

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISION DE AGRONOMIA



Efectividad del virus de la granulosis de la palomilla de la manzana (*Cydia pomonella* L.) en Jamé, Arteaga, Coahuila México.

Por:

BALTAZAR ENOC DIAZ FELIPE

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el

titulo de:

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre de 2004

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

División de Agronomía

Departamento de Parasitología

Efectividad del virus de la granulosis de la palomilla de la manzana (*Cydia pomonella* L.) en Jamé, Arteaga, Coahuila México.

POR:

BALTAZAR ENOC DIAZ FELIPE

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo.

APROBADA

EL PRESIDENTE DEL JURADO

M.C. VICTOR M. SANCHEZ VALDEZ

SINODAL

SINODAL

DR. EUGENIO GUERRERO RODRÍGUEZ DR. GABRIEL GALLEGOS MORALES

SINODAL SUPLENTE

ING. SANTOS ALBERTO ALTON MARTINEZ

COORDINADOR DE LA DIVISION

M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA
Buenavista, Saltillo, Coahuila; México a Septiembre de 2004.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por darme la salud y la vida para lograr terminar mis estudios profesionales.

A mi alma mater

Por brindarme la oportunidad de seguir preparándome y por abrir sus puertas para superarme como profesionista.

Al comité asesor

Al M.C. Victor M. Sánchez Valdez

Por brindarme su confianza y por haber sido mas que un profesor, por la paciencia, dedicación y el tiempo invertido en la revisión de esta tesis.

A los doctores Eugenio Guerrero Rodríguez y Gabriel Gallegos Morales

Por la paciencia, esfuerzo y el tiempo invertido en la revisión de esta tesis.

Al Ing. Santos Alberto Alton Martínez

Por sus consejos y absoluta confianza durante la realización de esta tesis.

Al Ing. Heinz Ruf Bracher

Gerente de Agro Alpina S.A. de C.V. por el financiamiento del estudio.

DEDICATORIA

A mis Padres y Hermanos

Por su apoyo decidido y por los esfuerzos que hicieron para que lograra terminar mi carrera profesional.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CONTENIDO	i
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
Impacto Económico de <i>Cydia pomonella</i> L.	3
Ciclo Biológico y Hábitos	4
La diapausa.....	4
Rompimiento de la diapausa hiberna.....	4
Pupa.....	5
El vuelo de primavera: Primera generación.....	5
Adulto.....	6
La oviposición, incubación y eclosión de huevecillos.....	6
Larva.....	7
Desarrollo larval.....	8
Requerimientos térmicos de <i>Cydia pomonella</i> L.	10
Sistema de Predicción por Unidades Calor	11
Monitoreo climático.....	12
Monitoreo biológico	13
Monitoreo de poblaciones	13
Uso de trampas con feromona sexual	14
. Antecedentes Historicos del Control Microbiano	15
Clasificación de virus entomopatogenos.....	16
Familia baculoviridae	17
Transmisión, infección y síntomas	17
Uso del virus de la granulosis en pruebas de campo	19
Evaluación del virus de la granulosis en campo.....	20
Información técnica de Granupom M.R.	23
Cuando y como aplicar Granupom M.R.....	23

Dosis	24
Acción	24
MATERIALES Y METODOS.....	25
Descripción de la Zona de Estudio y Croquis de Localización.....	25
Tratamientos y Diseño Experimental.....	25
Croquis del experimento.....	26
Fechas de aplicación.....	26
Método de Evaluación.....	28
Calendarización de actividades del estudio.....	28
RESULTADOS	29
DISCUSION.....	31
CONCLUSIONES	33
BIBLIOGRAFIA.....	34
ANEXO.....	40

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Requerimientos térmicos de <i>Cydia pomonella</i> L. por estados de desarrollo según García (1980).....	11
Cuadro 2. Tratamientos a evaluar para el control de <i>C. pomonella</i>	26
Cuadro 3. Porcentaje promedio de frutos dañados con larvas vivas de <i>Cydia pomonella</i> en tres fechas de muestreo en Jame, Arteaga, Coahuila.....	30
Cuadro 4. Porcentaje de frutos dañados con larvas vivas de <i>C. pomonella</i> al 12 de mayo del 2003 en Jame, Arteaga, Coahuila Datos originales.....	40
Cuadro 5. Porcentaje de frutas dañadas al transformarlos a la función arco seno $\sqrt{\%+1}$	40
Cuadro 6. Análisis de varianza del porciento de frutas dañadas transformados a la funcion arco seno $\sqrt{\%+1}$	40
Cuadro 7. Comparación de medias por Tukey al 0.05 de significancia.....	41
Cuadro 8. Porcentaje de frutos dañados con larvas vivas de <i>Cydia pomonella</i> L. al 20 de mayo del 2003 en Jame, Arteaga, Coahuila.....	41
Cuadro 9. Porcentaje de frutos dañados con larvas vivas de <i>Cydia pomonella</i> L. al 20 de mayo del 2003 transformados a la función arco seno $\sqrt{\%+1}$	41
Cuadro 10. Análisis de varianza del porciento de frutos dañados transformados a la función arco seno $\sqrt{\%+1}$	42
Cuadro 11. Comparación de medias por Tukey al 0.05 de significancia.....	42
Cuadro 12. Porcentaje de frutos dañados con larvas vivas de <i>Cydia pomonella</i> L. al 30 de mayo del 2003 en Jame, Arteaga, Coahuila.....	42
Cuadro 13. Porcentaje de frutas dañadas al transformarlos a la función arco seno $\sqrt{\%+1}$	43
Cuadro 14. Análisis de varianza del porciento de frutos dañados transformados a la función arco seno $\sqrt{\%+1}$	43

Cuadro 15. Comparación de medias por Tukey al 0.05 de significancia.....	43
Cuadro 16. Datos del monitoreo biológico y climático.....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis de localización del sitio experimental.....	46
---	----

INTRODUCCION

En la última década se produjo a nivel mundial un aumento en la demanda de productos agropecuarios obtenidos en forma orgánica o ecológica, lo cual ha creado un mercado que actualmente está en franca expansión. Los productos orgánicos se comercializan generalmente a precios superiores a los convencionales y presentan ventajas en lo referente a la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales. Es por ello, que se ha enfatizado en la búsqueda de métodos alternativos para el control de plagas insectiles donde destaca la utilización de productos naturales, y el uso de microorganismos entomopatógenos.

Dentro de los patógenos de insectos, los virus principalmente el grupo de los Baculovirus (Virus de la poliedrosis y granulosis), poseen un potencial muy grande para ser utilizados en el control de insectos plaga; son eficientes, específicos y seguros para el hombre y otros animales. Estos microorganismos se presentan como una alternativa a los insecticidas tradicionalmente utilizados en la protección de los cultivos.

En la actualidad se ha desarrollado una creciente actividad de investigación dirigida a la búsqueda de medidas de control más eficaces y, al mismo tiempo, seguras para establecer sistemas de protección de cultivos en forma sostenible y respetuosas con el medio ambiente. Entre los métodos alternativos más atendidos se encuentra el desarrollo de insecticidas biológicos basados en microorganismos. Los baculovirus, en insectos, son uno de los grupos de entomopatógenos más estudiados, y su efectividad para el control de plagas, ha sido demostrada tanto en cultivos agrícolas como en ecosistemas forestales.

Los virus no pueden reproducirse por si solos, necesitan de un hospedero por lo que son parásitos obligados. Los baculovirus no son la excepción; las

células del cuerpo del hospedero (una vez que el virus ha ingresado) son controlados por el genoma de cada virión, haciendo que se multipliquen más partículas virales hasta que las células y el insecto mueren.

El virus de la granulosis de la palomilla de la manzana ha mostrado un gran potencial de control bajo las condiciones de Europa, Canadá y los Estados Unidos, se desconoce su comportamiento en los ambientes mexicanos por lo que se consideró necesario evaluarlo bajo las condiciones de la Sierra de Arteaga, Coahuila.

El control biológico ha tenido un mayor impacto a nivel mundial en la medida en que se requieren ambientes mas sanos y la creciente demanda de productos inocuos para los consumidores.

El virus de la granulosis ofrece una alternativa más para el control de la palomilla *Cydia pomonella* L. ya que es capaz de causar la muerte en el primer estadio larval; además no deja residuos tóxicos en los productos cosechados.

Es importante recalcar que es una alternativa específica y de bajo impacto ambiental, para el control de la plaga de mayor importancia en los frutales pomáceos. Este método de control, será de gran utilidad para los productores orgánicos de manzana en México. Por lo anterior los objetivos del presente estudio son:

1. Determinar la efectividad del virus de la granulosis contra *Cydia pomonella* L. en Arteaga Coahuila.
2. Determinar la dosis mas adecuada del virus de la granulosis para el control de *C. pomonella*.

REVISIÓN DE LITERATURA

Impacto Económico de *Cydia pomonella* L.

La palomilla de la manzana *C. pomonella* L. es la plaga de mayor importancia económica a nivel mundial en el cultivo del manzano, al igual que en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Se le considera como una plaga de daño directo, que afecta el producto final de la cosecha, barrenando los frutos desde que estos alcanzan un cm de diámetro hasta alcanzar su madurez (Sanchez *et al.*,2000). En el interior del fruto, se alimenta de las semillas provocando pudriciones y caída de los frutos dañados (Metcalf y Flint, 1982)

En huertos sin control, su daño oscila entre un 20 y 70% de frutos barrenados. En huertos que por alguna razón se descuida la aplicación en primera o segunda generación, suelen registrarse daños económicos que van del 5 al 20%. En huertos con un manejo eficiente, el nivel de daño no debe sobrepasar el 1% al momento de la cosecha (Sánchez *et al.*, 2000).

Para comprender el impacto de la plaga es preciso explicar el concepto de “nivel de daño económico”, el cual se refiere a la densidad poblacional de una plaga que hace un daño físico equivalente al costo de su control. Este valor oscila del 1% al 3% de frutos dañados, dependiendo del rendimiento promedio del huerto, el valor de la cosecha y el costo de las medidas de control. Cualquier daño superior a este nivel, impacta en la rentabilidad del cultivo y se traduce en daño económico.

Debido a ello el productor debe ser oportuno y eficiente en la aplicación de acciones de control para mantener su cultivo libre de daño. No basta invertir fuertemente en acciones de control para prevenir daño; es más importante las acciones oportunas dirigidas al estadio susceptible de ser controlado (Sánchez *et al.*, 2000).

Ciclo Biológico y Hábitos

La diapausa

Sánchez *et al.*, (2000) cita que a finales del verano las larvas en desarrollo obedecen a un reloj biológico de 13 horas luz: 11 oscuridad (fotoperiodo crítico) que les indica que los días se acortan (fotofase) y que el invierno está próximo. El insecto es inducido a entrar en diapausa como una estrategia adaptativa, lo que le permite sobrevivir bajo condiciones desfavorables de frío y ausencia de alimento. La diapausa ocurre en la Sierra de Arteaga, Coah. entre el 18 de agosto al 28 de febrero.

