962. Transovum transmission of virus of *Neodiprion swainei* Middleton (Hymenoptera: Tenthredinidae). *Journal of Insect Pathology* 4: 192-200.
- SMITH, K.M. 1976. *Virus-Insect Relationships*. Longman Group Limited, EEUU. 291 p.
- STEINHAUS, E.A. 1954. Duration of infectivity of the virus of silkworm jaundice. *Science* 120: 186-187.
- TANADA, Y y KAYA, H. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press Inc, San Diego, California. 666 p.
- TINSLEY, T.W. y KELLY, D.C. 1985. Taxonomy and Nomenclature of Insect Pathogenic Viruses. In: *Viral Insecticides for Biological Control*. K. Maramorosch y K. Sherman (eds.). Academic Press, Orlando, Florida.
- VALICENTE, F.H. y CRUZ, I. 1994. Control biológico del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, con baculovirus. In: *Anales del Curso y Foro subregional Centroamericano y del Caribe de Control Biológico de Plagas*. Mario A. Vaughan (ed.). Primera Edición. Compu-Vaughan, Managua, Nicaragua. Cap. 7, 41-42 p.
- VAN HUIS, A. 1981. Integrated pest management in the small farmers' maize crop in Nicaragua. *Meded Land bouwhogeschool Wageningen* 81-6. Países Bajos. 221 p.
- WEBB, R.E.; SHAPIRO, M.; PODGWAITE, J.D. y VENABE, D. 1993. Field confirmation of potentiation of a baculovirus by the addition of a stilbene optical brightener. *Pesticide Science* (2): 218-219.

- WEISS, S.A. y VAUGHN, J.L. 1986. Cell Culture Methods for Large-Scale propagation of Baculoviruses. In: *The Biology of Baculoviruses: Biological Properties and Molecular Biology*. Vol. 1. R. Granados y B. Federici (eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida. 275 p.
- WHEELER, G.S.; ASHLEY, T.R. y ANDREWS, K.L. 1989. Larval parasitoids and pathogens of the fall armyworm in Honduran maize. *Entomophaga* 34(3): 331-340.
- WILLINK, E.; ROMERO, M.Y. DE; OSORES, V.M. y RAMALLO, J.C. 1995. Baculovirus para el control biológico del gusano cogollero del maíz. *Avance Agroindustrial* 16(63): 18-23.
- YOUNG, J.R. y HAMM, J.J. 1966. Nuclear-polyhedrosis viruses in control of corn earworm and fall armyworm in sweet corn. *Journal of Economic Entomology* 59(2): 382-384.
- ZHANG XUNHAO; ZHANG CUIZHEN; HA ZHENQUAN; GAO FAKUN y MENG FANSONG. 1996. The application of Junduwei, a mixture of Bt and HaNPV, against the cotton bollworm. *Chinese Journal of Biological Control* 12 (1): 1-4.

Anexo 1. Flujo de los procesos de producción en el CCBCA



Anexo 5. Conteos realizados para conocer la cantidad de PIB's por mililitro de agua que producen cuatro larvas de cuarto y quinto estadios muertas por VPN

	NUMERO DE LARVAS	CONCENTRACION (PIB's*10⁹/ml)
	4	4.78
	4	8.4
	4	4.57
	4	1.57
	4	7.3
	4	3.11
	4	2.65
X	4	4.63
DE	0	2.48

Cuadro 1. Costos de producción semanales de las masas de huevos de la cría de *Spodoptera frugiperda* en el CCBCA. El Zamorano, Honduras, 1998.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/UNIDAD	COSTO TOTAL	ANALISIS PORCENTUAL
Costos variables					
<i>Insumos</i>					
Cajillas con dieta crecimiento	dieta	3.00	173.76	521.29	
Papel encerado	Rollo 24*100	6.25	16.15	100.94	
Papel toalla	Rollo	4.00	12.46	49.84	
Algodón	Rollo 16 onzas	0.25	24.40	6.10	
Miel	galón	0.17	210.00	35.70	
Cloro	galón	0.75	25.90	19.43	
Jabón	bolsa	0.50	35.68	17.84	
Total insumos				751.13	61.39
<i>Mano de Obra</i>					
Cosecha de masas	hora/hombre	3.50	17.50	61.25	
Colocación de masas	hora/hombre	0.50	17.50	8.75	
Cambio a dos larvas por vasito	hora/hombre	6.00	17.50	105.00	
Cosecha y colocación pupas	hora/hombre	9.00	17.50	157.50	
Lavado de vasitos	hora/hombre	8.00	17.50	140.00	
Total mano de obra				472.50	38.61
Total costos variables				1223.63	80.77
Costos fijos					
<i>Depreciaciones</i>					
Tijeras				1.54	
Extractor de humedad (2)				3.40	
Cámara de aislamiento				13.03	
Pinzas suaves				0.88	
Jaulas metálicas				0.29	
Edificio				84.62	
<i>Supervisión</i>				187.50	
Total costos fijos				291.26	19.23
Total costos fijos y variables				1514.89	100%
Rendimiento del proceso	masas	6720.00			
Costo por masa	masa		0.23		

