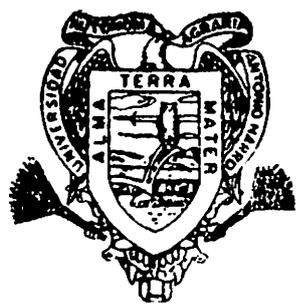


**MONITOREO DEL DESARROLLO FITOLOGICO DEL  
CHILE SERRANO Y SUS PLAGAS PRINCIPALES**

**EDGARDO CORTEZ MONDACA**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA**



**Universidad Autónoma Agraria**

**Antonio Narro**

**PROGRAMA DE GRADUADOS**

**Buenavista, Saltillo, Coah.**

**SEPTIEMBRE DE 1992**

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría como requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA

COMITE PARTICULAR

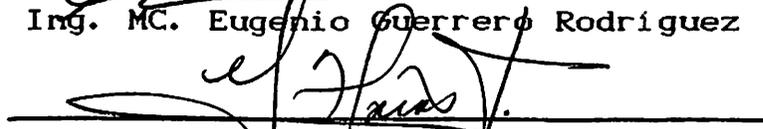
Asesor principal

  
Ing MC. Víctor Manuel Sánchez Valdés

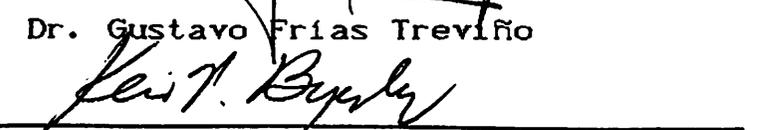
Asesor:

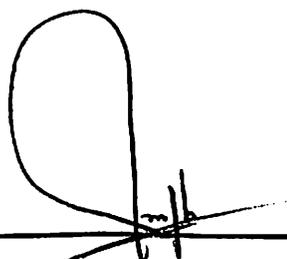
  
Ing. MC. Eugenio Guerrero Rodríguez

Asesor:

  
Dr. Gustavo Frías Treviño

Asesor:

  
Dr. Keir Francisco Byerly Murphy

  
Dr. José Manuel Fernández Brondo  
Subdirector de Asuntos de Postgrado



BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Septiembre de 1992

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado para la realización de mis estudios de postgrado.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, especialmente al Departamento de Parasitología Agrícola por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios de postgrado y por la formación académica que me otorgó.

Al Patronato para la Investigación, Fomento y Sanidad Vegetal del Valle de Santo Domingo, B. C. Sur.

Al Campo Experimental del Valle de Santo Domingo, B. C. Sur, en especial a los compañeros investigadores.

Al Ing. MC. Víctor Manuel Sánchez Valdés, catedrático y asesor principal de mis estudios de postgrado, por su decidido apoyo, orientación y amistad.

Al MC. Eugenio Guerrero Rodríguez y al Dr. Gustavo Frías Treviño, coasesores de mi trabajo de tesis, mis más sinceros reconocimientos por sus aportaciones.

Al Dr. Keir Francisco Byerly Murphy, generador de la idea del trabajo de tesis, coasesor externo y en especial por su amistad.

A los catedráticos del Departamento de Parasitología Agrícola, en especial al MC. Mariano Flores Dávila, al Dr. Oswaldo García Martínez, y al Dr. Luis A. Aguirre Uribe.

A todos los compañeros de estudio, en especial a aquellos con los que compartí la mayor parte de mi estancia: Tomás, Manolo, Julio, Mauricio, Faxtían, Oscar, José Luis, Rubén, Raúl E., José, Miguel, Néstor, Alvaro y Gustavo.

## DEDICATORIA

*A Dios Nuestro Señor, por darme todo lo que tengo.*

*A Lilia, mi esposa, por su apoyo y comprensión, y sobre todo, por su amor.*

*A mis hijos; Edgar Adrián y José Pablo, dueños en gran parte, de mi deseo de superación.*

*Con profundo amor y agradecimiento a mis padres; José Luis Cortés Ramírez y Zenaida Mondaca Vega.*

*A mis hermanos; José Luis, Martha Elizabeth y Brenda del Rosario.*

*A todos mis familiares.*

*A los maestros que han influido decididamente en mi formación profesional.*

*A la agricultura y a los campesinos de México y del mundo. origen y objetivo del quehacer del agrónomo.*

COMPENDIO

MONITOREO DEL DESARROLLO FENOLOGICO DEL CHILE SERRANO Y SUS  
PLAGAS PRINCIPALES

POR

EDGARDO CORTEZ MONDACA

MAESTRIA

PARASITOLOGIA AGRICOLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. SEPTIEMBRE 1992

Ing. M. C. Víctor Manuel Sánchez Valdés -Asesor-

Palabras Clave: *Capsicum annum*, *Bemisia tabaci*, Virus del  
Rizado Amarillo del Chile, *Anthonomus*  
*eugenii*, *Liriomyza sativae*.

El presente estudio se realizó con el objeto de conocer el desarrollo del chile serrano expresado en tiempo cronológico y fisiológico, determinar la relación entre la incidencia de *B. tabaci* y la aparición de síntomas del virus del rizado amarillo del chile (RACH) respecto a la fenología del cultivo y describir la biología de *A. eugenii* y *L.*

*Sativae* en tiempo cronológico y fisiológico, y la relación de sus incidencias con el desarrollo del cultivo. La parcela experimental fue establecida en el ejido "La Leona", Ramos Arizpe, Coah. utilizando la variedad "Tampiqueño 74" en siembra de trasplante. Se realizó un monitoreo biológico y climático de *C. annuum*, *B. tabaci* -RACH, *A. eugeni* y *L. sativae*; de junio a diciembre de 1990.

El inicio de floración y de fructificación ocurrió a los 66 días del trasplante y 679 unidades calor (UC) alcanzando su nivel óptimo a los 101 días y 1003 UC. Los síntomas iniciales del RACH fueron observados al inicio de la floración y se asume que *B. tabaci* transmitió el virus 51 días o 499 UC antes de que los síntomas aparecieran, concluyendo que existió una alta relación vector-enfermedad. *A. eugeni* también se inició a observar al ocurrir en el cultivo la primera floración y fructificación, su ciclo de vida requirió de 187 UC pero el tiempo cronológico para su desarrollo fue muy variable. Por su parte *L. sativae* fue observada desde el trasplante, incrementando su población conforme aumentó el desarrollo foliar del cultivo y requirió de siete días y 109 UC por generación.

Con estos resultados es posible predecir el estado de desarrollo biológico de las plagas en relación con la fenología del cultivo y la temperatura para implementar oportunamente las acciones de control requeridas.

ABSTRACT

MONITORING THE PHENOLOGICAL DEVELOPMENT OF "SERRANO" PEPPER  
AND THEIR KEY PESTS

By

CORTEZ MONDACA EDGARDO

MASTER OF SCIENCE  
IN PLANT PROTECTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. SEPTEMBER 1992

Ing. MC. Victor Manuel Sánchez Valdés -Advisor-

Key Words: *Capsicum annuum*, *Bemisia tabaci*, Pepper Mild  
Tigre Virus, *Anthonomus eugenii*, *Liriomyza*  
*sativae*.

Research was carried out to know the "serrano" pepper development expressed in chronological and physiological time, to determine the relationship between incidence of *B. tabaci* and symptoms appearance of the pepper mild tigre virus (PMTV) related to crop phenology and to describe the biology of *A. eugenii* and *L. sativae* expressed in chronological and physiological time and the relation of incidences with crop development. Plots were established at ejido "La Leona", Ramos Arizpe, Coah. using "Tampiqueño 74"

variety in transplant. Biological and climatic monitoring of *C. annuum*, *B. tabaci*, -PMTV, *A. eugenii* and *L. sativae*; from June to December 1990.

Flowering and fruit set started 66 days after transplanting at 679 heat day units (HDU) reaching its optimum after 101 days at 1003 HDU. Initial PMTV symptoms were observed starting flowering and it is assumed that *B. tabaci* transmitted the virus 51 days before symptoms appeared at 499 HDU, concluding that there is high vector-disease relationship. *A. eugenii* was first observed also at flowering and fruit set and its life cycle was completed at 187 HDU with so variable chronological time. On the other hand *L. sativae* was observed to be present from transplant increasing its population as crop foliar development increased requiring seven days (109 HDU) for each generation.

With these results it is possible to predict pest biological developmental stage in relation with crop phenology and temperature to time required control actions.

## INDICE DE CONTENIDO

|   | Página |
|---|--------|
| INDICE DE CUADROS.....                                  | x      |
| INDICE DE FIGURAS.....                                  | xli    |
| INTRODUCCION.....                                       | 1      |
| REVISION DE LITERATURA.....                             | 5      |
| Cultivo de Chile Serrano.....                           | 5      |
| Virus del Rizado Amarillo del Chile y su<br>vector..... | 9      |
| Barrenillo del Chile.....                               | 21     |
| Mosca Minadora.....                                     | 27     |
| Efecto de la Temperatura en los Insectos.....           | 23     |
| MATERIALES Y METODOS.....                               | 39     |
| Condiciones del Lote Experimental.....                  | 39     |
| Monitoreo Biológico y Climático.....                    | 40     |
| Interpretación y Análisis de Datos.....                 | 47     |
| RESULTADOS Y DISCUSION.....                             | 49     |
| CONCLUSIONES.....                                       | 88     |
| RESUMEN.....  | 93     |
| LITERATURA CITADA.....                                  | 96     |
| APENDICE.....   | 103    |

## INDICE DE CUADROS

| Cuadro No. |   | Página |
|------------|---|--------|
| 4.1.       | Registro del proceso de floración de chile serrano variedad "Tampiqueño 74", expresado en calendario fisiológico y cronológico.....   | 52     |
| 4.2.       | Registro de frutos para corte de chile serrano variedad "Tampiqueño 74" en calendario cronológico y fisiológico.....  | 54     |
| 4.3.       | ✓ Dinámica de desarrollo de frutos de corte a partir de los períodos de floración expresado en escalas de tiempo cronológico y fisiológico en chile serrano variedad "Tampiqueño 74"..... | 56     |
| 4.4.       | ✓ Seriación de eventos fenológicos registrados en el cultivo de chile serrano variedad "Tampiqueño 74".....   | 57     |
| 4.5.       | Desarrollo fenológico por estrato en plantas de chile serrano variedad "Tampiqueño 74".....   | 59     |
| 4.6.       | Intervalos cronológico y fisiológico entre los eventos vector RACH.....   | 64     |
| 4.7.       | Análisis de sitio de monitoreo entre el número acumulado de arribos de mosca blanca y el porcentaje de plantas con síntomas del virus del rizado amarillo del chile.....                  | 67     |
| 4.8.       | ✓ Registro del barrenillo del chile por estado de desarrollo en fructificaciones.....   | 73     |
| 4.9.       | Intervalo cronológico y fisiológico entre los picos de oviposición del <i>Anthonomus eugenii</i> en chile serrano...  | 75     |

| Cuadro No. |  | Página |
|------------|--|--------|
| 4.10.      | ✓ Frecuencia de oviposiciones de <i>Anthonomus eugeni</i> de acuerdo a la longitud de frutos parasitados.....        | 76     |
| 4.11.      | Análisis de varianza en la regresión lineal simple: número de chiles (X), número de barrenillos (Y) por estrato..... | 78     |
| 4.12.      | Desarrollo biológico de <i>Liriomyza sativae</i> en Chile serrano variedad "Tampiqueño 74".....                      | 85     |
| 4.13.      | Análisis de varianza en la regresión lineal simple, número de folíolos (X), número de minadores (Y) por estrato..... | 87     |

## INDICE DE FIGURAS

| Figura No. |  | Página |
|------------|--|--------|
| 4.1.       | Producción de foliolos e incremento de altura en chile serrano variedad "Tampiqueño 74".....   | 51     |
| 4.2.       | Producción de flores y frutos pequeños y de corte en chile serrano variedad "Tampiqueño 74"...   | 54     |
| 4.3.       | Dinámica poblacional de <i>Bemisia tabaci</i> y su relación con la transmisión del RACH. La Leona, Ramos Arizpe, Coahuila.....                         | 61     |
| 4.4.       | Croquis del lote experimental indicando el arribo de <i>Bemisia tabaci</i> . La Leona, Ramos Arizpe, Coahuila.....                                     | 66     |
| 4.5.       | Dinámica poblacional de adultos de <i>Anthonomus eugenii</i> en chile serrano variedad "Tampiqueño 74". La Leona, Ramos Arizpe, Coahuila.....          | 71     |
| 4.6.       | Dinámica poblacional de <i>Liriomyza sativae</i> en chile serrano. La Leona, Ramos Arizpe, Coahuila.....   | 81     |
| 4.7.       | Dinámica poblacional de larvas de <i>Liriomyza sativae</i> y foliolos de chile serrano variedad "Tampiqueño 74". La Leona, Ramos Arizpe, Coahuila..... | 82     |

## INTRODUCCION

El cultivo del chile serrano es una de las especies hortícolas de mayor importancia a nivel nacional, debido a su valor económico, generación de empleos y por su uso en la dieta alimenticia del pueblo mexicano. Lo anterior se refleja en la superficie que se destina a esta hortaliza la cual fluctúa alrededor de 15 mil ha por año, con un rendimiento promedio de 11 ton/ha.