Andrewartha y Birch (1973) mencionan que la diapausa obligada es genéticamente controlada, por lo que puede presentarse en algunos individuos de la primera generación dentro de una especie sin importar las condiciones ambientales. Este tipo de diapausa la han desarrollado los insectos que tienen una generación al año y la mayoría de los insectos que viven en regiones templadas.

Causse (1976) señala que las larvas maduras se orientan en función a una respuesta fotonegativa que las dirige lejos de la luz solar o de la luna; también obedecen a un efecto de silueta que las atrae a cuerpos oscuros, por esto vagan por el tronco en dirección al suelo buscando un sitio para tejer su cocón y pasar su etapa de diapausa. Menciona que las larvas tienen la capacidad de desplazarse de 4.5 a 10 m de retirado de la base del tronco.

Rompimiento de la diapausa hiberna

Sánchez *et al.*, (2000) cita que la diapausa sigue un curso predecible y sincronizado con el reposo invernal del manzano, por lo que la conclusión de ambos fenómenos ocurre al inicio de la primavera. Durante la primera quincena de marzo las larvas invernantes L5 cambian al estadio de pupa, evento conocido como “rompimiento de diapausa”, el cual coincide con los estadios fenológicos de punta plateada y punta verde en las yemas del manzano e indica el arranque del ciclo biológico, una vez terminado el reposo invernal.

Pupa

Sánchez *et al.*, (2000) menciona que la pupa es de color café claro y se torna más oscura cuando está próxima a emerger como adulto. Se mantiene dentro del capullo de seda y en su interior se generan una serie de cambios morfológicos para dar origen a una palomilla alada, al transcurrir 200 UC desde la L5 hasta la emergencia de adultos.

La pupa mide de 10 a 13 mm de largo, siendo su coloración variable, amarillo a café dependiendo de la edad (Pfadt, 1978). La pupa es de color café oscuro, tipo exareta y en la cubierta del puparium se puede observar, las placas alares y la segmentación del cuerpo.

Peadt (1978) mencionó que el cambio de la larva a pupa se realiza de cuatro a seis días, y el periodo de pupa oscila entre 10 días y 2 semanas, siendo de color café claro a oscuro.

El vuelo de primavera: Primera generación.

El vuelo de primavera consiste en la emergencia de adultos (palomillas) provenientes de la población invernante. Ocurre desde finales de marzo, se incrementa en abril hasta alcanzar su evento pico; y concluye a principios de mayo. La única forma de detectar este evento es mediante la instalación en el huerto de trampas de ala cebadas con feromona sexual codlemone, a partir del 15 de marzo, previo a la floración. La importancia de detectar oportunamente el vuelo de primavera se debe a que su inicio o su evento pico son los puntos de referencia biológicos o Biofix a partir de los cuáles se implementan o pronostican las medidas de control (Sánchez *et al.*, 2000).

El vuelo es crepuscular inicia con la puesta del sol, siempre y cuando la temperatura ambiente sea igual o mayor a 15°C, por lo tanto, en noches frías o lluviosas no se registrarán capturas en la trampa. Con la emergencia y vuelo de los adultos se inicia la etapa de “pre-oviposición”.

Adulto

Es una pequeña palomilla cuya longitud varía alrededor de los 20 mm. de envergadura y 10 mm. de longitud. Las alas anteriores son de un gris cenizo, rayados transversalmente de líneas sinuosas pardo-oscuro presentando en sus extremidades una mancha de color marrón característico (Porta *et al.*, 1969; Alvarez, 1988).

Durante el día permanece inmóvil sobre los troncos de los árboles o en cualquier lugar sombreado, comenzando su actividad al oscurecer y por la noche (Alvarez, 1988).

Las alas posteriores son de color grisáceo uniforme, bordeadas de flecos. El vientre es también grisáceo (Ravel, 1996; Porta *et al.* 1969; Davison y Lyon, 1979).

En esta etapa se tienen completamente desarrollados y funcionales los órganos reproductivos y estructuras relacionadas con el apareo y la oviposición.

La oviposición, incubación y eclosión de huevecillos

El periodo transcurrido entre la oviposición de un huevecillo y su eclosión como larva de primer estadio se llama incubación, y dura 70 UC (de 7 a 12 días). Cada hembra fecundada es capaz de ovipositar de 70 a 120 huevecillos en forma individual, que coloca cerca de un racimo de frutos, en el haz de las hojas, en ramillas o sobre un fruto. Tienen forma de escama, aplastados de un color hialino translucido a crema, su diámetro es de un milímetro y se alcanza a apreciar un punto negro, correspondiente a la cápsula cefálica de la larva. Dado su tamaño, color, forma, y su distribución en la fronda del árbol, resulta difícil detectarlos por lo que su presencia pasa desapercibida. No obstante se puede predecir su presencia contabilizando 50 UC a partir del vuelo pico de adultos (Sánchez *et al.*, 2000).

Los huevecillos de la palomilla de la manzana, son de color aperlados blancos, de forma oval y ovipositados seis semanas después de la floración, en forma individual para evitar la competencia de larvas y depredación (Metcalf y Flint, 1982).

Hathaway *et al.* (1973) establecieron que en promedio de cada seis huevecillos al menos un individuo llegará a ser adulto además señalan que el 17% de hembras adultas no produce palomillas.

Larva

Las lesiones que sufren los frutos son ocasionados por las larvas, que abren galerías en la pulpa y devoran las semillas. Si no se le controla esta plaga hace que más del 25% de todos los frutos estén agusanados cuando se cosechen (Metcalf y Luckmann, 1992).

Sánchez *et al.*, (2000), menciona que una vez que el huevecillo ha sido incubado eclosiona como larva de primer estadio L1, evento que es predecible al acumularse 120 U.C. contadas a partir del vuelo pico de adultos (12 –20 días).

La larva recién emergida, inicia un proceso de búsqueda de frutos donde alimentarse, y al encontrarlo busca un punto por donde penetrar, que por lo regular es el cáliz de la manzana según Jackson, 1982; Newcomer, (1974) menciona que otras penetran por un punto en el que dos frutos se tocan, o en el que una hoja está en contacto con el fruto; e incluso, otras penetran horadando la parte descubierta del fruto. No obstante, durante dicho proceso la larva se ve obligada a vagar por la superficie foliar durante un periodo de 12 a 48 hrs en las cuales está completamente expuesta a enemigos naturales, radiación, lluvia. Es precisamente este el momento oportuno para ejercer acciones de control, que permitan contaminar su ambiente físico con una película residual, con insecticidas convencionales o microbiológicos, por donde la larva se ve forzada a caminar, e ingerir alimento lo que le causará la muerte. Este hábito es precisamente el fundamento para determinar el momento oportuno de aplicación de acuerdo al modelo de pronóstico (Sánchez *et al.*, 2000).

Sánchez *et al.*, (2000) cita que la larva neonata tiene una longitud que no sobrepasa el milímetro, su coloración generalmente es de color crema hialina o blanco marfil, destacando la cabeza (cápsula cefálica) marrón oscura o negra. El

escudo protorácico es también negruzco. Carece de peine anal y las patas falsas abdominales van provistas de pequeños ganchos en número variable de quince a veinticinco.

Una vez que la larva ha alcanzado el fruto permanece sobre su superficie, desde un minuto, hasta varias horas, sobre la epidermis del fruto puede ser vulnerable a varios factores de mortalidad, como el viento, lluvia, ó depredación (Jackson, 1982). El mismo autor señala que antes de iniciar actividad alguna, construye una amplia cámara de entrada para poder penetrar, el tiempo requerido para esto varía considerablemente y depende de la temperatura, luz, variedad del fruto y del vigor de la larva.

Antes de penetrar la larva mordisquea diversos puntos del fruto, además no discrimina frutos ya penetrados, la generación de primavera hace su penetración a través del cáliz o ápice del fruto, las demás generaciones lo hacen por cualquier otro punto (Little, 1963). No obstante puede penetrar por donde una hoja roce a un fruto ó entre 2 frutos adyacentes (Jackson, 1982).

Una vez realizada la penetración, la larva forma una galería en dirección a las semillas, en el transcurso del túnel va retirando los excrementos y parte de la pulpa hacia la parte exterior del fruto. Al exterior se forma un pequeño tapón de excretas observándose como una especie de grumos de color ladrillo a marrón parecido al aserrín (Jackson, 1982).

Desarrollo larval

Sánchez *et al.*, (2000) cita que esta etapa de la biología del insecto comprende desde que la larva de primer estadio encuentra un sitio de penetración, hasta que completa su desarrollo y abandona el fruto dañado (L1 a L5). Su duración es de 160 UC (20 a 30 días) y pasa dentro del fruto por cinco estadios larvales, los cuáles están protegidos de toda acción de control. La larva es capaz de parasitar frutos que van desde un centímetro de diámetro, hasta frutos a punto de ser

cosechados. El punto de penetración preferente es el cáliz de la manzana, pero también pueden penetrar por otros sitios. Una vez traspasada la epidermis de la manzana, muda al segundo estadio e inicia una galería en dirección a las semillas, de las cuáles se alimenta, y traspasa de un lóculo a otro.

La larva completamente desarrollada es de 1 cm. de longitud con un tono rosado, con la cápsula cefálica de color negro a café, cuerpo cilíndrico, patas torácicas y patas abdominales falsas. (Comstock 1950, Coronado y Márquez 1981 y Metcalf y Flint 1982).

La larva se alimenta exclusivamente de la semilla, la cual es el corazón hormonal del fruto, por lo que su destrucción causará su caída. La larva pasará por cuatro estadios larvales, hasta alcanzar el quinto estadio, el cual es de un centímetro de longitud y de un tono rosado, con cápsula cefálica de color café (Williams y McDonald, 1982).

Dentro del fruto la larva está protegida de enemigos naturales, climas adversos, y de cualquier aplicación de insecticidas; su desarrollo requiere de 160 UC las cuáles concluyen a mediados del mes de junio. En la Sierra de Arteaga, la duración del periodo larvario es de aproximadamente 44 a 77 días, dependiendo de factores como nutrición y temperatura (Urbina, 1986).

Newcomer (1974) menciona que una vez terminado su crecimiento la larva abre un túnel hasta la superficie y abandona el fruto. La fruta agusanada es de poco valor comercial, ya que no se conserva por mucho tiempo.

Otra forma de daño, es por una larva que comienza a penetrar al fruto y luego muere, generalmente debido a la ingestión de un veneno de acción lenta que ha sido rociado en el fruto. Las picaduras grandes pueden hacer que el fruto sea calificado como de poco valor o ninguno y las picaduras pequeñas reducirán su calidad (Newcomer, 1974).

Una vez que la etapa larvaria de *Cydia pomonella* ha llegado a L5 sigue el mismo curso con sus diferentes etapas para dar inicio a la segunda generación o vuelo de verano.

Requerimientos térmicos de *Cydia pomonella* L.