Cuadro 12. Niveles de mortalidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* por factor, dos días después de la aplicación de los tratamientos del Experimento I. Los datos porcentuales se sometieron a la transformación arcoseno previo al ANDEVA

realizado; se presentan la media de los datos no transformados y su EE. El Zamorano, Honduras, 1997.

TRATAMIENTOS	% MORTALIDAD POR:										% EMPUPACION	
	VPN			AVISPAS	MOSCAS	OTROS						
	TOTAL LARVAS	LARVAS I - III										
50 LE/ha LIQUIDO	9.7± 4.1 b	16.8± 5.9 bc	25.8± 7.8 a	14.5± 1.2 ab	14.1± 1.3a	35.9± 6.4 b						
250 LE/ha LIQUIDO	29.6± 3.3 a	33.0± 4.1ab	19.9± 3.9 a	10.6± 2.8 abc	12.0± 3.6a	28.0± 3.8 b						
1000 LE/ha LIQUIDO	39.8± 9.5 a	72.5± 13.5a	4.4± 3.1 bc	21.0± 4.5 ab	8.8± 6.7a	26.1± 4.7 b						
TESTIGO LIQUIDO	1.5± 1.5 c	0.0± 0.0 c	13.1± 5.5 ab	13.8± 4.9 abc	32.4± 8.5a	39.2± 9.0 b						
50 LE/ha AZUCAR	33.6± 2.9 a	54.6± 8.9a	8.3± 3.6 ab	18.7± 4.3 ab	11.7± 2.8a	27.7± 4.1 b						
250 LE/ha AZUCAR	28.8± 1.5 a	37.4± 4.4ab	19.3± 0.9 a	12.5± 2.3 abc	4.4± 2.4a	35.1± 4.4 b						
1000 LE/ha AZUCAR	40.6± 9.5 a	60.8± 16.2a	14.2± 4.8 ab	6.2± 3.5 bc	12.7± 5.9a	26.3± 4.9 b						
TESTIGO AZUCAR	0.0± 0.0 c	0.0± 0.0 c	19.8± 3.8 a	31.1± 7.6 a	19.1± 5.0a	30.0± 7.9 b						
CLORPIRIFOS	0.0± 0.0 c	0.0± 0.0 c	0.0± 0.0 c	2.5± 2.5 c	20.0± 12.3a	77.5± 13.1a						

Medias en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0.05$, prueba SNK).

Cuadro 25. Niveles de mortalidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* por factor, tres días después de la segunda aplicación de los tratamientos del Experimento II. Los datos porcentuales se sometieron a la transformación del arcoseno previo al ANDEVA realizado. Se presentan la media de los datos no transformados y su EE. El Zamorano, Honduras, 1997.

TRATAMIENTOS	% MORTALIDAD POR:				% EMPUPACION	
	VPN	AVISPAS	MOSCAS	OTROS		
500 LE EN DIA 32	83.5± 9.7	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	16.7± 16.7	
500 LE EN DIA 45	66.7± 33.4	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	33.3± 33.3	
500 LE EN DIA 32 Y 45	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	100.0± 0.0	
250 LE EN DIA 32 Y 45	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	100.0± 0.0	
TESTIGO DIA 32 Y 45	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	100.0± 0.0	
CLORPIRIFOS DIA 32	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	100.0± 0.0	

Cuadro 30. Número de larvas vivas de *Spodoptera frugiperda* y sus estadios dos días después de la segunda aplicación de los tratamientos del Experimento III. Se presentan las medias y su EE. El Zamorano, Honduras, 1997.