En la actualidad el cultivo se ve amenazado en su permanencia por el gran número de factores limitantes de tipo fitosanitario que son causa de siniestro parcial o total. Entre estos se cita la presencia de enfermedades virales y sus vectores y la presencia de plagas insectiles como el barrenillo del chile y la mosca minadora.

La enfermedad viral que origina un mayor índice de siniestros a nivel nacional es el virus del rizado amarillo del chile transmitido por la mosquita blanca *Bemisia tabaci* Gennadius.

La región chilera de Ramos Arizpe, Coahuila, no es ajena a esta problemática, ya que en el año de 1989 de 327 ha establecidas con chile serrano se siniestraron 135 ha por problemas fitosanitarios, principalmente por rizado amarillo del chile y defoliación prematura del cultivo a causa de mosquita minadora. En 1990 de 350 ha establecidas se siniestraron en forma parcial 76 ha por rizado amarillo del chile. En 1991 de 311 ha se siniestraron 260 ha, 153 en forma parcial y 107 ha en forma total a causa de la enfermedad viral mencionada\*.

En resumen, en la región de Ramos Arizpe, Coah. en los tres últimos años de cultivo de chile se han siniestrado en forma parcial y/o total un promedio del 48.8 por ciento de la superficie establecida por problemas fitosanitarios, principalmente por la enfermedad viral transmitida por mosquita blanca y en menor grado por el daño ocasionado por mosquita minadora y barrenillo del chile.

Por otra parte el barrenillo del chile *Anthonomus eugeni* Cano, continua siendo una plaga importante del chile en todas las áreas productoras a nivel nacional e internacional, dado que hasta la fecha todavía existe imprecisión en los criterios de toma de decisiones en su control.

\* Datos proporcionados por el Centro de Apoyo SARH, Ramos Arizpe, Coah.

En las principales regiones chileras del país como son las Huastecas, Sinaloa, y El Bajío entre otras, se hace un uso intensivo de plaguicidas dirigidos al control de barrenillo, mosca minadora y mosca blanca. La mayoría de los tratamientos siguen un programa calendarizado llegando al extremo de aplicar de 15 a 30 aspersiones con una periodicidad de cada cuatro días. Lo anterior implica fuertes inversiones de costo de control, alto riesgo de contaminación ambiental y de las cosechas, así como una fuerte presión de selección generando poblaciones resistentes a los pesticidas de uso convencional.

A pesar del uso intensivo de plaguicidas se ha incrementado el índice de siniestralidad por lo que es evidente que el control de estas plagas no se basan en un exhaustivo programa de monitoreo, además de que no están bien definidos los criterios de decisión para tomar la acción de control. A la fecha se carece de información sobre la fenología del cultivo y su relación con el arribo y colonización de insectos plaga y enfermedades virales.

Con el deseo de aportar información que permita afinar los criterios de decisión para el manejo de plagas en Chile serrano se realizó el presente estudio con los objetivos siguientes:

1. Conocer el desarrollo fenológico del cultivo de chile serrano expresado en escala de tiempo cronológico y fisiológico.
  
2. Determinar la relación entre la incidencia de *Bemisia tabaci*, y la aparición de síntomas del virus del rizado amarillo del chile con respecto a las etapas fenológicas del cultivo.
  
3. Describir la biología de *Anthonomus eugenii* y *Liriomyza sativae* expresada en tiempo cronológico y fisiológico y la relación de sus incidencias con el desarrollo del cultivo.

## REVISION DE LITERATURA

### Cultivo de Chile Serrano

#### Estadísticas de Siembra

La superficie destinada a este cultivo anualmente en México fluctúa alrededor de 15,000 ha (Laborde y Pozo, 1982; Kuruvadi *et al.*, 1991 y Ramírez, 1989). El área sembrada se distribuye en las siguientes zonas productoras: Rio Verde, S.L.P. (3,000 ha); Estado de Veracruz, (2,700 ha); Santiago Ixcuintla, Nay. (2,500 ha) y Cuenca baja del Río Pánuco, principalmente en el sur de Tamaulipas, (2,500 ha), estas regiones contribuyen con más del 80 por ciento de la producción nacional. En menor escala se cultiva en otras regiones como Puebla (830 ha), Nuevo León y Coahuila (500 ha), Jalisco (300 ha), Sinaloa (200 ha), Sonora (200 ha) y otras de menor importancia (Laborde y Pozo, 1982).

A través de los ciclos agrícolas la superficie dedicada al chile serrano es variable pero tiende a decrecer en algunas regiones como el sur de Tamaulipas dada la fuerte incidencia del virus rizado amarillo del chile (Agromundo,

1989). Para el ciclo de siembra 1988-1989 se reportó una superficie de siembra de 4,500 ha, de las cuales Sinaloa sobresale con 2,927 ha; Sonora con 1,021 ha; Tamaulipas con 440, el resto se distribuyó en Coahuila y Jalisco (Agromundo, 1989).

En la región chilera de Ramos Arizpe, Coah. en el ciclo de siembra 1989 se establecieron 327 ha, en 1990, 320 ha y en 1991 se registraron 311 ha\*.

### Fenología

Rodríguez (1989) indica que la fenología se refiere a los cambios fisiológicos y morfológicos que ocurren durante el ciclo de vida de un organismo de sangre fría. En el caso de las plantas, la germinación, el crecimiento vegetativo, la floración y la fructificación son etapas fenológicas bien definidas. Para que ocurra cada una de esas etapas dichos organismos requieren de un tiempo que a su vez depende de la temperatura. Dado que el tiempo expresado en calor acumulado es más o menos constante es posible utilizar el concepto de desarrollo fenológico como una función del calor acumulado. Se especifica que cada organismo posee un umbral inferior, un umbral superior y un rango de temperaturas efectivas de desarrollo, según sea el organismo

---

\*Datos proporcionados por el Centro de Apoyo, SARH, Ramos Arizpe, Coah. en 1992.

de que se trate.

Sestak *et al.* (1971) señalan que la temperatura tiene efectos directos cualitativos y cuantitativos en la fotosíntesis y en otros procesos físicos y químico biológicos que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Por su parte, Fi *et al.* (1984) indican que la fotosíntesis y la respiración son procesos íntimamente ligados al crecimiento, y desarrollo de las plantas, y a su vez, de fuerte variabilidad frente a los factores temperatura e intensidad luminosa entre otros. Al aumentar la temperatura aumenta la velocidad de la fotosíntesis, pero cuando este aumento alcanza determinado valor, la temperatura comienza a ser un factor limitante para el proceso fotosintético.

Serrano (1978) indica que las temperaturas críticas para chiles de la especie *C. annum*, son: heladas 0°C, detención del crecimiento 10°C, desarrollo deficiente 15°C; germinación mínima 15°C, óptima 25°C, máxima 40°C, desarrollo óptimo diario a 25°C, máxima 35°C. Por su parte Baker *et al.* (1985) indican para chiles picantes y pimientos una temperatura umbral inferior de desarrollo de 15.5°C.

Uno de los problemas en el área de producción de chile son las altas temperaturas las cuales acortan el

período de producción, las temperaturas altas (más de 30°C) provocan caída de flor, fruto pequeño y reducción en el rendimiento (Levitt, 1980). Por su parte, Bolaño y Aranda (1991) corroboraron lo anterior al encontrar que condiciones climáticas prevalecientes de altas temperaturas principalmente, influyen significativamente sobre la caída temprana de botones florales, flores y frutos pequeños. Wien *et al.* (1988) agregan que otros factores probablemente involucrados son las presencias de algunas plagas, virus o la misma carga del fruto.

El chile serrano tiene mucha variabilidad en cuanto a morfología de la planta presentando hábitos de crecimiento compacto, postrado y erecto con todas sus variantes y su altura varía de 0.40 a 1.50 m. Aún cuando tiende a comportarse como planta perenne en algunas regiones, por lo general su ciclo vegetativo varía de 140 a 240 días y pueden realizarse hasta 10 cosechas económicamente redituables (Laborde y Pozo, 1984).

Ramírez (1989) determinó que los materiales comerciales Tampiqueño 74, Pánuco y Altamira requirieron de 88, 78 y 81 días a floración con una altura de 57, 46 y 64 cm y un rendimiento en ton/ha de 7.42, 15.87 y 12.54, respectivamente. Menciona además que el rendimiento promedio nacional es de 11 ton/ha.

Montes y Tello (1991) mencionan que las plantas de chile serrano se caracterizan por tener bajos rendimientos en el primer y segundo corte en la región de Nuevo León, lo cual corroboraron en un estudio al observar que se tiene un incremento de producción ascendente del 1o. al 4o. corte descendiendo en el 5o. corte.

Es evidente ante las referencias anteriores que no se cuenta en la actualidad con un estudio completo sobre la seriación de eventos fenológicos y su relación con la temperatura.

### Virus del Rizado Amarillo del Chile y su Vector

#### Virus del Rizado Amarillo del Chile

A partir de 1986 en la región chilera del sur de Tamaulipas, mediante algunos estudios experimentales se empezó a sospechar sobre la presencia de una nueva enfermedad viral en el cultivo del chile serrano (Pozo y Quintero, 1988). Posteriormente en la misma región, la enfermedad mencionada fue denominada como "rizado amarillo del chile" (RACH) nombre con el que se le conoce actualmente a nivel nacional (Pozo y Avila, 1989).

Yañez (1990) indica que los síntomas de plantas enfermas con rizado amarillo del chile principalmente y en menor grado en complejo con otros virus en los que se identificó al virus jaspeado del tabaco son: achaparramiento de la planta debido a una reducción del 41 por ciento en la longitud de los entrenudos; distorsión foliar caracterizada por hojas pequeñas en forma redondeada y hojas en forma de cuchara con la nervadura central distorsionada en forma sinuosa de la mitad al ápice de la hoja. También se presenta un mosaico del follaje que va del amarillo pálido al intenso; además de un aborto de flores.

Brown y Nelson (1989) aislaron dos gemnivirus, el de la enfermedad viral el tigre (pepper mild tigre virus) y el del chino del tomate (CdTV), identificado anteriormente en Sinaloa, México. Ambos virus son los causantes de la enfermedad viral que afecta al chile serrano en Tamaulipas, Mex. en complejo con otros virus ya citados anteriormente. Por su parte, Pozo (1990) menciona que está comprobado que esta enfermedad viral (RACH), se transmite en forma semipersistente o persistente, no se transmite por semilla ni mecánicamente y aparte de que también infecta a tomate, no se desarrolla en plantas de la familia cucurbitácea.

Acosta (1989a) indica que los gemnivirus son virus sin membrana lipoproteíca, que poseen partículas poliédricas

generalmente unidas en pares de 18 por 32 nm y ácido desoxiribonucleico (ADN) uncatenado como material genético. La palabra gemnivirus proviene del latín gemini que significa geminado. Su rango de hospedantes se encuentra restringido a unas cuantas especies comprendidas en una o dos familias botánicas. Ante esta limitante han desarrollado un mecanismo que les proporciona una amplia flexibilidad genética para adaptarse a nuevas regiones con distintos biotipos del vector, variedades y especies vegetales.

Por otra parte, Acosta (1989b) señala que para clasificar la forma de transmisión de un virus por insectos de acuerdo al tiempo en que el insecto permanece virulífero después de que lo ha adquirido se tienen tres tipos: transmisión persistente donde el insecto requiere de un período de alimentación efectiva de por lo menos cinco minutos tanto como para adquirirlo como para inocularlo. Entre la adquisición y la inoculación existe un período latente de varias horas en que el virus no es transmitido.

Transmisión no persistente donde el virus es adquirido en un período de alimentación de segundos e inoculado en un tiempo más o menos igual y no existe un período latente detectable.

Transmisión semipersistente, donde el insecto deja de transmitir el virus después de varios días de haberlo adquirido y un incremento de minutos u horas en el período de adquisición corresponde a un incremento en el por ciento de transmisión y a un período de retención más prolongado.

Yañez (1990) en un estudio realizado en el sur de Tamaulipas, determinó que los virus presentes en chile serrano son el rizado amarillo del chile, el jaspeado del tabaco (VJT), el mosaico del pepino (VMP) y el mosaico del tabaco (VMT) y que el RACH predominó en un 75 por ciento seguido del VJT en un 19.0 por ciento, el 6 por ciento restante fue debido al VMP y al VMT. Por otra parte, Terán y Cruz (1991) señalan que el gemnivirus del rizado amarillo del chile causa pérdidas hasta del 100 por ciento en la región de las huastecas (sur de Tamaulipas).

En la región chilera de Ramos Arizpe, Coah. a partir del año 1989, lotes completos de este cultivo se siniestraron en forma parcial y total por el daño de la enfermedad del rizado amarillo del chile. De 988 ha establecidas en los tres últimos años (1989-90 y 91) se han siniestrado 249 en forma parcial y 242 ha en forma total, principalmente por la enfermedad mencionada\*.

---

\* Datos proporcionados por el centro de apoyo SARH, Ramos Arizpe, Coah.

Pozo y Quintero (1990) especifican que el daño de la producción y calidad del chile serrano por virosis (RACH) es mayor conforme menor sea la edad del cultivo infectado y que en general las siembras tardías tienen más riesgo de ser infectadas.

### Mosquita Blanca

Las mosquitas blancas son pequeños insectos chupadores del orden homóptera, de la familia *aleyrodidae*, el adulto tiene alas blancas, apéndice y cuerpo de color amarillo. Miden en promedio 0.93 mm de longitud por 0.27 mm de ancho. Tienen tarsos de dos artejos y antena de siete segmentos. Los adultos copulan varias veces y la hembra oviposita en el envés de las hojas, colocando los huevecillos al azar en posición vertical (Ortega y González, 1989).