Sánchez *et al.*, (2000) menciona que todos los insectos son organismos poiquilotérmicos o de sangre fría por lo tanto dependen de la temperatura ambiente para regular la velocidad de su ciclo biológico.

De esta forma, a temperaturas altas existe mayor desarrollo y los ciclo son más cortos, mientras que a bajas temperaturas el ciclo de vida es más largo. Este proceso ocurre dentro de ciertos límites, lo cual se denomina rango de temperaturas efectivas de desarrollo. Específicamente para la palomilla de la manzana, este rango está definido por el Umbral de Temperatura Inferior (UTI), que es de 12°C y el Umbral de Temperatura Superior (UTS), que es de 34°C. A temperaturas menores al UTI o superiores al UTS no hay desarrollo, por lo que el insecto entra en letargo temporal hasta que se restablezcan las temperaturas propicias y se reactive su fisiología (Sánchez *et al.*, 2000).

Por lo anterior, la duración del ciclo de vida está en función de la temperatura, la cual se expresa en unidades calor. La palomilla de la manzana posee los siguientes requerimientos térmicos de acuerdo a García, (1980). (Cuadro 1).

Cuadro 1. Requerimientos térmicos de *Cydia pomonella* L. por estados de desarrollo según García (1980).

ETAPA	ESTADIOS INVOLUCRADOS	UNIDADES CALOR
Preoviposición	De emergencia del adulto al inicio de la oviposición.	50 U.C.
Incubación	De la oviposición a eclosión de L1	70 U.C.
Desarrollo larval	De L1 a larva desarrollada L5	160 U.C.
Pupa	De L5 a emergencia de adulto	210 U.C.
Ciclo completo	De adulto a adulto	490 U.C.

UTI=12°C

UTS=34°C, Método Seno Doble.

Existe información disponible sobre otros modelos de desarrollo de *Cydia pomonella* L. generadas por la Universidad de California (USA), con variaciones ligeras en sus requerimientos térmicos y umbrales de desarrollo. No obstante, el modelo propuesto por García en 1980 ha sido validado y utilizado ampliamente en México, con excelentes resultados (Sánchez *et al.*, 2000).

Sistema de Predicción por Unidades Calor

Los ecólogos utilizan la acumulación de calor para predecir el efecto de la temperatura en los procesos biológicos con fines de combatir las plagas en los estados más susceptibles de las especies. La acumulación de calor, se expresa en unidades calor (UC) o grados día (°D) y vista en un plano geométrico es el área comprendida bajo la curva de temperatura y los dos umbrales de desarrollo registrada durante 24 horas (Basquerville, 1968).

Vail *et al.*, (1991) señalan que en la palomilla de la manzana se utilizan para fines de pronóstico del desarrollo los umbrales inferior de 10°C y superior de 32.2°C, respectivamente.

García (1989) menciona que los insectos se aquietan por abajo de 10°C y su ciclo se retarda cuando la temperatura es superior a 32°C; las temperaturas entre estos límites se han sido consideradas como temperaturas efectivas de desarrollo.

Por otro lado Pitcairn (1992) concluyó que la palomilla requiere de 595.62 UC para la primera generación, 677.68 y 685.06 UC para la segunda y tercera generación respectivamente, utilizando un UTI de 10°C. Además indica que existen diferencias significativas en la duración del tiempo de generación entre localidades.

Sánchez *et al.*, (2000) menciona que el sistema de predicción pronostica la fecha en que nacerán al menos el 80% de las larvas de 1^{er} estadio, y es momento oportuno donde la aspersión de insecticidas debe realizarse antes de que las larvas penetren al fruto lo cual se alcanza a las 120 U.C., después del vuelo pico (15 a 25 días). Para lograr este objetivo, se toma como referencia el vuelo pico de adultos (Biofix) en las generaciones de primavera y verano, por lo que es indispensable la instalación de trampas con feromona sexual. Además este sistema incluye un monitoreo climático que consiste en registrar diariamente temperatura máxima y mínima, para luego transformarla a unidades calor, lo cual permite establecer el avance del ciclo biológico en un tiempo dado.

Monitoreo climático

Sánchez *et al.*, (2000) cita que el desarrollo de la palomilla está en función de la temperatura, por lo que es necesario contar con un monitoreo de la temperatura máxima y mínima diaria a nivel de finca. Se debe usar un termómetro de máximas y mínimas, o un higrotermógrafo, resguardados en garitas de madera, para evitar que la radiación solar incida directamente en el bulbo o sensor, y marque erróneamente la temperatura del cristal y no la del ambiente. El termómetro de máximas y mínimas es una columna de mercurio en forma de U, donde la columna de la derecha marca la temperatura máxima y la izquierda indica la temperatura mínima del día. Las lecturas se toman diariamente a las 8:00 a.m., y se registra el dato de temperatura que aparece en la base de cada marcador metálico. Después de concluir las

lecturas, se borran con un imán, para luego colocar ambos marcadores sobre las columnas de mercurio.

La información climática obtenida diariamente alimenta el modelo de predicción, el cual transforma los datos en unidades calor para determinar la fecha óptima de aplicación. La acumulación de unidades calor diarias varía de una región a otra y de un mes a otro. Existen valles productores de bajo calor acumulado, como es el caso de la región Jamé, donde el ciclo biológico es más lento en comparación con otras localidades productoras de manzana situadas en la misma región.

Monitoreo biológico

Sánchez *et al.*, (2000) consiste en el registro diario de capturas, para detectar un evento clave de la biología del insecto, que sirve de referencia para pronosticar la ocurrencia del estadio susceptible de ser controlado. De todos los estadios biológicos de la palomilla, el vuelo de adultos es el de mayor facilidad de monitorear. Basta colocar cada 5 a 10 hectáreas una trampa con feromona sexual dentro de la fronda del árbol, a una altura de dos metros, a partir del inicio de la floración y hasta la cosecha.

Monitoreo de poblaciones:- Algunas plagas del manzano como la palomilla de la manzana son difíciles de muestrear directamente; por lo cual es necesario recurrir a métodos indirectos o de cálculo relativo para estimar sus poblaciones, tales como: trampas con atrayente alimenticio, trampas con atrayentes visuales, trampas con feromona sexual e índices de daño (Lozoya y Aguirre, 1986 y NAS, 1978).

Un monitoreo intensivo y cuidadoso de poblaciones de insectos plaga debe realizarse antes de llevar a cabo medidas de control para determinar el tiempo óptimo de aplicación y el tipo de pesticida más adecuado (Howell, 1984). Además la NAS (1978), recomienda no utilizar insecticidas si no se tiene la seguridad de que el insecto esté presente y en cantidades lo suficiente altas para causar daño.

Uso de trampas con feromona sexual:- Con el desarrollo de trampas cebadas con feromona sexual como atrayente, surgió un instrumento de monitoreo muy efectivo para ayudar a programar aspersiones y reducir considerablemente la utilización de plaguicidas (Batiste 1970; Riedl y Croft 1974; Batiste y Berlowitz 1973; Myburgh *et al.* 1974).

Peterson y Amstrong en 1962 y Putman en 1963 (citados por Howell 1972) fueron de los primeros científicos en reportar que los machos de palomilla de la manzana podrían ser atraídos a trampas, si dentro de éstas, se colocaban hembras vírgenes vivas, lo que llevó a corroborar que las hembras producen un atrayente sexual volátil.

Las trampas con hembras cautivas empezaron a utilizarse en forma reducida como instrumento para evaluar la actividad de poblaciones del insecto (Batiste 1970; Batiste y Berlowitz 1973).

Butt y Hathaway (1966) encontraron que extractos obtenidos de cuerpos de hembras vírgenes también atraían machos hacia las trampas, aunque en menor grado. A pesar de ello, la utilización de extractos resultó práctica para monitorear la actividad de la palomilla.

Riedl (1980) enumera ventajas de la trampa con feromona sexual que la hacen actualmente el instrumento más adecuado para supervisión:-

1. Es específica para la especie
2. Es sensible a baja densidad de insectos
3. Los costos de material y trabajo son relativamente bajos
4. El mantenimiento es simple
5. Captura un estado (macho adulto) previo a la etapa dañina (larva), lo cual proporciona un margen de tiempo suficiente para la interpretación, toma de decisiones, y acción.

Las técnicas de monitoreo mediante trampas con feromona sexual han resultado de gran ayuda en sistemas de pronóstico, de reciente desarrollo, para detectar la actividad de palomillas en huertos.

La mayor dificultad al utilizar trampas con feromona radica en interpretar capturas de palomillas machos en términos de actividad y densidad de población (Batiste *et al.* 1973; Riedl 1980^a; 1980b). La magnitud de captura no representa directamente la densidad de población, ya que numerosos factores influyen en la respuesta del macho al estímulo del atrayente: actividad macho y hembra, condiciones ambientales, diseño de trampa, densidad de trampas, índice de liberación de feromona, etc. (Riedl *et al.* 1979).

Antecedentes Historicos del Control Microbiano

Los primeros investigadores que estudiaron los virus ocluidos en poliedros ó granulos fueron Maestri y Cornalia en 1856, y relacionaron la presencia de estas estructuras con el colapso de una población de gusanos de la seda que presentaban la enfermedad; (Faulkner, 1981). En 1926, Paillot describe por vez primera un virus de la granulosis (granulovirus, GV), citado por (Maramorosch y Sherman, 1985). Asimismo en 1934, Ishimori describe por primera vez, a un nuevo tipo de poliedrosis en el gusano de seda, el cual se caracterizaba por formar poliedros ó granulos en el citoplasma de la células infectadas (Hukuhara, 1985), lo que más tarde se conocería como virus de la poliedrosis citoplásmica (vpc).

Con el desarrollo del microscopio electrónico, surge una nueva era en el estudio de los virus entomopatógenos; ya que Bergold en 1947 confirma la presencia de nucleocápsides con forma de bastón dentro de los poliedros ó granulos de baculovirus del tipo de la poliedrosis nuclear (nucleopoliedrovirus, NPV) (Mazzone, 1985). Más tarde, Steinhaus y Thompson en 1949 realizaron las primeras aplicaciones en campo con baculovirus, mediante la introducción artificial del VPN del gusano de la alfalfa (Steinhaus, 1975).

Clasificación de virus entomopatógenos

Los virus de insectos se clasificaron originalmente por la presencia o ausencia de poliedros ó granulos y la morfología del virión. Más tarde se utilizaron los criterios de grupo de hospedero y tipo de tejido que infectan (Poinar y Thomas, 1984; Evans y Entwistle, 1987; Vaughn, 1992). Actualmente los virus patógenos de insectos son clasificados siguiendo los criterios que se utilizan para clasificar los virus de animales, dentro de los cuáles se pueden citar, al tipo de ácido nucleico, la morfología de la partícula, la simetría de las subunidades de la cubierta de proteína la presencia o ausencia de una envoltura que rodea a la partícula, y el tamaño de la partícula (Vaughn, 1992).