TRATAMIENTOS	#LARVAS	ESTADIOS											
		I			II			III			IV		
250 LE EN DIAS 23 Y 37	3.3± 1.2 a	0.0±	0.0	a	1.0±	1.0	a	2.0±	1.0	a	0.3±	0.3	a
500 LE EN DIAS 23 Y 44	2.3± 0.7 a	0.0±	0.0	a	1.0±	0.6	a	0.7±	0.3	a	0.7±	0.7	a
TESTIGO EN DIAS 23, 37 Y 44	1.7± 0.9 a	0.0±	0.0	a	1.0±	0.6	a	0.7±	0.7	a	0.0±	0.0	a

Medias en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p>0.05$, prueba SNK)

Cuadro 31. Condición de las plantas de maíz dos días después de la segunda aplicación de los tratamientos del Experimento III. Se presentan las medias y su EE. El Zamorano, Honduras, 1997

TRATAMIENTOS	PLANTAS					
	CON LARVAS			DAÑADAS		SIN DAÑO
250 LE EN DIAS 23 Y 37	3.3± 1.2 a	3.0±	1.2a	13.7±	2.2a	
500 LE EN DIAS 23 Y 44	2.0± 0.6 a	2.0±	1.2a	16.0±	1.7a	
TESTIGO EN DIAS 23, 37 Y 44	1.7± 0.9 a	2.7±	1.7a	15.7±	2.4a	

Medias en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p>0.05$, prueba SNK)

Cuadro 32. Niveles de mortalidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* por factor, dos días después de la segunda aplicación de los tratamientos del Experimento III. Se presentan la media y su EE. El Zamorano, Honduras, 1997.

TRATAMIENTOS	% MORTALIDAD POR:								% EMPUPACION	
	VPN		AVISPAS		MOSCAS		OTROS			
250 LE EN DIAS 23 Y 37	31.7±	22.4	0.0±	0.0	6.7±	6.7	6.7±	6.7	55.0±	22.9
500 LE EN DIAS 23 Y 44	55.6±	29.4	11.1±	11.1	0.0±	0.0	0.0±	0.0	33.3±	33.4
TESTIGO EN DIAS 23, 37 Y 44	0.0±	0.0	0.0±	0.0	0.0±	0.0	0.0±	0.0	100.0±	0.0

Cuadro 50. Condición de las plantas de maíz dos días después de la tercera aplicación de los tratamientos del Experimento IV. Se presentan la media y su EE. El Zamorano, Honduras, 1998.

TRATAMIENTOS	PLANTAS				
	DAÑO 0		DAÑO 1	DAÑO 2	DAÑO 3
333 LE/ha DIAS 22, 32 y 42	19.0 ± 0.3 a		0.2 ± 0.3 bc	0.5 ± 0.3 b	0.0 ± 0.0 b
500 LE/ha DIAS 22 Y 32	20.0 ± 0.3 a		0.2 ± 0.3 bc	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 b
500 LE/ha DIA 22 Y 42	17.0 ± 0.8 a		2.5 ± 0.9 ab	0.8 ± 0.3 b	0.0 ± 0.0 b
500 LE/ha DIA 32 Y 42	18.0 ± 0.3 a		1.0 ± 0.4 abc	0.5 ± 0.3 b	0.2 ± 0.3 b
1000 LE/ha DIA 22	18.0 ± 1.0 a		1.0 ± 0.4 abc	1.0 ± 0.7 ab	0.5 ± 0.5 b
1000 LE/ha DIA 32	19.0 ± 0.5 a		0.0 ± 0.0 c	1.5 ± 0.5 ab	0.0 ± 0.0 b
1000 LE/ha DIA 42	13.0 ± 0.9 b		2.7 ± 1.1 a	2.0 ± 0.9 ab	1.5 ± 0.7 b
TESTIGO	9.3 ± 2.2 c		2.5 ± 0.3 ab	2.7 ± 0.6 a	5.5 ± 2.7 a
CLORPIRIFOS DIAS 22 Y 32	19.0 ± 0.8 a		0.2 ± 0.3 bc	0.2 ± 0.3 b	0.2 ± 0.3 b
CLORPIRIFOS CADA 7 DIAS	20.0 ± 0.0 a		0.0 ± 0.0 c	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 b

Medias en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0.05$, prueba SNK).