Los huevecillos tienen forma de huso, con el polo superior más agudo que el basal donde se unen a un pedicelo, y son de color verde pálido recién ovipositados. Posteriormente se tornan café oscuro, presentan corión completamente liso y brillante, miden de 0.18 mm de largo por 0.089 mm de ancho y la incubación dura 5.4 días a una temperatura de 30°C (Ortega y González, 1989).

La ninfa es oval y de color blanco con una franja amarilla en la parte media del abdomen, la parte anterior

del cuerpo es más ancha que la posterior, presentan un par de ojos de color rojo, en el extremo posterior se observa un par de cerdas blancas de longitud considerable. Las ninfas al nacer se mueven por un tiempo variable antes de insertar sus partes bucales en un lugar determinado, pero al insertarlas se vuelve sésil. Con el tiempo la ninfa se torna de color verde amarillo, se atrofian sus antenas, los órganos de locomoción y aumentan de tamaño. La fase ninfal en la cual se asemejan a escamas y pasa por varios estadios, donde el primero tiene una duración que varía de cinco a seis días; de dos a cuatro días para el segundo y cuatro a seis días para el tercero (Ortega y González, 1989).

Después del tercer estadio las ninfas pasan a un estado de inactividad y latencia denominado "pupa", durante el cual no se alimenta hasta que llega a estado de adulto. La duración de la fase de pupa dura de seis a 10 horas aproximadamente. El estado ninfal, incluyendo la fase de "pupa" varía de 10 a 14 días con temperaturas que fluctúan entre 20 y 28°C. Así, si la temperatura es de 30°C el tiempo de huevecillo a adulto es de 16.6 días (Ortega y González, 1989).

La temperatura influye grandemente en el desarrollo de este insecto, en general un incremento en la temperatura favorece el desarrollo y actividad reduciendo el tiempo

requerido para completar su ciclo de vida (Ortega y González, 1989).

Acosta (1989a) indica que al mayor número de adultos emerge del caparazón pupal entre las seis y 12 horas de la mañana, pocos adultos emergen durante la tarde y ninguno en la noche. La reproducción de *B. tabaci* es básicamente sexual aunque hembras no fecundadas pueden tener descendencia en forma partenogenética.

Entre el ciclo biológico de *B. tabaci* y el desarrollo de la planta hospedante, existe una sincronización la cual se aprecia en el patrón de distribución de la población de mosquita blanca dentro de una planta infestada. En hojas jóvenes sólo se encuentran adultos y huevecillos, en hojas subsecuentes predomina la fase ninfal, en el período de rápido crecimiento vegetativo, el mayor número de "pupas" se encuentran en las hojas más viejas (Acosta, 1989b).

Dentro de un cultivo la mayor densidad de mosca blanca se encuentra inicialmente en los bordes de la plantación localizados a favor del viento (Acosta, 1989b) ya que aunque la mosquita blanca tiene vuelo dirigido el viento ayuda a su transportación más rápida (Pozo y Avila, 1989).

La importancia de la mosquita blanca se debe por una parte a su daño directo, ya que al succionar la savia de las plantas hospederas llega a causarles un debilitamiento que puede ocasionarles su muerte, sobretodo en sembradíos donde ocurren altas poblaciones. Sin embargo, la mayor peligrosidad de este insecto está relacionada con la transmisión de enfermedades virales, en este caso, no es necesaria la incidencia de poblaciones altas para que la virosis se manifieste, porque la presencia de una población incipiente ocasiona la propagación de la enfermedad en el cultivo (Ortega y González, 1989).

Pozo y Avila (1989) señalan que la mosquita blanca es uno de los principales insectos transmisores de virus en el cultivo de chile en México. Por su parte, Avila y Ascencio (1991) indicaron que el gemnivirus causante de la enfermedad del rizado amarillo del chile es transmitido únicamente por *B. tabaci* cuyas poblaciones en el sur de Tamaulipas tienden a fluctuar en bajas densidades en los meses de julio a octubre y en altas densidades de noviembre en adelante. Por su parte Avila (1990) determinó que en el ciclo de siembra 1989-1990 en el sur de Tamaulipas la población aumentó a partir de la primera quincena de agosto, tres meses antes que el ciclo anterior.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) *et al.* (1989) indican que se han identificado 28 especies de plantas hospederas del vector pertenecientes a 11 familias distintas entre las que sobresalen las familias *compositae*, *cucurbitaceae*, *gramineae* y *solanaceae*. De las 28 spp mencionadas, 10 son hospederas completas y 18 son hospederas temporales que sólo son visitadas por los adultos para fines de alimentación. Probablemente estas sean las más peligrosas porque la acción de transmisión sólo es realizada por el adulto a través de un hospedero a otro.

Según Ortega y González (1989) para estimar la incidencia de esta especie en un cultivo el método más adecuado es el conteo total de ninfas presentes en una sola hoja, pero este es un trabajo muy tedioso y requiere de tiempo. Esto puede ser reducido revisando sólo una parte de la hoja y contando los individuos dentro de ésta, y haciendo una estimación en lugar de un conteo total. No obstante esta técnica no sirve para evitar la transmisión ya que el estado clave de monitoreo son los adultos migrantes.

Por otra parte Gillespie y Quiring (1987) mencionan que el uso de trampas amarillas para la captura de insectos se basa en la respuesta de éstos al color y han sido ampliamente utilizadas en programas de manejo integrado de plagas. En la captura de adultos de mosquita blanca se han

utilizado trampas amarillas con pegamento y los resultados indican que son aptas para detectar la primera invasión, para monitorear las poblaciones y como medida de supresión. De acuerdo con lo anterior, Pozo y Avila (1989) describen que las trampas utilizadas son de 14 cm de longitud y 10 cm de diámetro de color amarillo canario impregnadas con pegamento entomológico (spreader stickem), e instaladas en estacas a una altura mayor a la del cultivo y que sirven como alerta para el cultivo. Mencionan que como medida de supresión se deben colocar cada 5 m<sup>2</sup>, en cabeceras y alrededor del cultivo, especialmente por donde provengan los vientos dominantes ya que generalmente por estos sitios se registra el mayor arribo.

El tamaño de la captura es influenciado por la densidad de la población, actividad de los adultos, condiciones del medio ambiente, edad, estado fisiológico, sitio de la trampa, cultivos circundantes y localización. (Ortega y González, 1989). Por su parte, Acosta (1989) indica que después de altas precipitaciones se registra una reducción de individuos capturados en las trampas, lo que sugiere que se debe al lavado e ineficiencia de la trampa amarilla, muerte de adultos por golpeteo del agua o falta momentánea de refugio. Después de la lluvia generalmente sobreviene una explosión demográfica de mosquita blanca.

utilizado trampas amarillas con pegamento y los resultados indican que son aptas para detectar la primera invasión, para monitorear las poblaciones y como medida de supresión. De acuerdo con lo anterior, Pozo y Avila (1989) describen que las trampas utilizadas son de 14 cm de longitud y 10 cm de diámetro de color amarillo canario impregnadas con pegamento entomológico (spreader stickem), e instaladas en estacas a una altura mayor a la del cultivo y que sirven como alerta para el cultivo. Mencionan que como medida de supresión se deben colocar cada 5 m<sup>2</sup>, en cabeceras y alrededor del cultivo, especialmente por donde provengan los vientos dominantes ya que generalmente por estos sitios se registra el mayor arribo.

El tamaño de la captura es influenciado por la densidad de la población, actividad de los adultos, condiciones del medio ambiente, edad, estado fisiológico, sitio de la trampa, cultivos circundantes y localización. (Ortega y González, 1989). Por su parte, Acosta (1989) indica que después de altas precipitaciones se registra una reducción de individuos capturados en las trampas, lo que sugiere que se debe al lavado e ineficiencia de la trampa amarilla, muerte de adultos por golpeteo del agua o falta momentánea de refugio. Después de la lluvia generalmente sobreviene una explosión demográfica de mosquita blanca.

### Relación Entre la Incidencia del Vector y la Enfermedad

Pozo y Quintero (1988) señalan que en siembras de chile serrano anteriores a la temporada de 1986, en los meses de julio y agosto en el sur de Tamaulipas, la incidencia de enfermedades virales fue muy baja, ya que en esta primera etapa de su desarrollo está libre de áfidos vectores de virus. En los últimos años (a partir de 1986) todas las fechas de siembra son severamente afectadas por virus, incluyendo las antes mencionadas a pesar de no registrarse presencia de áfidos, lo que sugirió la presencia de otros vectores. En un registro de los insectos asociados al cultivo la mosquita blanca fue el insecto con mayor densidad durante todo el año. Fue así como se obtuvieron las primeras evidencias experimentales de que *B. tabaci* actúa como vector de virosis en chile en 1986. Posteriormente, se confirmó que dicho insecto transmite en forma persistente o semipersistente una enfermedad de tipo viral denominada rizado amarillo del chile (RACH) cuyos síntomas son similares a los de plantas infectadas en campo.

Avila (1988) señala que se requieren de cinco a 15 minutos de exposición de la planta a mosquita blanca, para que el virus se transmita, por lo que se podría considerar como virus semipersistente.

La infección de un lote comercial de chile serrano depende de la fecha de establecimiento del cultivo y de la fluctuación del insecto vector. Estudios hechos en el sur de Tamaulipas han permitido definir la dinámica poblacional del vector y aunque de un año a otro puedan existir pequeños cambios la tendencia es la misma. Se ha observado que el incremento de la población de mosca blanca coincide con el aumento de las infecciones virales de RACH en chile serrano. Pero estas observaciones no consideran la existencia de un período de incubación. Para la fecha de siembra del 31 de agosto se alcanza el 100 por ciento de infección a los cinco meses después de la siembra; para la fecha de siembra del dos de diciembre la infección se registra a los 60 días después de la siembra y sólo se requiere de 45 días para la tercera y cuarta fecha del 10. de febrero y cinco de abril respectivamente (SARH *et al.*, 1989).

Posteriormente para la misma región agrícola, Avila (1990) determinó que la fecha de siembra del siete de junio es la que presenta menos daño por virus y que las fechas de siembra fuera de junio y julio aumentan el riesgo de infección, lo cual concuerda con lo citado anteriormente.

La mosquita blanca se hospeda en diversas plantas cultivadas y no cultivadas, y posteriormente migra a las plantaciones de chile transmitiendo el rizado amarillo del

chile (Terán y Cruz, 1991). De acuerdo a lo anterior la eliminación de maleza es una de las estrategias de manejo del vector, ya que algunas especies arvenses son fuente de infección primaria tanto del inóculo como del vector. Además las trampas amarillas con pegamento son efectivas para disminuir la incidencia del rizado amarillo del chile al suprimir parcialmente las poblaciones de mosca blanca, por lo tanto, pueden ser utilizados en un manejo integrado de la asociación vector-enfermedad (SARH *et al.*, 1989).

### Barrenillo del Chile

*Anthonomus eugeni* cano fue descrita como una nueva plaga de chile en México en 1894, debido a su considerable diseminación es considerada con frecuencia la mayor plaga en áreas donde se cultiva el chile (Burke y Woodruff, 1980). Los adultos de *A. eugeni* son picudos de la familia *Curculionidae* de 2.5 a 3 mm de longitud. El color de su cuerpo varía del café rojizo al negro lustroso, las antenas y parte de las patas son de color rojizo, cubiertas con pubescencia de color café amarillento. El cuerpo también está cubierto con profusa pubescencia (Pacheco, 1985).

El huevo es ovalado y liso, es de color crema recién depositado pero se torna obscuro al aproximarse la eclosión y mide aproximadamente 1 mm. La larva es cilíndrica,

curvada, anillada y ápoda, de color crema con la cabeza de color amarillo obscuro, mientras que la pupa es del mismo color pero se torna oscura conforme se aproxima el momento de emerger el adulto y es del tipo exarate o libre (Gordon y Armstrong, 1990).

Los adultos del barrenillo del chile en las Huastecas Tamps. presentan una longevidad promedio de 35 días, con un mínimo de 32 y máximo de 37 días. Después de emerger se aparean y la oviposición puede ocurrir a las 24 horas siguientes. Los huevecillos eclosionan en 2.5 o tres días y el tiempo del desarrollo larval varía de cuatro a ocho días; mientras que la pupa dura cuatro días (Avila, 1984). Por su parte Pacheco (1985) en Sonora, registró que la duración del ciclo biológico de huevo a adulto es de aproximadamente 21 días, pero se acorta con la incidencia de temperaturas altas.

De acuerdo a lo anterior Burke y Woodruff (1980) determinaron un diferente período de incubación en dos localidades (Florida y California, EUA) a temperaturas diferentes.

Por otra parte Rodríguez y Quiñonez (1990) estudiaron en laboratorio a temperaturas constantes de  $25.4 \pm 0.4$ ,  $27.2 \pm 0.3$ ,  $28.2 \pm 0.3$  y  $28.7 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$  el ciclo biológico

curvada, anillada y ápoda, de color crema con la cabeza de color amarillo obscuro, mientras que la pupa es del mismo color pero se torna oscura conforme se aproxima el momento de emerger el adulto y es del tipo exarate o libre (Gordon y Armstrong, 1990).