La morfología de la partícula es un criterio importante para la clasificación de virus y algunos grupos de virus de invertebrados (incluyendo a los entomopatógenos) presentan la particularidad de que los viriones o nucleocápsides son ocluidos en poliedros ó granulos. A estos se les denomina poliedros en los NPV's (virus de la poliedrosis nuclear) ó CPV's (virus de la poliedrosis citoplásmica), granulos o cápsula en los GV y esferoides para los entomopoxivirus (Adams, 1991). Para los virus entomopatógenos que los presentan, los poliedros ó granulos constituyen una cualidad muy importante, ya que les confieren mayor resistencia a las condiciones ambientales, requerimiento fundamental si se desean desarrollar como agentes de control biológico.

Dentro de los entomopatógenos, los más estudiados y utilizados como agentes de control comprenden básicamente 4 familias:- Baculoviridae, Poxviridae, Reoviridae (todos ellos con virus ocluidos) e Iridoviridae, aunque también existe reportes actuales de virus aún no clasificados dentro de las familias de virus de invertebrados existentes, que podrían tener un alto potencial como agentes de control (Poinar *et al.*, 1991; Allen y Ball, 1992; Cooper y Zhang, 1992; Glare, 1992 citados por Badii *et al.*, 2000).

Familia Baculoviridae

Los virus de esta familia contienen DNA de doble cadena y una partícula viral con forma de bastón o varilla. Estas partículas virales se ocluyen en CO's que se conocen como poliedros o gránulos (Tinsley y Kelly, 1985). Dentro de esta familia se han reconocido básicamente dos grupos: virus de la poliedrosis nuclear o *Nucleopolyhedrovirus* (NPV), y los virus de la granulosis o *granulovirus* (GV). Dentro de los NPV existen dos subgrupos : los virus de la poliedrosis nuclear (NPVS), los cuales poseen una sola nucleocápside por envoltura viral, y los virus de la poliedrosis nuclear múltiple (NPVM) los cuales pueden tener más de una nucleocápside por envoltura.

Los GV son baculovirus cuyo gránulo tiene una forma capsular y poseen únicamente una nucleocápside por envoltura viral y un solo virión por gránulo. Son mucho más pequeños de los NPV's (0.2 a 0.5 micras m).

Los baculovirus se han aislado únicamente de artrópodos, y en mayor proporción de insectos. No existe ningún reporte que notifique la presencia de estos agentes en plantas o animales vertebrados. Se han reportado cerca de 600 especies de insectos que han sido infectados por baculovirus, principalmente del Orden Lepidoptera (Faulkner, 1981; Vlak, 1992; citados por Badii *et al.*, 2000). Esta alta especificidad ha sido una característica fundamental para que los miembros de esta familia presenten el mayor potencial para utilizarse como bioinsecticidas, dentro de los virus entomopatógenos y es la razón por la cual sean los virus entomopatógenos mas estudiados y desarrollados como agentes de control.

Transmisión, infección y síntomas

Casí todos los virus con poliedros ó granulos tienen capacidad para mantenerse en campo por periodos de tiempo considerables, siempre y cuando no estén expuestos a la radiación ultravioleta UV del sol o a agentes químicos degradables. Algunos de ellos, como los baculovirus, son capaces de causar epizootias naturales en poblaciones del insecto hospedero, lo cual produce una gran

cantidad de inóculo para las generaciones subsiguientes, persistiendo en el suelo por largos periodos de tiempo (Thomas *et al.*, 1972; Caballero *et al.*, 1992). Adicionalmente, los poliedros ó granulos que quedan en las hojas de las plantas, después de que la larva muere, pueden ser arrastradas por la lluvia, el viento, o acarreados por vertebrados y por los propios depredadores y parasitoides del insecto susceptible, hacia otras regiones (Hostetter y Bell, 1985).

La ruta principal de entrada de los virus entomopatógenos al hospedero es por ingestión oral o a través de alimento contaminado. Sin embargo, existen otras rutas alternas como son la contaminación de la superficie del huevo (ruta transovum), transmisión dentro del huevo (ruta transovárica) y la infección por medio de parasitoides, durante la oviposición (Granados, 1980; Mazzone, 1985).

Una vez que el virus entra al insecto, llega primero al lumen del intestino medio; dentro de este, debido al alto pH de los jugos intestinales (de 9.5 a 11.5) y a la acción de algunas enzimas hidrolíticas, se degradan los poliedros ó granulos y se liberan los viriones (Granados, 1980). En los baculovirus, éstos se fusionan a las microvellosidades de las células epiteliales mediante su envoltura, y posteriormente las nucleocápsides desnudas se dirigen hacia el núcleo celular, en el cual se replica el virus (Mazzone, 1985; Granados y Williams, 1986; citado por Badii *et al.*, 2000).

Los viriones de los baculovirus presentan 2 fenotipos, durante su infección en el hospedero (Granados, 1980): en el primero, las nuevas nucleocápsides pueden adquirir una envoltura sintetizada *de novo* en el núcleo y se ocluyen dentro de un poliedro ó granulo, éste es el fenotipo conocido como virus ocluido y es el responsable de la transmisión horizontal de los baculovirus. En el segundo, las nuevas nucleocápsides salen del núcleo al citoplasma, para después germinar a través de la membrana celular, adquiriendo una envoltura de naturaleza membranal y son liberados al hemocele. Este es el fenotipo conocido como virus extracelular (VE), El cual es el responsable de la infección sistémica de los tejidos secundarios dentro del mismo insecto.

Los baculovirus atacan a una gran diversidad de tejidos, como el adiposo, la epidermis, la matriz traqueal (traqueoblastos), los hemocitos, la hipodermis, etc. (Badii *et al.*, 2000).

Las larvas infectadas con baculovirus no presentan síntomas durante los primeros días después de la infección, e incluso crecen en forma normal (y a veces más de lo normal). Posteriormente se observa un cambio en el comportamiento del insecto, ya que sus movimientos son más lentos, deja de comer y el crecimiento se detiene (Mazzone, 1985; Granados y Williams, 1986.; citado por Badii *et al.* 2000). La larva se torna blanquecina y opaca, debido principalmente a la infección masiva del tejido adiposo, para posteriormente perder la integridad tisular. Finalmente, la larva migra hacia las partes altas de la planta y muere, y el exoesqueleto se decolora y reblandece hasta romperse y liberar un fluido blanco-grisáceo, que contiene poliedros ó granulos en elevadas concentraciones. La larva muerta queda colgando generalmente de las propatas en una posición de V invertida, lo cual es un comportamiento que favorece la dispersión del virus en el medio ambiente.

Uso del virus de la granulosis en pruebas de campo

En 1926, Paillot; citado por DeBach (1981). observó una enfermedad en el gusano europeo de la col, *Pieris brassicae*, caracterizada por la presencia, en las células infectadas, de numerosas inclusiones granulares pequeñas. El la designó como "pseudograsserie"; pero ésta y otras 30 infecciones se conocen como "granulosis". Únicamente han sido observadas en larvas de lepidoptera.

Comparada con la poliedrosis nuclear, los síntomas de la granulosis son más notorios, varían de acuerdo a la especie hospedera, y la larva enferma es menos activa que la larva sana, más flácida y toma un aspecto pálido translúcido. El periodo desde la infección a la muerte varía de 6 a 20 días (DeBach, 1981).

Los principales tejidos afectados por la granulosis son el tejido adiposo, la epidermis, y frecuentemente la matriz traqueal y las células de la sangre.

Hay algunas dudas de sí el virus se desarrolla en el núcleo o en el citoplasma de las células afectadas. Algunos científicos creen que hay una dicotomía y que algunas granulosis pueden ser llamadas granulosis nucleares y otras granulosis citoplásmicas. En cualquier caso hay una acumulación de pequeños cuerpos granulares incluidos, llamados "capsulas", cada una de las cuáles contiene una partícula virosa. Estos cuerpos incluidos helipsoidales tienen un tamaño de cerca de 200 por 500 milimicras. En las células grasas éstas capsulas pueden juntarse en vacuolas o "burbujas" de varias micras de diámetro. (DeBach, 1981).

Los tejidos infectados eventualmente se desintegran y el cuerpo fluido de la larva se llena con las inclusiones.

En todas las granulosis que se han estudiado, cada cápsula contiene típicamente una partícula virosa de forma bacilar. Poseen membranas íntima y de desarrollo; pasan por diferentes estados de crecimiento. En tamaño varían de 40-80 milimicras de ancho por 200-300 de largo. Tanada (1956a) citado por DeBach, (1981) sugiere que el virus está formado por 2 componentes, una porción infectiva y una porción de invasión.

Evaluación del virus de la granulosis en campo

Jaques *et al* 1994 señalan que *Cydia pomonella*, es la mayor plaga de manzanas en huertos Canadienses, es susceptible para un virus de la granulosis (CpGV). En pruebas de campo en 1990-91 con formulaciones diferentes de CpGV en Ontario, sobre 2 generaciones de *C. Pomonella* al año, encontraron que 7 aplicaciones de virus fueron necesarias para mantener el porcentaje de fruta con penetraciones profundas por debajo de 4 %. En Nueva Escocia donde se presentó una sola generación de *C. Pomonella* al año, fueron necesarias 2 aplicaciones de CpGV y algunos casos, una sola aplicación fue suficiente. La protección de fruta con

CpGV es igual al de los insecticidas organofosforados, azinphos-methyl o phosmet, en algunas pruebas.

El uso de virus en el control de plagas es revisado con referencia especial para el control de *Cydia pomonella* en manzana usando virus de la granulosis. El potencial de este método es promisorio a pesar de problemas comunes como la estandarización y confiabilidad, dificultades de producción en escala industrial, la falta de interés de los agricultores en las técnicas innovadoras, y la falta de interés de los consumidores, quienes están más preocupados por la apariencia del fruto que con su inocuidad (Forti y Joriatti, 1988).

Brain y Glen desarrollaron un modelo en laboratorio y campo para describir el efecto de la concentración del virus de la granulosis (CpGV) y tiempo de inicio de infección en el porcentaje de larvas muertas de *Cydia pomonella* en laboratorio. El modelo también describió el efecto de la concentración CpGV en campo y el sitio de penetración sobre la reducción del daño causado por larvas de *C. Pomonella*. En ambos casos el modelo predice que el efecto de CpGV aumentará conforme se incrementa la del virus en 1/10 th. El Tiempo Letal 50 (TL50) en larvas está inversamente relacionado a la concentración del virus en el laboratorio. A mayor concentración se reduce el tiempo de muerte y viceversa. El modelo predice el umbral de concentración de muerte para larvas de todos los estadios larvales, dependiendo de los sitios de penetración, si es lateral, o a través del cáliz o cerca del tallo. El efecto del sitio de entrada tiene que ver con las concentraciones bajas del virus y con su efectividad.

La eficacia de Carpovirus, un pesticida microbiano virus de la granulosis, para el control de *Cydia pomonella* fue determinado en una serie de experimentos en manzanas y peras durante 1990-95 en Francia. El virus puede ser utilizado como una alternativa para otros métodos de control en la agricultura orgánica o manejo

integrado. El uso de carpovirus requiere de monitoreos precisos, y, el análisis de fruta al final de la primera generación (Baudry *et al* 1996).