Los adultos del barrenillo del chile en las Huastecas Tamps. presentan una longevidad promedio de 35 días, con un mínimo de 32 y máximo de 37 días. Después de emerger se aparean y la oviposición puede ocurrir a las 24 horas siguientes. Los huevecillos eclosionan en 2.5 o tres días y el tiempo del desarrollo larval varía de cuatro a ocho días; mientras que la pupa dura cuatro días (Avila, 1984). Por su parte Pacheco (1985) en Sonora, registró que la duración del ciclo biológico de huevo a adulto es de aproximadamente 21 días, pero se acorta con la incidencia de temperaturas altas.

De acuerdo a lo anterior Burke y Woodruff (1980) determinaron un diferente periodo de incubación en dos localidades (Florida y California, EUA) a temperaturas diferentes.

Por otra parte Rodríguez y Quiñonez (1990) estudiaron en laboratorio a temperaturas constantes de  $25.4 \pm 0.4$ ,  $27.2 \pm 0.3$ ,  $28.2 \pm 0.3$  y  $28.7 \pm 0.3^\circ\text{C}$  el ciclo biológico

y determinaron que la temperatura umbral inferior (UTI) de desarrollo y la constante térmica del ciclo biológico del barrenillo es de  $14.8^{\circ}\text{C}$  y 175.6 UC respectivamente. Posteriormente en 1991 en condiciones de campo y utilizando un UTI de  $15.0^{\circ}\text{C}$ , registraron las constantes térmicas de huevecillo a larva (de último estadio), de huevecillo a pupa y de huevecillo a emergencia de adultos; éstas fueron 91.5, 157.1, 189.2 UC respectivamente. En laboratorio determinaron de huevecillo a emergencia de adultos 195.2 UC, obteniendo una desviación estándar de 6.0 UC con respecto a la obtenida en campo (Rodríguez y Quiñonez, 1991).

En cuanto al número promedio de huevecillos producidos por hembra y a la duración del período de oviposición en tiempo cronológico, Burke y Woodruff (1980), indican que es muy variable, ellos observaron hembras que depositaron un promedio de 341 huevecillos en un tiempo promedio de 72.2 días.

La incidencia de barrenillo del fruto en el cultivo de chile se registra a partir de la primera floración (Pacheco 1985; Pozo y Bujanos 1984 y Ortiz y Badii, 1991). Por otra parte, Bolaño y Aranda (1991) indican que la incidencia y el establecimiento de la plaga en el cultivo al parecer está más relacionada con la presencia o ausencia de lluvia y la temperatura que con la fenología de la planta.

Además la fecha de trasplante y la ubicación del lote influyen en el grado de incidencia y aparición del insecto.

Andrews *et al.* (1986) indican que la mayor actividad de los adultos de esta plaga en Chile se registra entre las ocho y 11 horas a.m.

Los huevecillos son depositados en botones florales y frutos tiernos y la larva se alimenta dentro de las fructificaciones las cuales se tornan oscuras, se pudren y caen al suelo. Estos frutos pueden contener en su interior larvas, pupas y/o adultos próximos a emerger (Pacheco, 1985). Al eclosionar el huevecillo las larvas inician a alimentarse inmediatamente de semillas cristalinas hasta llegar a la fase de pupa (Avila, 1984). El daño de esta plaga puede notarse por los frutos caídos en el suelo, los cuales presentan marcas de piquetes ocasionados por el adulto al alimentarse y/o por la hembra al ovipositar, y agujeros realizados por el adulto al emerger del fruto (Pozo y Bujanos, 1984).

Después de emerger de los frutos caídos en el suelo los adultos se alimentan inmediatamente sobre botones florales, frutos jóvenes y en ausencia de estos de hojas tiernas. En el año pueden ocurrir varias generaciones ya que a lo largo del ciclo se le encuentra presente. En Florida

(EUA) los adultos han sido encontrados en todos los meses del año, excepto en diciembre y enero (Burke y Woodruff, 1980). Por su parte, Pacheco (1985) indica que en Sonora, Méx. la plaga inicia su período de hibernación al ocurrir la primera helada.

*A. eugeni* es un factor limitante en la producción de chiles en California, Florida, Nuevo México y Texas (EUA). Las pérdidas en producción han excedido el 50 por ciento en años de alta infestación (Campbell, 1924; Elmore *et al.*, 1934; Goff y Wilson, 1937 y Elmore y Campbell, 1942). En México, Bolaño y Aranda (1991) mencionan al barrenillo como la plaga más importante del cultivo de chile por el daño que ocasiona y la distribución que tiene en las diferentes regiones productoras donde llega a causar pérdidas totales de la producción. Por otra parte, Sifuentes (1985) indica que el picudo del chile puede causar pérdidas en la producción de seis a siete ton/ha, cuando no se controla oportunamente lo que equivale al 50 ó 60 por ciento del promedio de rendimiento nacional (11 ton/ha).

Cartwright *et al.* (1990) señalan que la alimentación y oviposición en yemas florales provocan el aborto de estos órganos y reduce el amarre de frutos. También se reduce el rendimiento por el daño directo ocasionado al fruto por la alimentación de las larvas o adultos. Por su parte, Coudriet

y Kishaba (1988) indican que el daño más serio es la destrucción de yemas florales y de frutos inmaduros por larvas. Estos frutos, cuando no caen prematuramente son indeseables para la comercialización.

Debido a que esta plaga es muy incidiosa se debe combatir en forma preventiva. Ya establecida es conveniente recoger frutos caídos y destruirlos además de realizar aplicaciones de insecticidas cada cuatro días hasta controlarla (Pacheco, 1985).

Coudriet y Kishaba (1988) sugieren que las prácticas de control químico deben ser realizadas cada cinco o siete días a partir de que se detecte el adulto en el cultivo. Por su parte Andrews *et al.* (1986), encontraron que el umbral de acción basado en el número de adultos presentes en yemas terminales fue de un adulto por 100 terminales de chile, el cual provee un satisfactorio criterio de decisión de acción bajo un manejo de prácticas intensivas.

Posteriormente, Cartwright *et al.* (1990) al evaluar los umbrales de acción de: un adulto por 100 yemas terminales; aplicaciones semanales de insecticida y 5 por ciento de yemas dañadas; determinaron que el umbral en que se registró menos pérdida de frutos y yemas, y un rendimiento superior e incremento de la redituabilidad

económica neta fue con el umbral del 5 por ciento de yemas dañadas. Por lo tanto, el daño en yemas puede servir como un indicador práctico de la actividad del barrenillo. El umbral de un adulto por 100 yemas obtuvo mejor rendimiento que las aplicaciones semanales, sin embargo, este umbral no es fácil de registrar y no fue satisfactorio cuando la población de barrenillo fue grande. Esta situación demuestra que el criterio de decisión aún es impreciso por que no considera la relación entre incidencia de los eventos biológicos de la plaga y los eventos fenológicos del cultivo.

#### Mosquita Minadora

El género *Liriomyza* contiene más de 300 especies distribuidas ampliamente, pero se les encuentra más comúnmente en áreas templadas, y son relativamente pocas especies localizadas en los trópicos. De este género 23 spp son económicamente importantes, por causar daño a plantas agrícolas y ornamentales al minar las hojas. Muchas de estas especies dañinas son polífagas, lo cual no es común en la familia Agromyzidae, ya que de 2450 spp descritas en esta familia sólo 11 son consideradas verdaderas polífagas y cinco de éstas pertenecen al género *Liriomyza* (Farrella, 1987).

Las mosquitas minadoras adultas miden de dos a tres milímetros de longitud; son de color amarillo con el dorso obscuro (Pacheco, 1985). Los huevecillos son translúcidos y blanquecinos de un tamaño de aproximadamente 0.25 mm de longitud por 0.10 mm de ancho. Las larvas son algo cilíndricas, el extremo anterior y el posterior es truncado, presentan cuatro estadios larvales, donde el cuarto ocurre entre la formación del pupario y la pupación y es poco comentado por la mayoría de los autores (Parrella, 1987).

Las hembras adultas ovipositan la mayoría de sus huevecillos de los cuatro a los 10 días después de la emergencia. Dependiendo de la temperatura la máxima oviposición ocurre entre los 20 a 27°C (Parrella, 1987). Según Webb y Smith (1969) el tiempo de desarrollo del huevecillo al tercer estadio larval es de 17.2, 10.6, 7.8, 6.0 y 5.2 días a temperaturas promedio de 15.6, 21.1, 23.5, 26.0 y 35.4°C respectivamente. Por su parte Parrella (1987) indica que para el estadio de pupa el tiempo de desarrollo total es de 8 a 11 días.

En referencia a lo anterior, Parrella (1987) indica que el desarrollo larval varía con la temperatura y la planta hospedera. Además en una sola hospedera el tiempo de desarrollo larval varía considerablemente según sea la posición y edad de las hojas.

Farrella (1987) reporta los umbrales de temperatura inferior para los diferentes estados de desarrollo de *Liriomyza sativae* Blanchard y *L. trifolii* (Burgess) en diferentes hospederos:

| Especies de <i>Liriomyza</i> | Hospedera                           | Hueveci-<br>llo | Larva | Pupa | Huevo-<br>Adulto |
|------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-------|------|------------------|
| <i>L. sativae</i>            | <i>Phaseolus</i> sp.                | 7.0             | 7.9   | 9.7  | 9.2              |
| <i>L. trifolii</i>           | <i>Phaseolus</i> sp.                | 10.0            | 8.5   | 8.0  | 8.4              |
|                              | <i>Apium<br/>graneolens</i>         | 12.8            | 8.4   | 10.3 | 8.1              |
|                              | <i>Chrysanthemum<br/>morifolium</i> | 13.4            | 6.1   | 9.0  | 6.3              |
|                              | <i>Dendranthema<br/>sp</i>          | **              | **    | 10.4 | **               |
|                              | <i>Lycopersicum<br/>esculentum</i>  | **              | 7.8   | **   | **               |

\*\* No se determinaron

Los umbrales de temperatura estimados para el estado de desarrollo de pupa deben ser más confiables que en los restantes debido a que las pupas están expuestas y son más fáciles de observar. Por lo tanto, además de que la variación de los UTI entre estados biológicos se debe a la diferencia entre las plantas hospederas (alimento), o probablemente se deba también a que la metodología utilizada no fue la correcta.

Posteriormente Petitt *et al.* (1991) estimaron el tiempo de desarrollo de *L. sativae* de huevecillo a emergencia de larvas de tercer estadio a temperaturas constantes de 20, 25, 30 y 35  $\pm$  1°C. Así observaron que el 99.9 por ciento de las larvas emergieron de las hojas después de 95 UC, utilizando un UTI de 10°C determinado por regresión lineal.

Los adultos de mosca minadora son muy buenas voladoras y arriban a los chilares recién trasplantados, insertando sus huevecillos en las hojas más tiernas de las plantas (Pacheco, 1985) en forma individual, aunque pueden estar próximos a otros (Parrella, 1987). Las larvas al nacer minan la hoja formando galerías sinuosas, al final de las cuales salen sólo durante la fotofase (Petit *et al.*, 1991) como tercer estadio de desarrollo larval (Parrella, 1987 y Petitt *et al.*, 1991). Enseguida se dejan caer al suelo donde se entierran de 2 a 3 cm de profundidad e inician su pupación (Avila, 1989).

El impacto económico de los minadores de las hojas *Liriomyza* en los Estados Unidos de América y a través del mundo ha sido considerable (Newman y Parrella, 1986 y Petitt *et al.*, 1991). Por su parte, Spencer y Steyskal (1986) especifican que *L. sativae* y *L. trifolii* son plagas serias de una amplia variedad de cultivos hortícolas y ornamentales.

en los Estados Unidos. Newman y Parrella (1986) agregan que sólo en California se estimó que la industria de *Chrysanthemum* perdió aproximadamente 93 millones de dólares por el ataque de *L. trifolii* de 1981 a 1985.

Los minadores de la hoja pueden impactar los cultivos en al menos seis formas posibles: a) como vectores de enfermedades; b) por destruir plantas jóvenes al trasplante del cultivo; c) por causar merma en rendimientos; d) por acelerar la defoliación del cultivo provocando el quemado de sol en frutos; e) por reducir el valor estético de plantas ornamentales y f) por originar que algunas especies de plantas sean cuarentenadas. Mientras que los resultados de estos seis tipos de daño son obvios, ha sido difícil asociar exactamente niveles específicos de actividad minadora (daño) con una reducción en el rendimiento (Parrella, 1987).

Por su parte Chandler y Gilstrap (1987) en el cultivo de chile observaron que el daño ocasionado por la actividad minadora de la larva durante la etapa de cotiledón provocó la muerte de la planta o detención del desarrollo. El daño a plantas en la fase de madurez originó defoliación con pérdida de rendimiento. Comentaron a su vez que el número total de minas por planta al parecer no es un buen indicador de la cantidad de daño ocasionado. Al parecer

el daño depende del momento en que ocurre y la cantidad de superficie foliar disponible.

Según Lynch y Jhonson (1987) al estratificar plantas de sandía con respecto a la distancia de la base de la planta, registraron que el número de larvas es significativamente mayor en la parte apical de la planta que en la base. Por tal razón sugieren que la estratificación del daño produce una gran precisión al estimar la densidad de *Liriomyza* antes del cierre del cultivo.

Pacheco (1985) indica que en la superficie de un lote de chile la plaga tiene una distribución muy homogénea. Por su parte Pozo y Bujanos (1984) mencionan que en el sur de Tamaulipas las mosquitas se presentan durante todo el ciclo del cultivo. Chandler y Gilstrap (1987) agregan que la población de larvas de minador fue mayor en el estado reproductivo de la planta.

Robin y Mitchell (1987) señalan que para el monitoreo de adultos de mosca minadora en sandía, se utilizaron trampas amarillas con pegamento, construidas con tubo de PVC y vasos de plástico color amarillo. Las trampas capturaron un gran número de insectos cuando se colocaron ligeramente arriba de la cobertura (copa) del cultivo y registraron menos capturas en las trampas localizadas a 76.2 cm de

altura sobre el cultivo.

## Efecto de la Temperatura en el Desarrollo de Plantas e Insectos

De todos los elementos climáticos, la temperatura es el que tiene mayor influencia sobre los organismos de sangre fría o poiquilotérmicos, tales como las plantas y los insectos. Estos dependen estrechamente de la temperatura ambiental para crecer y desarrollarse ya que son incapaces de regular su temperatura corporal (Wigglesworth, 1972; Borrer *et al.*, 1981; Moscardi *et al.*, 1981 y Rodríguez, 1989).

La temperatura ambiente y la temperatura del cuerpo son aproximadamente iguales. Por ende la temperatura ambiental tiene una influencia directa en el sistema nervioso y en la actividad enzimática de los poiquilotérmicos (Chapman, 1982). Así, dado que el tiempo de desarrollo o ciclo de vida depende de la temperatura, se han desarrollado modelos que miden el calor efectivo acumulado por la especie conocidos como ciclo de vida en tiempo fisiológico el cual provee una referencia común para el desarrollo de los organismos. La cantidad de calor requerido para el desarrollo de un organismo se denomina constante térmica y ésta no varía sin importar si la temperatura está constante o fluctuando

(Zalom, 1983 y Rodríguez, 1989).

Chapman (1982) indica que los poiquilotérmicos se desarrollan dentro de un rango limitado de temperatura y pueden morir o dejar de desarrollarse por temperaturas fuera de su rango. Por su parte Trujillo (1983) menciona que las temperaturas umbrales de desarrollo (TUD), están definidas como los límites en que la tasa de desarrollo es cero. Por tal razón el umbral de temperatura inferior (UTI) es el nivel de temperatura abajo del cual el desarrollo se detiene y arriba de éste se reactiva. El umbral de temperatura superior (UTS) es menos preciso, pero se refiere a la temperatura en la cual el desarrollo decrece bruscamente, por cada día que el promedio de temperatura del aire está por encima de la temperatura umbral inferior un grado, se ha acumulado un grado día.

La utilización de grados día o su sinónimo unidades calor es una estimación numérica del desarrollo de los organismos basada en la relación de la temperatura ambiente y las temperaturas umbrales (Trujillo, 1983; Zalom, 1983 y Reyes, 1989).

La utilidad de medir el desarrollo de una planta o un insecto en unidades calor (tiempo fisiológico) radica en poder predecir un evento biológico para tener influencia

sobre él y modificarlo. En el caso de un cultivo si se conoce su modelo fenológico podemos programar con mayor precisión y eficiencia las labores de riego, fertilización, cosecha o predecir estados fenológicos susceptibles a plagas y enfermedades u otra labor cultural, del mismo modo con un insecto plaga podemos predecir la ocurrencia de éste en una etapa de desarrollo dada, donde se busca precisar el evento biológico susceptible de ser controlado y determinar la etapa fenológica en que daña al cultivo o el momento más oportuno para tomar una acción de control. En un programa de manejo integrado de plagas (MIP) es imprescindible conocer la interacción de los modelos fenológicos de las plagas clave y del cultivo hospedero ya que es esencial en la toma de decisiones (Byerly, 1989 y Rodríguez, 1989). Por otra parte Haynes y Tumala (1976) señalan que el desarrollo y utilización de modelos de predicción en un MIP se basa en la supervisión de las plagas, enemigos naturales, el cultivo y el clima, además de modelos fenológicos, tanto de las plagas como del cultivo y sistemas de información y extensión agrícola. Los cuatro primeros componentes se agrupan en dos conceptos: monitoreo biológico y monitoreo ambiental, los cuales a través de métodos de muestreo y recolección de datos, proporcionan un flujo de información necesaria para los modelos fenológicos por medio de estos últimos, los expertos obtienen predicciones sobre el estado que guardan las plagas en relación al cultivo y el clima y deciden las

acciones de manejo necesarias.

El medir los grados día o unidades calor en un período de 24 horas se refiere a la estimación del área comprendida entre la curva de temperatura diaria y los dos umbrales de desarrollo de la especie (Zalom, 1983).

Existen cinco métodos lineales para el cálculo de unidades calor que miden el área correspondiente de diversas formas: 1) método de promediación o del rectángulo; 2) método de triangulación simple; 3) método de triangulación doble; 4) método del seno simple; 5) método del seno doble. En orden de complejidad, pero los resultados obtenidos con cada método son muy aproximados (Reyes, 1989).

Por su parte Rodríguez (1989) indica que el cálculo de UC en condiciones de laboratorio es muy simple, ya que los experimentos se hacen a temperaturas constantes. Se observa el tiempo cronológico que transcurre para que ocurra cada una de las etapas fenológicas y posteriormente se hacen las regresiones del recíproco del tiempo contra la temperatura. A este método se le ha llamado de intercepción en X, ya que la temperatura en la cual la recta de regresión intercepta el eje de las X se considera como UTI. En el campo donde las temperaturas están fluctuando es necesario conocer previamente los umbrales de temperatura inferior y

superior para el organismo en cuestión, y llevar un registro de las temperaturas ambientales mínimas y máximas de cada día. Con el auxilio de alguno de los métodos de cálculo de UC ya citados se estiman las UC diarias o de un evento, de acuerdo a su duración.

Por otra parte Zalom (1983) indica que se pueden utilizar tablas de UC precalculadas, elaboradas con programas de cómputo, las cuales llevan en el margen izquierdo las temperaturas mínimas y en el superior las temperaturas máximas. En el cuadro se tienen precalculadas las UC para cada posible caso de temperatura máxima y mínima. Para encontrar el valor de UC en un día dado, se hacen coincidir las hileras con las columnas de temperatura hasta donde se interceptan obteniendo el valor precalculado.

Reyes (1989) señala que mientras algunos estudios indican que poblaciones geográficas no difieren significativamente en los grados-día acumulados para un ciclo de vida, otros sí debido a la adaptación fenológica de un organismo a un clima más frío o viceversa. Lo que sí es un hecho es que en la estimación de UC pueden presentarse ocho factores que pueden inducir a posibles errores o diferencias en los valores de K y UTD: 1) disponibilidad del sustrato; 2) disponibilidad de enzimas; 3) aproximaciones y suposiciones de estimaciones de desarrollo en laboratorio;

4) aproximaciones en el cálculo del UTI; 5) aproximaciones en cálculo del UTS; 6) el uso de un valor único, promedio de los UTD de las diferentes etapas de desarrollo; 7) termoregulación de los insectos; 8) propiedades y limitaciones de los datos de temperatura usadas en el cálculo.

## MATERIALES Y METODOS

### Condiciones del Lote Experimental

El trabajo de campo se estableció a partir de la segunda quincena de junio de 1970 y concluyó en la primera quincena de diciembre del mismo año; se utilizó un lote agrícola ubicado en las inmediaciones del ejido La Leona, ubicado aproximadamente en el centro del municipio de Ramos Arizpe, Coah. A una altura de 850 msnm con una latitud de  $25^{\circ} 59' 21''$  N, y una longitud de  $101^{\circ} 8' 2''$  W (INEGI, 1983).

El experimento se instaló en un lote comercial recién abierto al cultivo, de un productor cooperante, en una superficie de aproximadamente  $1919 \text{ m}^2$ , con riego por gravedad. El material utilizado de chile serrano fue "Tampiqueño 74" trasplantado el ocho de junio de 1970 en una fecha de siembra considerada como tardía, ya que la fecha de siembra por trasplante es de la 2a. quincena de marzo a la 2a. quincena de junio; las plantas provinieron de un almácigo de aproximadamente dos meses de edad, del propio productor.

El manejo del cultivo desde la preparación del terreno hasta final del ciclo de desarrollo estuvo a cargo del productor, incluyendo el aspecto fitosanitario. Todas las actividades de cultivo se registraron oportunamente para considerarlas al momento de presentar resultados y no ignorar factores que en un momento dado hayan influido en algún resultado (Cuadro A.1.).

### Monitoreo Biológico y Climático

#### Monitoreo Fenológico del Cultivo

Inicialmente, del 24 de junio al 17 de julio la parcela experimental se visitó dos ocasiones por semana, colectando tres plantas de chile serrano con crecimiento uniforme. A partir del 17 de julio las visitas se redujeron a una por semana debido a que el crecimiento y desarrollo foliar de la planta aumentó al grado de imposibilitar su revisión total antes de la siguiente colecta.

Las plantas seleccionadas se trasladaron en bolsas de plástico al laboratorio del Departamento de Parasitología Agrícola de la UAAAN, donde de acuerdo a su estado de desarrollo se les dividió el tallo longitudinalmente en cinco estratos de longitud aproximadamente similar y se les midió los siguientes parámetros:

1. Altura de la planta en cm.
2. Número y altura de ramificaciones y/o de yemas axilares.
  - Número de foliolios por ramificación y/o yema auxiliar.
  - Longitud de cada ramificación.
  - Número de flores abiertas.
  - Número y longitud de frutos.
3. Registro de cortes o cosechas.
4. Peso seco por planta.

Las plantas que no eran inmediatamente inspeccionadas se introducían a un refrigerador, donde se mantenían hasta su inspección a temperaturas alrededor de los 10°C, para evitar su deshidratación.

Para obtener el peso seco de las plantas, después de inspeccionarlas se introducían a bolsas de papel de estraza y posteriormente a una estufa de secado a una temperatura promedio de 50°C durante un período de 36 horas, finalmente utilizando una báscula de precisión (eléctrica) se obtuvo el peso seco de la planta por ramificación y por estratos.

Monitoreo de los Insectos en Estudio, Presentes en Plantas de Chile

Las plantas colectadas en cada visita de campo para medir el desarrollo fenológico del cultivo también fueron inspeccionadas para registrar la presencia y desarrollo de barrenillo del chile y mosca minadora. De la misma manera, el registro de estas plagas se realizó de acuerdo a la estratificación utilizada en el monitoreo de fenología (cinco estratos por planta).

1. Barrenillo de chile:

De cada planta se revisaron flores y frutos, para registrar presencia de los estados biológicos del barrenillo de acuerdo al desarrollo fenológico de las estructuras reproductivas, tomando los siguientes datos:

1. Número de huevecillos y larvas en flores.
2. Número de huevecillos, larvas, pupas y/o adultos en frutos de diferente desarrollo (de 0.1-4.6 cm)
3. Número y longitud de frutos parasitados.
4. Estadios larvales, y/o estados biológicos dominantes.

Para lo anterior se utilizó un bisturí para disectar las fructificaciones y se observaron bajo microscopio de disección, con la ayuda de aguja y pinzas entomológicas. Con los datos obtenidos se analizó la relación entre la ocurrencia de un estado biológico de la plaga y el estado de desarrollo de las fructificaciones del chile serrano.

## 2. Mosca Minadora

Se observaron los siguientes parámetros por ramificación y estrato de cada planta:

1. Número de folíolos minados.
2. Número de folíolos con larvas.
3. Número total de larvas por ramificación.
4. Estadio larval prevalente o mayoritario.
5. Número de hojas con presencia de huevecillos.
6. Número total de huevecillos por ramificación.

Todo lo anterior se realizó con la ayuda de un microscopio de disección y aguja entomológica, en el Laboratorio de Parasitología de la UAAAN.

## Monitoreo de Adultos de los Insectos en Estudio

### Golpes de Red Entomológica

Se realizaron 25 golpes de red entomológica convencional en cinco puntos del terreno (Figura 4.4), en los márgenes y en el centro; así como en el canal de riego (acequia) adyacente al cultivo. Los insectos capturados en cada sitio se introdujeron en frascos con alcohol al 70 por ciento, posteriormente se trasladaron a laboratorio donde se separaron, contaron y registraron de acuerdo a la especie plaga: mosca minadora, mosquita blanca, y barrenillo del chile.

### Trampas Amarillas con Pegamento

Desde el inicio del estudio se establecieron trampas amarillo canario con pegamento entomológico (stickem), en estacas de madera con una altura apenas superior a la del cultivo. Estas se ubicaron en cinco sitios del lote experimental: en los extremos y en el centro, para capturar principalmente mosquita blanca y mosquita minadora y ocasionalmente al barrenillo. Los insectos capturados en el intervalo de tiempo fueron contados y registrados en cada sitio al momento de la visita de campo (una vez por semana) con la ayuda de un lente de mano o lupa. Posteriormente se

limpiaba la trampa para retirar el pegamento con los insectos ya registrados y se colocaba pegamento nuevo.