Charmillot 1995 señala que estudios basados en Suiza y en el sur de Tyrol (Italia) se obtuvieron recomendaciones para el control de *Cydia pomonella* en manzana usando la técnica de interrupción de copula e insecticidas microbiales conteniendo el virus de la granulosis. El tamaño de las parcelas y las condiciones relatadas para la interrupción de la copula se discuten con énfasis al momento de la colocación de los dispensadores de la feromona (Ecopom). Para el control microbiano, las formulaciones Madex, Granupom y Carpovirus están aprobados para el uso en Suiza.

Mantinger *et al* 1992 realizaron pruebas en Austria entre 1985-90 con *Cydia pomonella* y el virus de la granulosis en el tortricido de la manzana. El insecticida microbiano fue casi tan efectivo como el insecticida diflubenzuron que es un regulador del crecimiento. Por su parte Fritzsche *et al* 1991 encontró resultados similares del virus de la granulosis sobre *Cydia pomonella* en Alemania.

Charmillot *et al* 1991 ensayaron dos formulaciones del virus de la granulosis (Madex 3 y Granupom) comparados con fosalone y clorpirifos-metil en Suiza. Se encontraron resultados similares en los cuatro tratamientos; además se evaluó la persistencia de los cuatro insecticidas sobre larvas neonatas colocadas sobre manzanas tomados de las parcelas tratadas y no tratadas con una periodicidad semanal. A la dosis completa los insecticidas microbiales reducen a 85 % su efectividad en pocos días y se reduce al 50 % en 15 días. Por su parte la eficiencia de los insecticidas organofosforados es del 100 % después del tratamiento y decrece al 50 % después de 29 días para clorpirifos-metil y 42 días para fosalone.

Jaques, 1990 realizó pruebas con el uso del virus de la granulosis para el control de *Cydia pomonella* en manzanas en Canadá. El virus tuvo que ser aplicado en una dosis de al menos 5×10^{12} GIB/ha para ser efectivo. Tres aplicaciones fueron precisadas en regiones donde hubo una generación anualmente y de 5 a 7 aplicaciones donde se presentaron 2 generaciones. Los estudios preliminares indicaron que 50 % de inactivación del virus ocurrió después de 2 días de asperjado en el follaje y 80 % después de 10 días.

Información técnica de granupom

Nombre comercial:- Granupom Insecticida Biológico.

Nombre común:- Virus de la Granulosis de *Cydia pomonella*.

Tipo de formulación:- Suspensión acuosa.

Concentración:- CpGV 2.2×10^{13} /lt.

Cuando y como aplicar Granupom

Para ser eficaz, el insecticida microbial Granupom debe ser ingerido por la larva y por lo tanto ser asperjado antes de que las larvas penetren la fruta. El control óptimo de la palomilla de la manzana ocurre cuando las larvas de 1er estadio, están próximas a nacer por lo que es preferible comenzar a rociar Granupom desde la etapa de huevo de primera generación y repetir tratamientos dirigidos a través de los huevecillos de cada generación para asegurarse de que todas las larvas estén expuestas al Granupom. Los huevecillos que se ponen en cada generación se puede determinar mediante los servicios informativos, que notifican a los productores la incidencia de la palomilla de la manzana. Puesto que las palomillas inician la ovipostura después de su aparición, es también posible determinar cuando iniciar los tratamientos de Granupom en base a las capturas de las palomillas en trampas con feromona sexual. En la segunda generación de la palomilla durante el verano, es necesario repetir los tratamientos.

Dosis

Se inicia con una dosis de 300 ml por ha en 1000 litros de agua para la cubierta óptima del follaje. Se repite la dosis cada 10 a 14 días. Durante periodos calientes y asoleados la radiación ultravioleta hace inactivo el virus granuloso. Por lo que es necesario repetir tratamientos cada 7 días. Bajo condiciones lluviosas, el uso de Granupom es suficiente cada dos semanas.

La temperatura óptima del almacenaje para Granupom es 5°C. Se debe evitar temperaturas por abajo de 2°C ó sobre 30°C. El pH de la solución debe oscilar entre 6.5 y 7.5.

Acción

Granupom es una preparación biológica del virus de la granulosis en *Cydia pomonella* L. las larvas de primer estadio de la palomilla ingieren el virus al comer partes tratadas de una planta. En el sistema digestivo de una larva infectada, el virus se multiplica extremadamente rápido y causa lesiones; la larva llega enfermarse dentro de pocos días y muere. Las larvas muertas por el virus se descomponen totalmente.

Granupom es muy específico; solamente afecta a la palomilla de la manzana en sus etapas larvales pequeñas. Granupom no tiene ningún efecto secundario dañino y no deja ningún residuo. Puede ser utilizado momentos antes de cosecha de la fruta, ya que su intervalo de seguridad es de un día.

Fuente: <http://207.5.71.37/biobest/nl/producten/biopesticiden/granupom.htm>

MATERIALES Y METODOS

Descripción de la Zona de Estudio y Croquis de Localización

El municipio de Arteaga, se localiza en la parte sureste del estado de Coahuila, el cual se encuentra enclavado en la zona montañosa que forma parte de la Sierra Madre Oriental, que se le denomina comúnmente como la Sierra de Arteaga. Colinda al norte con el municipio de Ramos Arizpe y el estado de Nuevo León; y al sur con el municipio de Saltillo, con una extensión territorial de 1486 km².

El estudio se realizó en el rancho Buenavista, el cual se ubica en la congregación Jamé, Municipio de Arteaga, Coahuila., en un lote de la variedad Red Delicious de 30 años de edad. (Ver croquis de localización del sitio experimental en la figura 1).

Tratamientos y Diseño Experimental

Para la realización del experimento se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos y seis repeticiones, conformándose en total 30 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió de dos árboles de manzano variedad Red Delicious de 30[±] 5 años de edad, cuya fronda fue asperjada y sus frutos evaluados para establecer diferencias entre tratamientos.

De los cinco tratamientos establecidos, tres fueron a base del virus de la granulosis (Granupom M.R.) a las concentraciones sugeridas por el fabricante, un tratamiento a base de *Bacillus thuringiensis* (Bt) a la dosis recomendada comercialmente para lo cual se utilizó Xentari (Gránulos dispersables) y se incluyó un testigo sin aplicación de insecticida. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tratamientos a evaluar para el control de *C. pomonella*.

Tratamiento	Producto	Dosis por ha./1000 L de agua
1	Granulovirus	150 c.c.
2	Granulovirus	300 c.c.
3	Granulovirus	600 c.c.
4	<i>Bacillus thuringiensis</i>	750 grs.
5	Testigo absoluto	Sin aplicación

Croquis del experimento



Fechas de Aplicación

Para pronosticar el nacimiento de larvas de primer estadio se recurrió al sistema de predicción por unidades calor a partir del punto de referencia biológico (Biofix) establecido en el modelo grados-día para la palomilla de la manzana, (Sánchez *et al.*,2000).

Para tal fin se instalaron 2 trampas de ala de la marca Biolure cebadas con codlemone 1x para registrar el vuelo pico de palomillas de la generación invernante. Una vez registrado el vuelo pico se pronosticó la fecha en que se acumularon 120 unidades calor (UC), momento en la cual eclosionan los huevecillos. Las trampas se revisaron dos veces por semana mientras duró el experimento.

Para la aplicación del método de predicción, se utilizaron los datos de temperatura máxima y mínima diarias de la estación meteorológica de la CONAGUA, ubicada en el poblado de Jamé. El calculo de unidades calor diarias se realizó usando una tabla precalculada por medios – días con el método seno doble usando un UTI de 12 °C y un UTS de 34 °C.

Los 5 tratamientos fueron aplicados en tres ocasiones cada uno a modo de cubrir el periodo de eclosión de huevecillos de la generación invernante.

- 1^{ra} aplicación: al acumularse 120 U.C. después del Biofix (3 de mayo).
- 2^a aplicación: 8 días después de la primera (12 de mayo).
- 3^{ra} aplicación: 8 días después de la segunda (20 de mayo).

Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una aspersora de mochila de acción manual con capacidad de 15 L. de mezcla y calibradas para asperjar un gasto de 1000 L/ha. El follaje se cubrió a punto de goteo y se agregó 0.5 % de azúcar para mejorar la ingestión de la plaga en los tratamientos a base del granulovirus.

Método de Evaluación

Para medir la eficiencia de los tratamientos durante las tres fechas se realizaron muestreos cada 8 a 10 días después de cada aplicación donde se evaluó el porcentaje de frutos dañados. La evaluación visual consistió en revisar 100 frutos tomados al azar por árbol en cada fecha de muestreo, contabilizándose aquellos que presentaron perforaciones con excretas al exterior como criterio de daño, los cuales se cortaron para cuantificar el número de larvas vivas y muertas.

El criterio de daño usado, fue frutos que presentaban externamente la acumulación de excretas en el cáliz o en cualquier punto externo del fruto. Para verificar el daño de estos frutos se partieron para confirmar la presencia de galerías internas y la presencia de la larva. Los datos obtenidos expresados en por ciento fueron transformados para su análisis a la función arco-seno raíz cuadrada del porcentaje. Posteriormente se procedió a su análisis de varianza y la prueba de comparación de medias por Tukey al 0.05 de significancia.

Calendarización de Actividades del Estudio

FECHA	ACTIVIDADES
25 Marzo, 03	Marcaje de parcelas, Instalación de trampas
5-10 abril	Vuelo pico esperado de la generación invernante (Biofix)
20 abril	Predicción de fecha de aplicación de la 1 ^{ra} aspersion
3 mayo	Fecha de 1 ^{ra} aplicación
12 mayo	1 ^a evaluación de daño
12 mayo	2 ^a aplicación de tratamientos
20 mayo	2 ^{da} evaluación de daño
20 mayo	3 ^{ra} aplicación de tratamientos
30 mayo	3 ^{ra} evaluación de daño
1 de junio	Análisis estadístico

RESULTADOS

En el cuadro 3 se presentan los valores promedio del porcentaje de frutos dañados con larvas vivas en las 3 fechas de muestreo. La primera columna corresponde a la fecha del muestreo (12 de mayo) de la primera aplicación donde se observó que los niveles de daño fueron bajos en general para los cinco tratamientos en el estudio. Debido a la información que arroja el análisis estadístico los tratamientos se presentan en dos grupos estadísticos diferentes. Los tratamientos marcados con la letra "A" donde se incluyen el testigo absoluto y el *B. thuringiensis*, son los tratamientos con mayor nivel de daño expresado en porcentaje de frutos barrenados con larvas vivas que varían de 1.2 a 1.7 %. Los tratamientos marcados con la letra "B" incluyen al virus de la granulosis a sus tres dosis los que son estadísticamente diferentes al primer grupo al presentar los niveles de daño más bajos los cuales oscilan entre 0.22 y 0.28 por ciento de frutos dañados con larvas vivas.

En la fecha de muestreo (20 de mayo) que corresponde al efecto de la segunda aplicación se presentan los daños ocurridos los cuales están registrados en la columna número dos, (Cuadro 3) donde el análisis estadístico presenta dos grupos diferentes marcados con la letra A y B. Los tratamientos que aparecen marcados con la letra A son el testigo absoluto y el *B. thuringiensis* que registraron el mayor porcentaje de daño con presencia de larvas vivas el cual osciló entre 3.3 y 5.6%. Por su parte los tratamientos a base de granulovirus presentaron los niveles de daño más bajos (1.1 a 1.6 %) y son estadísticamente diferentes por lo que aparecen marcados con la letra "B".

En la última fecha de muestreo (30 de mayo) que corresponde al efecto de la tercera aplicación el análisis evidenció la presencia de tres grupos estadísticos; donde el testigo absoluto aparece marcado con la letra "A" el cual representa el tratamiento con mayor daño con 10.31 % de frutos dañados con larvas vivas. El *B. thuringiensis* registró un daño intermedio (4.83 %) lo cual aparece marcado con la

letra “B” por lo que es estadísticamente diferente al testigo absoluto y a los tratamientos a base del granulovirus. En cuanto a los tratamientos a base de granulovirus aparecen marcados con la letra C ya que registraron porcentajes de daños muy bajos que oscilaron de 0.1 a 1%.

A lo largo de las 3 fechas de muestreo, todos los tratamientos a base de granulovirus presentaron los porcentajes de daño mas bajos los cuales oscilaron entre 0.16 al 1.6 por ciento de frutos barrenados con larvas vivas.

Cuadro 3. Porcentaje promedio de frutos dañados con larvas vivas de *Cydia pomonella* L. en tres fechas de muestreo en Jame, Arteaga, Coahuila.

Tratamientos dosis en 1000 L de agua	Fechas de muestreo		
	12 de mayo *	20 mayo *	30 mayo*
Testigo absoluto	1.71 A**	5.66 A**	10.31 A**
<i>B. thuringiensis</i> 750 g. (Bt)	1.23 AB	3.33 AB	4.83 AB
Granulovirus 150 mL	0.24 B	1.60 B	1.00 C
Granulovirus 300 mL	0.22 B	1.13 B	0.50 C
Granulovirus 600 mL	0.28 B	1.41 B	0.16 C
% Coeficiente de variación	19.22%	31.12%	22.90%

* Datos transformados a la función arco seno $\sqrt{\%+1}$.

** Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a Tukey al 0.05.

DISCUSION

Durante la realización del estudio de efectividad biológica del virus de la granulosis de la palomilla de la manzana se tuvieron niveles bajos de frutos dañados con larvas vivas. Lo contrario sucedió con el testigo donde se encontró frecuentemente la relación del fruto dañado con presencia de larvas vivas de diferentes estadios. En los diferentes tratamientos con el virus de la granulosis se detectó a lo largo del estudio frutos con daño superficial presentando larvas muertas de primer estadio bajo la epidermis sin que la galería alcance a desarrollarse. Lo descrito indica que el virus sí mató a las larvas neonatas pero requiere de un período de incubación que ocurre en las primeras 36 horas después de la ingestión como lo cita Falcón (1991). Aunque en el trabajo el muestreo se efectuó a los 8 días después de cada aplicación. Durante este tiempo la larva de 1^{er} estadio alcanza a hacer un daño incipiente antes de morir bajo la epidermis del fruto. Este daño es aceptable en esquemas de agricultura orgánica, tanto para fruta en fresco, jugos y puré de manzana. No obstante estos frutos pudieron considerarse como manzanas semiselectas en empaques convencionales dada la notoriedad del punto de entrada de larvas de 1^{er} estadio.

Lo anterior se constató dado que los frutos dañados fueron disectados para verificar si la larva estaba viva o muerta con la ayuda de un microscopio de disección. En muy raras ocasiones la larva alcanzó a penetrar hasta la zona de semillas.

En cuanto al tratamiento a base de *Bacillus thuringiensis* se encontraron frutos con características similares a los observados en los tratamientos a base de granulovirus. Lo anterior indica que el *Bt* también requiere un período de incubación más largo que el del virus, pudiendo detectarse en un tiempo de 48-72 horas. Este es el comportamiento típico de los insecticidas microbiales que requieren un tiempo para matar a la larva como lo cita Beers *et al.*, (1993). No obstante se encontraron

larvas vivas en mayor frecuencia en el tratamiento de *Bt* que en los tratamientos a base de granulovirus.

Dado que los reportes indican que la muerte de la palomilla de la manzana en el primer estadio puede ocurrir después de las 36 horas para el caso de la aplicación del granulovirus y 72 horas para *Bt* es necesario considerarlo en proximas experimentaciones de evaluación de estos bioinsecticidas.

Es importante clarificar entre las diferentes dosis del virus de la granulosis acerca de su comportamiento en larvas neonatas de *C. pomonella* L.; donde se determinó si existía la presencia de frutos dañados con larvas vivas. Para el caso de la aplicación de granulovirus a 150 mL durante las tres fechas de muestreo se comportó con mayor incidencia de frutos dañados con larvas vivas. Lo contrario sucedió a las dos dosis mayores de granulovirus donde se les observó durante las tres fechas de muestreo una menor incidencia de frutos dañados .

Es por ello que para los fines de recomendación de la dosis mas adecuada; y considerando la gran cantidad de insumos que se usan en el cultivo del manzano se recomendaría la aplicación de granulovirus a 300 mL en 1000 L de agua por hectárea repitiendo los tratamientos cada 10 días.

CONCLUSIONES

1. El insecticida microbial a base del virus de la granulosis es efectivo para controlar larvas de *C. pomonella* a las dosis de 150, 300 y 600 mL/ha.
2. No existen diferencias de control significativas entre las tres dosificaciones de 150, 300 y 600 mL de granulovirus en 1000 L de agua por ha en las tres fechas de evaluación de daño.
3. Como resultado del estudio se recomienda usar la dosis de 300 mL por hectárea en tres aplicaciones con intervalos de 10 días a partir de que se acumulen 120 u.c. después del vuelo pico de cada generación.
4. Durante las evaluaciones se detectó daño superficial, encontrándose larvas muertas bajo la epidermis del fruto en los tratamientos a base de granulovirus. Lo anterior implica un daño superficial que afecta la calidad del fruto.
5. El tratamiento a base de *B. thuringiensis* presentó mas daño y presencia de larvas vivas que los tratamientos a base de granulovirus.

BIBLIOGRAFIA

- Adams, J.R. 1991. Introduction and classification of viruses of invertebrates. In: J.R. Adams y J.R. Bonami (eds.). Atlas of invertebrate viruses. CRC Press. Boca Ratón, Florida. Pp 1-8.
- Andrewartha, H.G., and L.C. Birch. 1973. The history of insect ecology. In History of Entomology. De. R.F. Smith. T.E. Mittler, C.N. Smith. Palo Alto, Calif: Annual Reviews. Pp229-266.
- Alvarez, A.S. 1998. Períodos de inducción y rompimiento de diapausa de *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera:Olethreutidae) y su relación con las etapas fenológicas del manzano en Canatlán, Durango, Tesis de Maestría en Parasitología Agrícola. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah. 68 p.
- Alvarez R. S., 1988. El manzano. 5ª Edición. Editorial AEDOS., S.A. Barcelona, España. 431 p.
- Badii M.H., Flores E.A. y Galán W.L.J. 2000. Fundamentos y perspectivas de control biológico. 1ª edición. Editorial Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey NL, México. 447p.
- Basquerville, G. L. and P. Emin. 1968. Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperatures. Ecology 50(3): 514-517.
- Batiste, W.C. 1970. A timing sex pheromone trap with special reference to codling moth collections. J. Econ. Entomol. 63:915-918.
- Batiste, W.C. and A. Berlowitz. 1973. Codling moth and pear psylla: evaluation of insecticides for control on pears in California. J. Econ. Entomol. 66(5): 1139-1142.
- Baudry;O and Corroyer;N, Orts;R. 1996. Carpovirusine and the control of codling moth. Phytoma. No. 482, 22-24.
- Beers, E.H.; Brunner J.F.; Willett, M.J., and Warner, G.M., 1993. Pest Management. A Resource book for the Pacific Northwest. Published by Good Fruit Grower, Yakima. Washington, USA. 276 p.
- Brain-P; Glen;DM. 1989. A model of the effect of codling moth granulosis virus on *Cydia Pomonella*. Annals of Applied Biology. 115: (1,) 129-140.

- Butt, B.A. and D.O. Hathaway. 1966. Female sex pheromone as attractant for male codling moth. *J. Econ. Entomol.* 59(2):476-477.
- Caballero, P; H.K. Aldebis; E. Vargas Osuna y C. Santiago Alvarez. 1992. Epizootic caused by a nuclear polyhedrosis virus in populations of *Spodoptera exigua* in southern Spain. *Biocontrol Science and Technology*, 2(1):35-38.
- Causse, R. 1976. Cocooning sites and winter survival of mature larvae of *Laspeyresia pomonella* L. (Lep. Tortricidae) in modern apple orchards of the lower Rhone Valley. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* 8(1): 83-101.
- Charmillot, PJ; Pasquier, D; Schneider, D. 1991. Efficacy and persistence of granulosis virus, phosalone and chlorpyrifos-methyl in the control of codling moth *Cydia pomonella*. *Revue-Suisse-de-Viticulture,-d'Horticulture.* 23: 2, 131-134.
- Charmillot, PJ. 1995. Possibilities and limitations of control of the codling moth by mating disruption and granulosis virus: Practical recommendations. *Revue-Suisse-de-Viticulture, - d'Arboriculture-et-d'Horticulture.* 27: 2, 76-77.
- Comstock, B. A. 1950. An introduction to entomology. Comstock Publishing Company Inc. EUA. 1064 p.
- Coronado, P.R. y A. Márquez. 1981. Introducción a la entomología, morfología y taxonomía de los insectos. 6ª reimpression. Ed. LIMUSA, S.A., México. 282 p.
- Davison, R.H. and W.F. Lyon. 1979. Insect pest of farm, garden and orchard. John Wiley and Sons. New York. Pp.393-396.
- DeBach. 1981. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. 9ª impresión. Editorial Continental. México. 929 p.
- Evans, H. F. y P. Entwistle. 1987. Viral diseases. In: J.R. Fuxa y Y. Tanada (eds.). *Epizootiology of Insect Diseases.* Wiley and Sons, N.Y. Pp 257-322.