#### Láminas Basales Amarillas

Para el caso específico de mosquita minadora y barrenillo del chile se utilizaron láminas de madera pintadas de color amarillo canario, de 40 cm de largo por 28 cm de ancho: estas se impregnaron con pegamento entomológico en la cara superior con el fin de capturar larvas de cuarto estadio y/o pupas de mosca minadora y fructificaciones caídas parasitadas por barrenillo conteniendo larvas, pupas y/o adultos. Se establecieron cinco láminas en el sitio uno del lote experimental (Figura 4.4), cubriendo el lomo del surco, en la base de cada planta y éstas fueron colocadas a partir de la detección de los primeros folíolos con mosca minadora (12 de agosto), y al inicio de fructificación.

Los especímenes de las dos plagas en cuestión, fueron contados y registrados en cada trampa con ayuda de una lupa entomológica. Antes de ello se retiraban del sitio donde estaban colocadas para facilitar la inspección y posteriormente se limpiaban y se les ponía nuevamente el pegamento, finalmente se colocaban en el mismo sitio en que estaban colocadas. Las láminas se inspeccionaban en cada visita de campo (una vez por semana).

Monitoreo del Proceso de Infección del Virus del Rizado  
Amarillo del Chile

En el lote en estudio se inspeccionaron cinco parcelas de cinco surcos por 4 m de largo ( $20 \text{ m}^2$ ), ubicados cada uno en los cuatro márgenes y uno en el centro del lote. Cada parcela constó de 66, 50, 53, 67 y 71 plantas en los sitios 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente (Figura 4.4).

Se realizaron inspecciones semanales sobre todas las plantas de cada parcela, revisando la aparición de síntomas del virus en las partes terminales de las plantas, cogollos y folíolos nuevos. Los síntomas observados fueron: rizado o enchinamiento de hojas, mosaicos, deformaciones de hojas y puntos de crecimiento (cogollos) y fueron verificados con la opinión de un fitopatólogo experto en la materia.

Conforme se detectaron plantas con los síntomas del rizado amarillo del chile se diferenciaron mediante la aplicación de pintura de aerosol color blanco y se registraron en el libro de campo. De este modo a través del desarrollo del cultivo fue posible registrar el proceso de infección y aparición de síntomas de la enfermedad conforme se fue diseminando en el lote.

## Monitoreo Climático

No fue posible obtener los datos de temperatura mínima y máxima del lote experimental, por lo que se recurrió a datos de la estación climatológica más cercana, La Saucedá, ubicada en el municipio de Ramos Arizpe, Coah., cuya área de influencia comprende a la del ecosistema en monitoreo.

## Interpretación y Análisis de Datos

En el Apéndice de este documento de tesis se muestran los formatos utilizados en el libro de campo para registrar los eventos observados en cada variable de estudio (Cuadros del A.2 al A.7) y de donde se tomó la información para concentrarla y efectuar la interpretación y análisis apropiados.

En el caso de los parámetros fenológicos del cultivo se obtuvieron medias aritméticas para determinar el estado de desarrollo del cultivo en cada fecha de monitoreo.

Al definir el desarrollo fenológico del cultivo por estrato y la presencia, y número de especímenes plaga por estrato en el caso de barrenillo y mosca minadora, se realizaron análisis de regresión lineal simple para

determinar qué estrato de la planta muestra mayor desarrollo fenológico y si alguno en especial es preferido para el ataque de una de las dos plagas mencionadas.

Para representar el desarrollo fenológico del cultivo y de las plagas en estudio se graficaron curvas de la dinámica de cada uno de los eventos. Además en el caso del rizado amarillo del chile y su vector, y mosca minadora y foliolos se analizó la relación entre ambos eventos por separado, utilizando la técnica de por ciento acumulado.

Para describir el desarrollo fenológico del cultivo y de barrenillo del chile y mosca minadora en escala de tiempo fisiológico se estimó en unidades calor la ocurrencia de cada evento. Para esto se utilizaron los registros diarios de temperatura máxima y mínima y tablas precalculadas por el método de seno doble de acuerdo a los siguientes umbrales (Cuadros del A.8 al A.10):

Chile serrano  $UTI=15.5^{\circ}C$

Barrenillo del chile  $UTI=15.0^{\circ}C$

Mosca minadora  $UTI=10.0^{\circ}C$

Con los datos obtenidos se establecieron relaciones fenológicas entre los eventos observados.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente capitulo se describe una crónica sobre la ocurrencia de los eventos fenológicos del cultivo y del proceso de arribo y colonización de la principales plagas insectiles y de la enfermedad del rizado amarillo del chile. Durante su presentación se enfatizará en eventos clave registrados tanto del cultivo como sus parásitos estableciendo relaciones y sincronía entre éstos.

Inicialmente se describirán los registros fenológicos de la planta para determinar los estados de desarrollo en escala de tiempo cronológico y fisiológico, posteriormente se describirá el proceso de arribo de adultos de mosca blanca y su consecuente efecto sobre la transmisión del virus del rizado amarillo del chile, eventos que se registraron antes de que la planta entrara a la etapa reproductiva. En esta última fase donde se registraron los periodos de floración y producción de frutos se presentarán datos biológicos sobre el barrenillo del chile y mosca minadora.

### Fenología del cultivo

A partir del trasplante realizado el ocho de junio de 1990 se inició el registro de eventos fenológicos del cultivo: al principio la planta pasó por un período de estrés antes de reactivar su crecimiento vegetativo el cual se presentó a los 40 días del trasplante (427 UC). En la Figura 4.1 se puede apreciar la ganancia de folíolos con respecto al tiempo, la cual se presenta en forma ascendente hasta los 122 días (1137 UC), donde la producción de folíolos se estandariza. De esta forma se tiene que una planta llegó a producir de diez a 1300 folíolos en promedio.

La misma tendencia ascendente se registra con la variable altura de planta, en donde se parte de una altura de 24 cm al trasplante hasta alcanzar 60 cm en promedio a los 129 días a partir del trasplante (1164.7 UC) (Figura 4.1). Esta está comprendida en el rango reportado por Laborde y Pozo (1984) y es similar a la obtenida por Ramírez (1989).

La fase reproductiva inició a los 66 días (679 UC), al registrarse las primeras flores por planta (Cuadro 4.1). A partir de dicha fecha la producción de flores se incrementó gradualmente para dispararse entre el nueve y el 16 de septiembre a los 94 y 101 días o 956 y 1003 UC, registrándose el primer gran pico de producción.

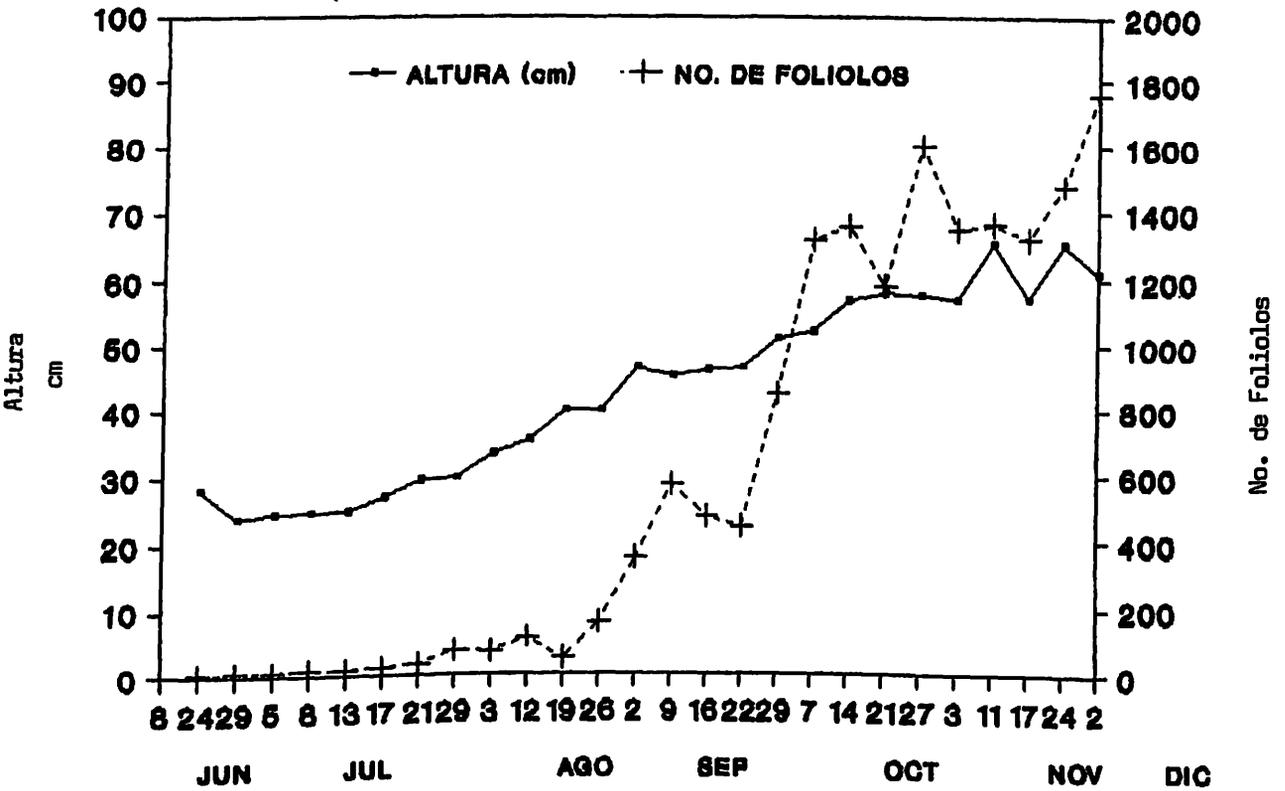


Figura 4.1. Producción de foliolos e incremento de altura en chile serrano variedad "Tampiqueño 74".

Cuadro 4.1. Registro del proceso de floración de chile serrano variedad "Tampiqueño 74" expresado en calendario fisiológico y cronológico.

| Fecha   | Eventos de Floración | No. flores/plta | Tiempo acumulado |        | Intervalo entre picos |       |
|---------|----------------------|-----------------|------------------|--------|-----------------------|-------|
|         |                      |                 | Días             | UC     | Días                  | UC    |
| 12 ago  | inicio               | 2.3             | 66               | 679.3  | --                    | --    |
| 16 sep' | 1er. pico            | 59.2            | 101              | 1003.8 |                       |       |
| 29 sep  | 2o. pico             | 85.9            | 114              | 1101.3 | 13                    | 97.5  |
| 14 oct  | 3er. pico            | 128.5           | 129              | 1167.7 | 15                    | 63.4  |
| 27 oct  | 4o. pico             | 74.5            | 142              | 1236.3 | 13                    | 71.5  |
| 2 dic   | 5o. pico             | 123.8           | 178              | 1387.8 | 36                    | 151.5 |

A partir de este momento se presentan en forma secuencial picos de floración: el 16 y 29 de septiembre, 14 y 27 de octubre (Figura 4.2). Entre los cuatro picos principales se observaron intervalos de tiempo promedio de 14 días (13, 15 y 13 días) o 77.4 UC en promedio (97.5, 63.4 y 71.5 UC).

Al final del cultivo, el dos de diciembre se registró el último pico de floración pero éste no tuvo repercusión en el rendimiento ya que cuatro días después el cultivo fue afectado por una helada.

Con los datos obtenidos se puede indicar que la planta requiere de 100 días ó 1000 UC para entrar de lleno a su fase reproductiva y a partir de este momento cada 14 días

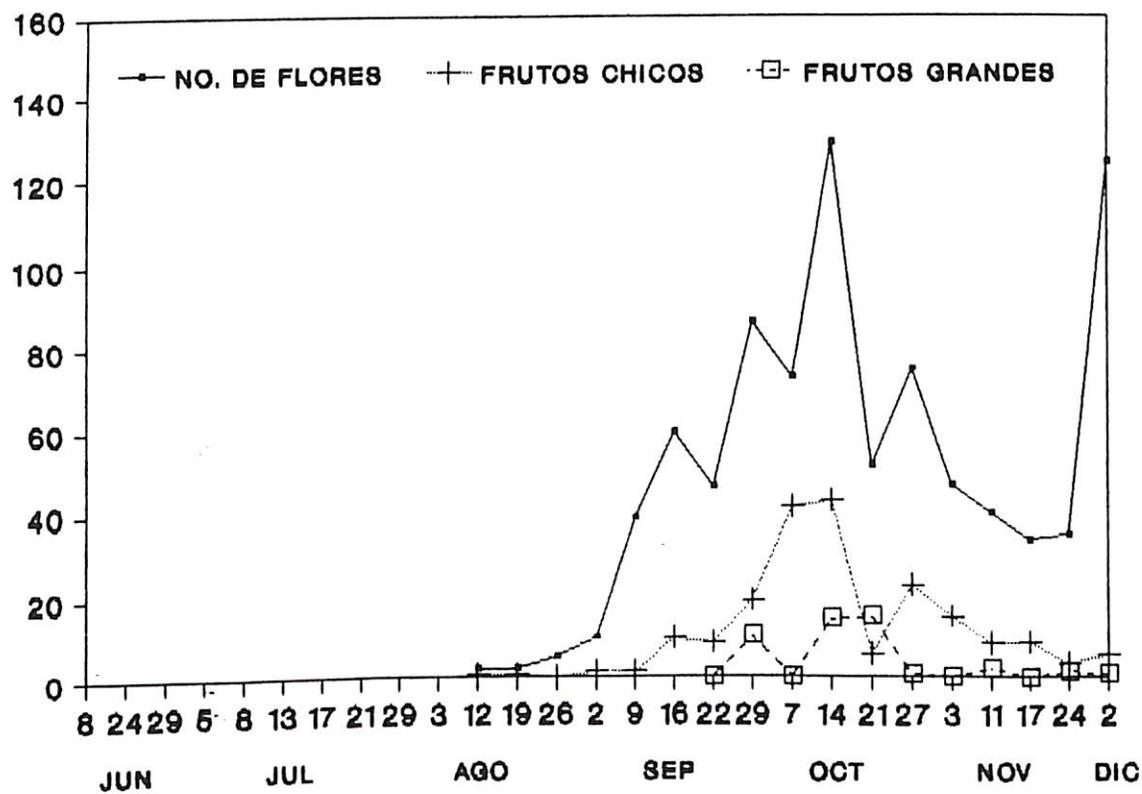


Figura 4.2. Producción de flores y frutos pequeños y de corte en chile serrano variedad "Tampiqueño 74".

ó 77 UC se registrará un nuevo pico de floración.

Al igual que la floración, el inicio de fructificación ocurrió a los 66 días postrasplante (679 UC) detectándose un promedio de 1.6 frutos por planta (Cuadro 4.2). Ademas de la caliente se llevaron a cabo cuatro cortes en las fechas del 29 de septiembre, 21 de octubre, 11 de noviembre y dos de diciembre. Los intervalos de tiempo entre cada corte fueron de 22, 21 y 21 días o de 105.6, 83.8 y 97.1 UC; de tal forma que se puede indicar que cada corte se registró cada 21 días y cada 95.5 UC en promedio. Relacionando eventos también se puede señalar que se requieren 114 días ó 1000 UC para el primer corte económicamente redituable.

Cuadro 4.2. Registro de frutos para corte de chile serrano en calendario cronológico y fisiológico.

| Fecha  | Eventos    | Número | Tiempo acum. |        | Intervalo |       |
|--------|------------|--------|--------------|--------|-----------|-------|
|        |            |        | días         | UC     | días      | UC    |
| 12 ago | inicio     | 1.6    | 66           | 679.3  | --        | --    |
| 16 sep | caliente   | 1.3    | 98           | 981.3  | 32        | 302.0 |
| 29 sep | 1er. corte | 10.0   | 114          | 1101.3 | 16        | 120   |
| 21 oct | 2o. corte  | 14.6   | 136          | 1206.9 | 22        | 105.6 |
| 11 nov | 3er. corte | 2.0    | 157          | 1290.7 | 21        | 83.8  |
| 2 dic  | 4o. corte  | 1.0    | 178          | 1387.8 | 21        | 97.1  |

Cabe señalar la gran desproporción que se presenta en la Figura 4.2 entre la curva de floración y el número de frutos pequeños y para corte. Esta situación implica una pérdida considerable de flores y frutillos por causas no cuantificadas en este trabajo, pero la literatura al respecto (Wien *et al.*, 1988) cita aborto de dichos órganos (flores y frutillos) por efecto de altas temperaturas, virus y barrenillo, o por sobre producción. Para este lote en estudio al menos se registró en forma significativa la presencia de altas temperaturas de junio a septiembre (Cuadro A.11) y la infección casi total de virus a partir del inicio de floración y fructificación. Aún cuando el barrenillo también estuvo presente su daño en frutillos de uno a tres cm de longitud fue de menor consideración. Esto se discutirá más ampliamente en los apartados correspondientes.

El desarrollo total de los frutos, desde la floración a tamaño para corte, en los cuatro picos de producción tuvo una duración promedio de 22.7 días y 116.1 UC (Cuadro 4.3). El primer intervalo en tiempo cronológico fue mucho menor que los restantes debido a que entonces las temperaturas fueron más altas que durante el desarrollo de las otras etapas de fructificación. Pero su duración en escala fisiológica es muy aproximada entre los eventos (116.1 UC).

Cuadro 4.3. Dinámica de desarrollo de frutos de corte a partir de los períodos de floración expresado en escalas de tiempo cronológico y fisiológico en Chile serrano variedad "Tampiqueño 74".

|            | Flores | Frutos (cm) |         |         |        | Intervalo |       |
|------------|--------|-------------|---------|---------|--------|-----------|-------|
|            |        | 0.1-1.5     | 1.6-3.0 | 3.1-4.5 | 4.6>   | Días      | UC    |
| 1er. corte | 16 sep | 16 sep      | 16 sep  | --      | 29 sep | 13        | 106.0 |
| 2o. corte  | 29 sep | 14 oct      | 14 oct  | 21 oct  | 21 oct | 22        | 114.1 |
| 3er. corte | 14 oct | 27 oct      | 27 oct  | 4 nov   | 11 nov | 28        | 129.0 |
| 4o. corte  | 27 oct | 18 nov      | 18 nov  | 18 nov  | 24 nov | 28        | 115.6 |

Al restar 116 UC a las 1101 acumuladas en la fecha del primer corte (29 de septiembre) se observan que los 985 UC resultantes se registraron el 14 de septiembre a los 99 días, un día después de la fecha en que el agricultor realizó la "caliente", por tal razón, no se registraron frutos de 4.6 cm de logitud y/o mayores en el monitoreo del 16 de septiembre.

Con los resultados obtenidos es posible programar las actividades culturales de acuerdo a las diferentes etapas fenológicas del cultivo (Cuadro 4.4) y así realizar oportunamente cada labor, como riegos, fertilización, cosecha u otras y propiciar un mejor desarrollo, y rendimiento del cultivo. Sin embargo, cabe señalar que el intervalo de tiempo entre una producción de órganos reproductivos (flores o frutos) y la subsecuente, así como el aborto de dichos órganos está definido principalmente por la cantidad de fotosintatos presentes en la planta, por lo

tanto el indicar los intervalos de tiempo entre los picos reproductivos en UC además de mostrar los resultados obtenidos representa sólo un esfuerzo por encontrar una secuencia entre los eventos observados por lo que estos sujetos a sufrir cambios en condiciones naturales diferentes.

En el mismo Cuadro 4.4 se indica el tiempo requerido para entrar a la fase reproductiva lo cual es vital para recuperar la inversión económica del cultivo.

Cuadro 4.4. Seriación de eventos fenológicos registrados en el cultivo de chile serrano variedad "Tampiqueño 74".

| Etapa de desarrollo                | Parámetro registrado | Días después del trasplante | UC acumulados |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------|
| No. Max. foliolos/planta           | 1315                 | 121                         | 1137.0        |
| Inicio de reproducción de foliolos | 28.5                 | 40                          | 427.8         |
| Altura Max/planta                  | 56.8                 | 129                         | 1164.7        |
| Inicio de floración                | 2.3                  | 66                          | 679.3         |
| 1er. pico                          | 59.2                 | 101                         | 1003.8        |
| 2o. pico                           | 85.9                 | 114                         | 1101.3        |
| 3er. pico                          | 128.5                | 129                         | 1164.7        |
| 4o. pico                           | 74.5                 | 142                         | 1263.3        |
| 5o. pico                           | 123.8                | 178                         | 1387.8        |
| Inicio de frutos                   | 1.6                  | 66                          | 679.3         |
| Calienta                           | 0                    | 98                          | 981.3         |
| 1er. corte*                        | 10.0                 | 114                         | 1101.3        |
| 2o. corte*                         | 14.6                 | 136                         | 1206.9        |
| 3er. corte*                        | 2.0                  | 157                         | 1290.7        |
| 4o. corte*                         | 1.0                  | 178                         | 1387.8        |
| Helada                             |                      | 182                         | 1399.1        |

\* Frutos de 4.6 cm de longitud en adelante.

De ocurrir un siniestro por problemas fitosanitarios como virus o mosca minadora antes de las fechas de corte repercutirá fuertemente en la rentabilidad del cultivo. Dado que el tiempo cronológico varía de acuerdo a las temperaturas presentes los resultados expresados en días no tendrán utilidad bajo diferentes patrones de temperatura. Por lo tanto, es apropiado utilizar los valores obtenidos en unidades calor, ya que representa el tiempo de desarrollo de un organismo determinado independientemente del régimen térmico. (Zalom, 1983 y Rodríguez, 1989).

Además el tener definida la ocurrencia de los eventos clave del cultivo permitirá proteger oportunamente dichas etapas de problemas fitosanitarios. Puesto que, de acuerdo a Byerly (1989) y Rodríguez (1989) al conocer la interacción del modelo fenológico de las plagas clave del cultivo se estará en posibilidades de implementar un programa de manejo integrado de plagas incluyendo el implementar un programa de monitoreo para barrenillo en función de los períodos de floración y fructificación detectados.

### Fenología del Cultivo por Estrato

Al inspeccionar las plantas por estrato se observó que en el primero y quinto es donde se concentra el mayor

desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo, de modo que al final del ciclo de desarrollo fue en estos donde se concentró mayor peso seco. Cabe señalar que el primer estrato sólo fue superior al quinto, en la longitud de sus ramificaciones, pero eso bastó para registrar ligeramente un mayor peso seco (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Desarrollo fenológico por estrato en plantas de chile serrano variedad "Tampiqueño 74".

| Parámetros           | Estratos |      |      |      |       | Total |
|----------------------|----------|------|------|------|-------|-------|
|                      | I        | II   | III  | IV   | V     |       |
| Long. Ramfs.<br>(cm) | 15.8     | 13.9 | 10.1 | 7.2  | 10.2  | 57.2  |
| Foliolos             | 139.4    | 96.2 | 57.9 | 42.7 | 281.2 | 617.4 |
| Flores               | 6.2      | 4.4  | 2.3  | 1.5  | 18.4  | 32.8  |
| Frutos               | 4.7      | 3.9  | 2.3  | 1.3  | 14.2  | 26.4  |
| Peso seco            | 9.0      | 5.7  | 2.8  | 1.7  | 8.0   | 27.2  |

La distribución del desarrollo intrínseco de una planta aporta un conocimiento básico útil para relacionarlo con la distribución de los organismos plaga y determinar sus hábitos de alimentación y de refugio. De esta forma se pueden implementar métodos de monitoreo adecuados de población y daño. En el caso específico de mosca minadora y barrenillo dado que se alimentan de foliolos y frutos respectivamente, la presencia y daño de estos insectos es mayor donde se presenta mayor cantidad de alimento y refugio,

lo que en este caso corresponde al quinto estrato de la planta (Cuadro 4.5). Sin embargo, dado que el chile serrano tiene mucha variabilidad en cuanto a morfología, hábitos de crecimiento, altura, ciclo vegetativo y ciclo reproductivo (Laborde y Pozo, 1984) estos resultados sólo se consideran válidos para las variedades tipo chile serrano similares a la variedad "Tampiqueño 74".

### Rizado Amarillo del Chile y su Vector

#### Proceso de Arribo de *Bemisia tabaci* y Aparición de Síntomas en Plantas Enfermas

Este proceso será discutido con la información de la Figura 4.3, estableciendo la relación existente entre el arribo de adultos de *Bemisia tabaci*, único vector del RACH y la manifestación de sus síntomas a través de los estados fenológicos del cultivo.

En la figura indicada se aprecia una curva de fluctuación poblacional del insecto plaga, reportando las capturas globales de cinco puntos de monitoreo. Se aprecia que el cultivo fue invadido a partir de los 16 días después del trasplante. A lo largo del desarrollo del cultivo se registraron al menos cinco picos importantes de irrupción poblacional que corresponden principalmente al vuelo de

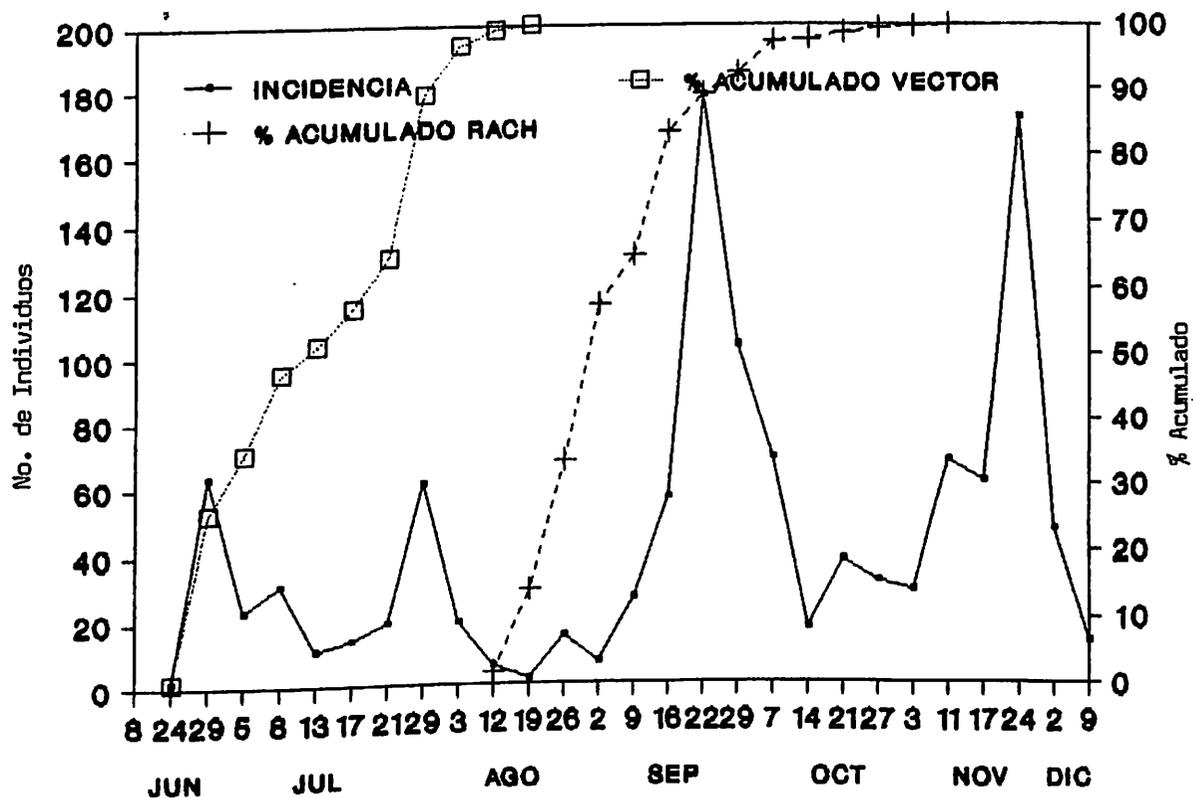


Figura 4.3. Dinámica poblacional de *Bemisia tabaci* y su relación con la transmisión del RACH. La Leona, Ramos Arizpe, Coahuila.

adultos desde sus hospederos silvestres hacia el interior del cultivo. Dichas fechas se registraron el 29 de junio, 29 de julio, 22 de septiembre, 21 de octubre y 24 de noviembre, los cuales aparecen en la Figura 4.3, marcados con las letras A, B, C, D y E.