- Falcon, L., 1980. Alternative methods for controlling Codling moth: The use of Granulosis virus. Presentation at Organic farm field day and transition conference. Committee for sustainable Agriculture. Linden, CA.
- Faulkener, P. 1981. Baculovirus. In: E.W. Davidson (ed.). Patogénesis of invertebrate microbial diseases. Allanheld, Osmun Company publishers. Totowa, New Jersey. Pp 3-37.
- Forti-D; Loriatti-C. 1988. Insetticidi di origine microbiologica i virus. Informatore-Fitopatologico. 38: 12, 21-24.
- Fritzsche, R; Geissler,K; Schliephake,E. 1991. Results of experiments with granulosis and nuclear polyhedrosis virus preparations in fruits, vegetables and ornamental plants. Nachrichtenblatt-des-Deutschen-Pflanzenschutzdienstes. 43:5, 92-95.
- García R.R.E., 1989. La palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). Monografía Bibliográfica, Licenciatura UAAAN., 133 p.
- García, S. C. 1980. Método de combate de la palomilla del manzano mediante un sistema de pronóstico de daño basado en la relación fenología manzano-palomilla. VI día del fruticultor INIA-CAESICH. Pp 87-97.
- Granados, R.R. 1980. Infectivity and mode of action of baculoviruses. Biotech. and Bioengineering. 22:1377-1405.
- Hathaway, D. O., L.V. Lydin, B.A. Butt and L. J. Morton 1973. Monitoring mass rearing of the codling moth. J. Econ. Entomol. 64(5):1088-1090.
- Howell, J. F. 1972. An improved sex attractant trap for codling moths. J. Econ. Entomol. 65(2):609-611.
- Howell, J. F. 1984. New pheromone trap for monitoring codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae) populations. J. Econ. Entomol. 77(6): 1612-1614.
- Hostetter, D.L. y M.R. Bell. 1985. Natural dispersal of baculovirus in the environment. In:K. Maramorosch y K.E. Sherman. (eds.). Viral

- insecticides for biological control. Academic Press. Orlando, Florida. Pp. 249-284.
- Hukuhara, T. 1985. Pathology associated with cytoplasmic polyhedrosis viruses. In: K. Maramorosh y K.E. Sherman (eds.). Viral insecticides for biological control. Academic Press. Orlando, Florida. Pp 121-162
- Jackson, D.M. 1982. Searching, behavior and survival of first instar codling moth. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 75 (3):284-289.
- Jaques, R.P. 1990. Effectiveness of the granulosis virus of the codling moth in orchard trials in Canada. Agriculture Canada, Research Branch, Research Station Harrow, Ontario NOR 1 GO, Canada. Vth Congress International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control. 428-430.
- Jaques, R.P; Hardman, J.M; Laing, J.E; Smith, R.F; Bend, E. 1994. Orchard trials in Canada on control of *Cydia pomonella* (Lep: Tortricidae) by granulosis virus. *Entomophaga*. 39: 3-4, 281-292.
- Lozoya, S.A. y L.A. Aguirre U. 1986. Apuntes de entomología: Manejo integrado de los principales insectos plaga en manzano. Boletín UAAAN. Saltillo, Coah. México. 29 p.
- Mantinger, H; Boscheri, S; Paoli, N. 1992. Control of the codling moth with granulosis virus. *Obstbau-Weinbau*. 29: 9, 253-355.
- Maramorosch and K.E. Sherman. 1985. Viral insecticides for biological control. Edition published by Academic Press. USA. 799 p.
- Little, V.A. 1963. General and applied entomology, 3a. Editorial. New York. Pp 263-265.
- Mazzone, H.M. 1985. Pathology associated with baculovirus infection. In: K: Maramorosh y K.E. Sherman (eds.). Viral Insecticides for Biological Control. Academic Press. Orlando, Florida. Pp. 81-120.
- Metcalf, C.L., y W. P. Flint 1982. Insectos destructivos e insectos útiles sus costumbres y su control, 4^a Edición, 15^a . Impresión, Ed. CECSA., México. 1208 p.

- Metcalf F.R. and Luckman H.W., 1992. Introducción al manejo de plagas. Ed. Limusa. México, D.F.
- Myburgh, A.C., H.F. Madsen, I.P. Bosman and D.J. Rust. 1974. Codling Moth (Lepidoptera: Olethreutidae): Studies on the placement of sex attractant traps in South African orchards. *Phytophylactica* 6(3):183-194.
- NAS. 1978. Manejo y control de plagas de insectos: Control de plagas de plantas y animales. 1ª impresión. Editorial Limusa. México. Vol 3. 522 p.
- Newcomer. 1974. Plagas de insectos de los frutales deciduos, en el oeste de los EUA Primera edición. Editorial Centro Regional de Ayuda técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. P. 58.
- Peadt, E.R. 1978. Fundamentals of applied entomology, University of Wyoming USA. 723 p.
- Pitcairn M.J., F.G. Salmo y R.E. Rice; 1992. Environmental entomology: Degree-day forecasting of generation time of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) populations in California. 21(3):441-446.
- Poinar, G.O. Jr. y G. M. Thomas. 1984. Laboratory guide to insect pathogens and parasites. Plenum Press. NewYork.
- Porta M. P., M. Badía S., y J. Mitjana B. 1969. Guía práctica de tratamientos: Peral-manzano. DILAGRO - Ediciones, Lérida, España. Pp. 29-31.
- Pfadt, E.R. 1978. Fundamentals of applied entomology 3ª, Ed. Mcmillan Publishing Co. Inc. New York. P 72-73.
- Ravel D. G. , 1996. Nuevo tratado práctico de fruticultura. Ed. Blume. Barcelona España. P 455-456.
- Riedl, H. and B.A. Croft. 1974. A study of pheromone trap catches in relation to codling moth (Lepidoptera:Olethreutidae) damage. *Can. Ent.* 106:525-537.
- Riedl, H., S.A. Hoying, W.W. Barnett and J.E. Detar. 1979. Relationship of within- tree placement of the pheromone trap to codling moth catches. *Environ. Entomol.* 8:765-769.

- Riedl, H. 1980. Monitoring and forecasting methods for codling moth management in the United States and Canada. Environmental Plant Protection Organization Bulletin. 10(2): 241-252.
- Sánchez, V.M., Cerda, G.P.A., Martínez, D.F., Landeros, F.J. 2000. Manejo integrado de la palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L: Manual para productores. UAAAN. Saltillo Coah. 34 p.
- Steinhaus, E.A. 1975. Disease in a minor Chord. Ohio State University Press: Columbus, USA.
- Tinsley, T.W. y D.C. Kelly. 1985. Taxonomy and nomenclature of insect pathogenic viruses. In:K. Maramorosh y K.E. Sherman (eds.). Viral insecticides for biological control. Academic Press. Orlando, Florida . Pp. 3-25.
- Thomas, D.E., C.F. Reichelderfer y A.M. Heimpel. 1972. Accumulation and persistence of a nuclear polyhedrosis virus of the cabbage looper in the field. J. Invert. Pathol. 20:157-164.
- Urbina, M.M. 1986. Tabla de vida del fruto del manzano *Pyrus malus* y ciclo de vida de *Cydia pomonella* en el Tunal, Arteaga, Coah. Tesis profesional UAAAN Saltillo, Coah. 62 p.
- Vail, P.V., W. Barnett, D.C. Cowan, S. Sibbett, R. Beede, and J.S. Tebbets., 1991. Codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) control on commercial walnuts with a granulosis virus. J. Econ. Entomol. 84(5):1448-1453.
- Vaughn, J.L. 1992. Virus and rickettsia diseases. Pp. 49-85. En: G.E. Cantwell (ed.). Insect diseases. Ann. Arbo. Michigan. Vol. 1.
- Williams, D.G., and G. McDonald 1982. The duration and number of the immature stages of codling moth *Cydia pomonella* L. J. Aust. Entomol. Soc. 21:1-4.

ANEXO

Cuadro 4. Porcentaje de frutos dañados con larvas vivas de *Cydia pomonella* L. al 12 de mayo del 2003 en Jamé, Arteaga, Coahuila.

Tratamientos	Repeticiones *							Σ	
	I	II	III	IV	V	VI			
Granulovirus150 mL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.09	1.49	0.24	
Granulovirus 300 mL	0.00	0.00	0.00	1.0	0.36	0.00	1.36	0.22	
Granulovirus 600 mL	0.00	0.00	0.52	0.0	1.16	0.00	1.68	0.28	
Granulovirus 600 mL	0.00	1.83	0.51	1.05	4.04	0.00	7.43	1.23	
B. thuringiensis 750 g.(Bt)	1.0	1.46	2.36	2.43	2.48	0.55	10.28	1.71	
testigo absoluto									

* En base a 100 frutos observados.

Cuadro 5. Porcentaje de frutas dañadas al transformarlos a la función arco seno $\sqrt{\%+1}$.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
Granulovirus150 mL	5.7400	5.7400	5.7400	5.7400	6.8000	8.3300
Granulovirus 300 mL	5.7400	5.7400	5.7400	8.1300	6.6000	5.7400
Granulovirus 600 mL	5.7400	5.7400	7.0400	5.7400	8.5200	5.7400
B. thuringiensis 750 g.(Bt)	5.7400	9.6300	7.0400	8.3300	12.9200	5.7400
testigo absoluto	8.1300	9.1000	10.6300	10.6300	10.7800	7.2700

Cuadro 6. Análisis de varianza del porciento de frutas dañadas transformados a la función arco seno $\sqrt{\%+1}$.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	48.528931	12.132233	6.0945	0.003
BLOQUES	5	26.082275	5.216455	2.6204	0.055
ERROR	20	39.813477	1.990674		
TOTAL	29	114.424683			

C.V. = 19.22%

Cuadro 7. Comparación de medias por Tukey al 0.05 de significancia

TRATAMIENTO	MEDIA
Testigo absoluto	9.4233 A
B. thuringiensis	8.2333 AB
Granulovirus 600 c.c.	6.4200 B
Granulovirus 150 c.c.	6.3483 B
Granulovirus 300 c.c.	6.2817 B

Diferencia entre medias = 2.4365

Cuadro 8. Porcentaje de frutos dañados con larvas vivas de *Cydia pomonella* L. al 20 de mayo del 2003 en Jamé, Arteaga, Coahuila.

Tratamientos	Repeticiones						Σ	
	I	II	III	IV	V	VI		
Granulovirus 150 mL	4.00	2.00	1.00	0.00	2.00	0.60	9.00	1.60
Granulovirus 300 mL	1.50	2.30	1.00	0.00	0.00	2.00	6.80	1.13
Granulovirus 600 mL	0.50	3.00	4.00	0.00	0.00	1.00	8.50	1.41
B. thuringiensis 750 g.(Bt)	5.50	3.50	1.00	2.00	3.00	5.00	20.00	3.33
testigo absoluto	3.50	3.50	3.00	9.00	6.00	9.00	34.00	5.66

Cuadro 9. Porcentaje de frutos dañados con larvas vivas de *Cydia pomonella* L. al 20 de mayo del 2003 transformados a la función arco seno $\sqrt{\%+1}$.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	V	VI
Granulovirus 150 mL	17.9200	9.9800	8.1300	5.7400	9.9800	7.2700
Granulovirus 300 mL	9.1000	10.4700	8.1300	5.7400	5.7400	9.9800
Granulovirus 600 mL	7.0400	11.5400	12.9200	5.7400	5.7400	8.1300
B. thuringiensis 750 g.(Bt)	14.7700	12.2000	8.1300	9.9800	9.9800	14.1800
testigo absoluto	12.2000	12.2000	11.5400	18.4400	18.4400	18.4400

Cuadro 10. Análisis de varianza del porcentaje de frutos dañados transformados a la función arco seno $\sqrt{\%+1}$.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	196.955566	49.238892	4.4744	0.010
BLOQUES	5	36.312988	7.262598	0.6600	0.660
ERROR	20	220.092285	11.004614		
TOTAL	29	453.360840			

C.V. = 31.12%

Cuadro 11. Comparación de medias por Tukey al 0.05 de significancia

TRATAMIENTO	MEDIA
Testigo absoluto	15.2100 A
B. thuringiensis	11.5400 AB
Granulovirus 150 c.c	9.8367 AB
Granulovirus 600 c.c.	8.5183 B
Granulovirus 300 c.c.	8.1933 B

Diferencia entre medias = 5.7286

Cuadro 12. Porcentaje de frutos dañados con larvas vivas de *Cydia pomonella* L. al 30 de mayo del 2003 en Jamé, Arteaga, Coahuila.

Tratamientos	REPETICIONES						Σ	
	I	II	III	IV	V	VI		
Granulovirus150 mL	4.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	6.00	1.00
Granulovirus 300 mL	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.00	3.00	0.50
Granulovirus 600 mL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.16
B. thuringiensis 750 g.(Bt)	11.00	3.00	2.00	2.00	8.00	3.00	29.00	4.83
testigo absoluto	12.00	9.00	7.89	7.00	12.00	14.00	61.89	10.31

Cuadro 13. Porcentaje de frutas dañadas al transformarlos a la función arco seno $\sqrt{\%+1}$.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES *					
	I	II	III	IV	V	VI
Granulovirus 150 mL	12.9200	8.1300	5.7400	8.1300	5.7400	5.7400
Granulovirus 300 mL	5.7400	5.7400	8.1300	5.7400	5.7400	9.9800
Granulovirus 600 mL	5.7400	5.7400	5.7400	5.7400	5.7400	8.1300
B. thuringiensis 750 g.(Bt)	20.2700	11.5400	9.9800	9.9800	16.4300	11.5400
Testigo absoluto	21.1300	18.4400	17.3600	16.4300	21.1300	22.7900

* En base a 100 frutos observados.

Cuadro 14. Análisis de varianza del porciento de frutos dañados transformados a la función arco seno $\sqrt{\%+1}$.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	776.652100	194.163025	32.2694	0.000
BLOQUES	5	57.791260	11.558252	1.9210	0.135
ERROR	20	120.338623	6.016931		
TOTAL	29	954.781982			

C.V. = 22.90%

Cuadro 15. Comparación de medias por Tukey al 0.05 de significancia

TRATAMIENTO	MEDIA
Testigo absoluto	19.5467 A
B. thuringiensis	13.2900 B
Granulovirus 150 c.c.	7.7333 C
Granulovirus 300 c.c.	6.8450 C
Granulovirus 600 c.c.	6.1383 C

Diferencia entre medias = 4.2360

Cuadro 16. Datos del monitoreo biológico y climático a nivel finca.
 Fruticultor: Sra. Elba Valdés Flores
 Huerta: Buenavista
 Región o Cañón: Jamé Mpio. de Arteaga Coahuila
 Periodo de uso de trampas: 1° Abril a 30 de Abril 2003.

Fecha Día/Mes	Temp.. máxima	Temp. mínima Uc ½ D	Trampa 1	Trampa 2	UCD	UC Ac.	Palomillas/ Trampa/noche
1	18	-3	0	0			
2	22	-1					
3	22	5					
4	19	7					
5	21	3 1.65+1.4	5	9	3.05	3.05	1.75
6	24	7 2.05+2.3			4.25	7.4	
7	25	7 2.55+2.55			5.1	12.5	
8	20	4 1.40+1.25	0	2	2.85	15.15	0.33
9	20	1 1.25+1.15			2.40	17.55	
10	19	4 0.95+1.05			2.00	19.55	
11	18	5 0.85+0.90	3	4	1.25	21.20	1.16
12	20	3 1.30+1.20			2.50	23.80	
13	21	2 1.40+1.36			2.75	26.55	
14	23	4 1.75+1.90	6	10	3.65	30.20	2.66*
15	23	4 1.90+1.90			3.80	34.00	
16	25	5 2.30+2.40			4.7	38.70	
17	20	5 1.30+1.30	1	5	2.6	41.30	1.00
18	29	5 3.30+3.30			6.6	47.90	
19	20	7 1.30+1.40			2.7	50.6	
20	20	7 1.40+1.40	7	11	2.8	53.4	3.00*
21	18	5 1.00+0.90			1.9	55.3	
22	20	8 1.40+1.50			2.9	58.2	
23	20	8 1.50+1.50	0	2	3.0	61.2	0.33
24	23	9 2.20+2.30			4.5	65.7	
25	21	7 1.80+1.65			3.45	69.15	
26 1 ^a Pred.	22	6 1.25+1.80	24	22	3.65	72.80	7.66* Biofix
27	23	6 2.00+2.00			4.00	76.80	
28	25	9 2.45+2.25			5.00	82.00	
29	25	8 3.75+2.65	8	6	5.40	87.40	2.33
30	20	6 1.50+1.35			2.85	90.25	
31							

Continuación Cuadro 16

Fecha Día/Mes	Temp.. máxima	Temp. mínima Ue ½ D	Trampa 1	Trampa 2	UCD	UC Ac. 90.25	Palomillas/ Trampa/noche
1	25	6 2.45+2.45			4.9	95.15	
2	25	5 2.45+2.40			4.85	100.00	
3 1 ^a ap	25	6 2.40+2.45	6	11	4.85	104.85	2.83
4	26	7 2.70+2.80			5.50	110.35	
5	30	7 3.75+3.75			7.50	117.85	
6	30	9 3.75+3.95	18	6	7.70	125.55	4.0
7	30	10 3.95+4.10			8.05	133.60	
8	31	12 4.35+4.75			9.10	142.10	
9	33	11 5.25+5.00	25	12	10.25	152.95	6.16*
10	29	9 4.05+3.75			7.8	160.75	
11	29	10 3.75+3.85			7.6	168.35	
12 2 ^a ap	28	9 3.60+3.50	11	3	7.1	175.45	2.33
13	28	7 3.50+3.25			6.75	182.2	
14	29	9 3.50+3.75			7.25	189.45	
15	30	9 3.95+3.95	9	7	7.9	197.35	2.66
16	29	8 3.75+3.60			7.35	204.70	
17	30	7 3.85+3.75			7.6	212.30	
18	30	7 3.75+3.75	7	2	7.5	219.8	1.5
19	30	8 3.75+3.85			7.6	227.4	
20 3 ^a ap			2	2			1.0
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

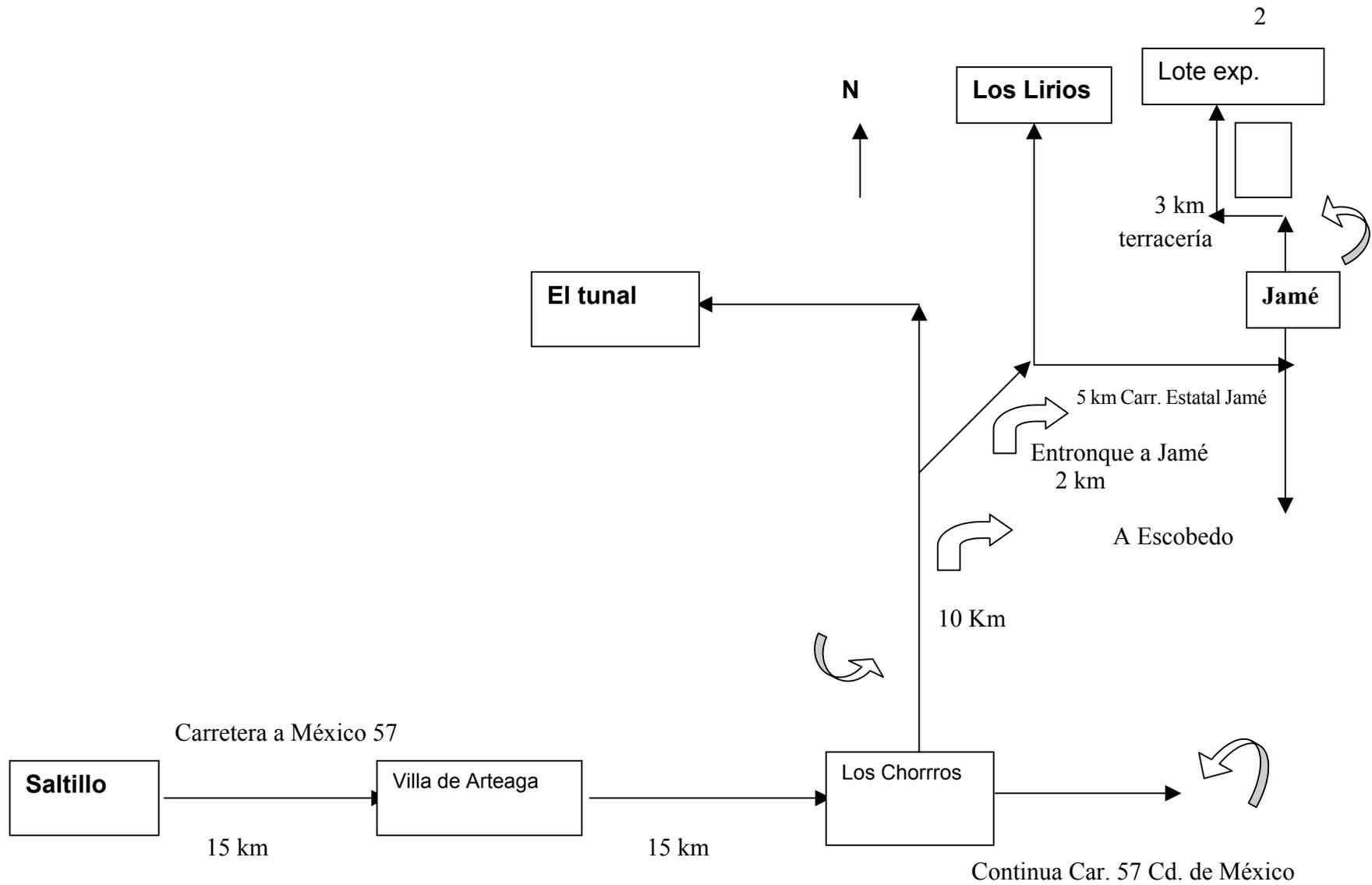


Figura 1. Croquis de localización del sitio experimental