En relación al estado de desarrollo fenológico del cultivo los picos A y B ocurrieron a los 22 y 52 días a partir del trasplante, antes de registrarse el primer período de máxima producción de flores (a los 101 días). El pico C registrado a los 107 días coincide con el primer período de máxima producción de flores, el cual dio origen al primer corte comercial. Los picos poblacionales D y E se registraron a los 136 y 170 días cuando la planta se encontraba en su tercer y quinto período de floración.

Lo anterior revela que una fecha de trasplante tardía, como la del ocho de junio; será fuertemente infestada desde sus etapas iniciales con el riesgo de que se presente un siniestro por virosis antes de efectuarse el primer corte.

Esto se muestra en la Figura 4.3 donde se presenta la curva en por ciento acumulado de plantas con síntomas del virus del rizado amarillo del chile. Nótese que las primeras plantas con síntomas fueron observadas el 12 de agosto a los

66 días del trasplante, cuando se registró el inicio de floración y fructificación. Para el 29 de septiembre cuando se realizó el primer corte, el 92 por ciento de las plantas ya habían manifestado la virosis (RACH) por lo que este lote registró un siniestro prácticamente total. El daño correspondiente se puede apreciar en la reducción de flores y frutos entre el 14 y el 21 de octubre (Cuadro 4.2) lo cual repercute en una disminución en el número de frutos de 4.6 cm de longitud, a partir de haberse realizado el segundo corte, por tal razón no se registró un incremento del rendimiento en los cortes sucesivos en forma ascendente, como lo reportan Montes y Tello (1991) para este cultivo. Lo que permite responsabilizar al RACH como la principal causa de aborto para este lote en particular.

El proceso de infección observado permite deducir que los primeros arribos de mosca blanca (picos A y B) son los responsables de la transmisión del gemnivirus del RACH y que el pico poblacional C, a pesar de su gran magnitud no tuvo influencia en la transmisión dado que en la fecha de su incidencia más del 90 por ciento de las plantas manifestaban la enfermedad.

Para demostrar esta hipótesis, los picos de arribo A y B de mosca blanca fueron graficados por la técnica de por ciento acumulado, considerando sólo las capturas del 24 de

junio al 19 de agosto. La curva resultante de estos eventos muestra un estrecho paralelismo con la curva de por ciento acumulado de plantas enfermas. Se aprecia entre estas un periodo de  $51.0 \pm 1.8$  días y  $499.6 \pm 22.8$  UC entre cada proporción del evento de arribo del vector con respecto a la misma proporción del evento de aparición de síntomas, situación que corresponde al periodo de incubación del virus dentro de la planta (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. Intervalo cronológico y fisiológico entre los eventos vector-RACH.

| %   | Fecha<br>Vector - RACH | Días | UC**   |
|-----|------------------------|------|--------|
| 20* | 28 Jun-20 Agos         | 53   | 515.95 |
| 30  | 10. Jul-24 Agos        | 54   | 532.45 |
| 40  | 6 Jul-27 Agos          | 51   | 513.20 |
| 50  | 10 Jul-30 Agos         | 51   | 508.20 |
| 60  | 18 Jul- 4 Sept         | 48   | 469.95 |
| 70  | 22 Jul-10 Sept         | 50   | 491.45 |
| 80* | 26 Jul-14 Sept         | 50   | 466.45 |

\* Se toma el rango de 20 a 80% para eliminar el efecto sinoidal

\*\* Obtenidas de tabla precalculada del cultivo (Cuadro A. 11)

Al realizar un análisis específico para cada punto de monitoreo se encontró la misma tendencia que en el análisis global de eventos. La diferencia encontrada radica

en que los sitios III, IV y V del lote comercial (Figura 4.4) muestran que el proceso de invasión del vector fue mayor que en los puntos I y II. Por tal razón se alcanzó un 90 por ciento de plantas enfermas de dos a tres semanas antes que en los sitios I y II (Cuadro 4.7). Cabe señalar que los sitios III y IV colindaban con un área no cultivada, con plantas arvenses nativas de diferentes familias como solanaceas, gramíneas, euphorbiaceas y malvaceas que conformaron la fuente de invasión del vector y del virus. Las dos primeras familias ya han sido reportadas como hospederas de *B. tabaci* por SARH *et al.* (1989).

De acuerdo a lo observado en todos los sitios de monitoreo se detecta una afluencia del vector pero esta varió de intensidad según la colindancia del lote. Los puntos I y II que presentaron el menor registro de vectores y el mayor tiempo para que se alcanzara la infección colindaban con áreas limpias o con barreras de plantas conocidas como "maroma" (*Salsola kali*). De acuerdo a lo indicado por Ortega y González (1989) el tamaño de la captura depende de factores como los cultivos o vegetación circundante.

De aquí se desprende la opción de manejar el cultivo como una isla separada de malezas hospederas del virus y del vector con áreas libres de vegetación y/o con barreras físicas como las que conformó la *Salsola kali*. Dado que el

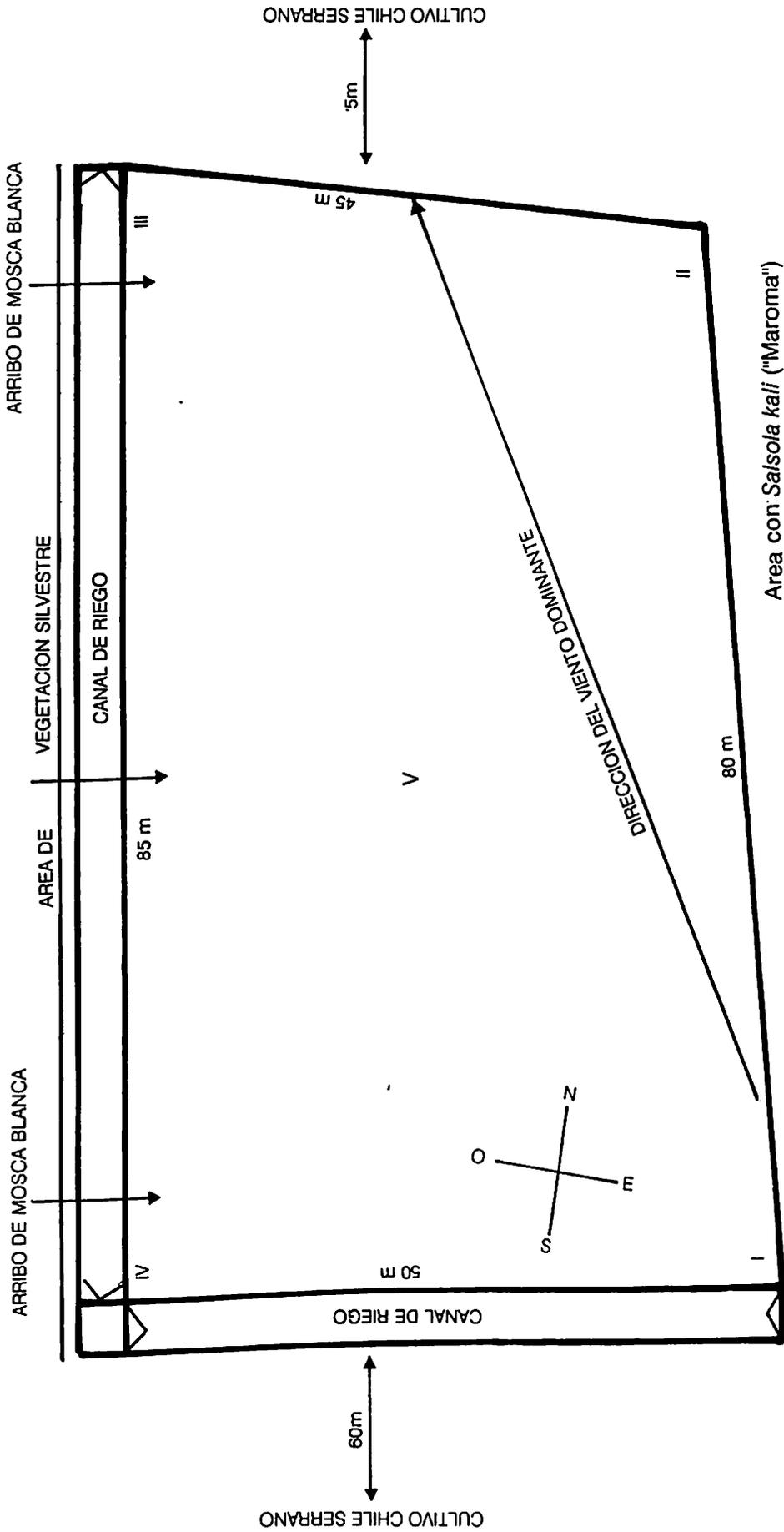


Figura 4.4 Croquis del lote experimental indicando el arribo de *Bemisia tabaci*. La Leona, Ramos Arizpe, Coahuila.

Cuadro 4.7. Análisis por sitio de monitoreo entre el número acumulado de arribos de mosca blanca y el porcentaje de plantas con síntomas del virus del Rizado amarillo del chile.

| Fechas    | Sitios de Monitoreo |             |          |           |          |           |          |           |          |           |
|-----------|---------------------|-------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
|           | I                   |             | II       |           | III      |           | IV       |           | V        |           |
|           | No<br>*MB           | %<br>RACH** | No<br>MB | %<br>RACH | No<br>MB | %<br>RACH | No<br>MB | %<br>RACH | No<br>MB | %<br>RACH |
| 29 junio  | 3                   | 0           | 9        | 0         | 13       | 0         | 13       | 0         | 18       | 0         |
| 5 julio   | 7                   | 0           | 12       | 0         | 16       | 0         | 25       | 0         | 19       | 0         |
| 8 julio   | 10                  | 0           | 19       | 0         | 23       | 0         | 34       | 0         | 23       | 0         |
| 13 julio  | 11                  | 0           | 20       | 0         | 29       | 0         | 34       | 0         | 26       | 0         |
| 17 julio  | 13                  | 0           | 21       | 0         | 30       | 0         | 35       | 0         | 33       | 0         |
| 21 julio  | 13                  | 0           | 23       | 0         | 40       | 0         | 36       | 0         | 38       | 0         |
| 29 julio  | 20                  | 0           | 29       | 0         | 50       | 0         | 56       | 0         | 47       | 0         |
| 3 agosto  | 24                  | 0           | 30       | 0         | 52       | 0         | 60       | 0         | 55       | 0         |
| 12 agosto | 24                  | 1.51        | 32       | 2         | 54       | 5.66      | 62       | 1.49      | 55       | 0         |
| 19 agosto | 25                  | 6.06        | 33       | 22        | 54       | 30.18     | 62       | 13.43     | 55       | 5.63      |
| 26 agosto | --                  | 18.18       | --       | 38        | --       | 60.64     | --       | 28.35     | --       | 28.16     |
| 2 Sept    | --                  | 36.36       | --       | 48        | --       | 75.47     | --       | 71.64     | --       | 57.74     |
| 9 Sept    | --                  | 46.96       | --       | 58        | --       | 81.13     | --       | 77.61     | --       | 61.97     |
| 16 Sept   | --                  | 71.21       | --       | 78        | --       | 90.56     | --       | 86.56     | --       | 88.73     |
| 22 Sept   | --                  | 77.27       | --       | 86        | --       |           | --       | 92.53     | --       | 95.92     |
| 29 Sept   | --                  | 83.33       | --       | 88        | --       |           | --       |           | --       |           |
| 7 Oct     | --                  | 93.93       | --       | 94        | --       |           | --       |           | --       |           |

\* Sólo se plasman los registros acumulados de mosca blanca correspondientes a los picos A y B de la Figura 4.3

\*\* Sólo se citan hasta la fecha en que el % de plantas enfermas alcanzó un 90%.

sitio V estaba ubicado en el centro del lote fue infectado antes que los sitios I y II, esto sugiere la posibilidad de que el vector llegó al sitio V desde los puntos III y IV y del centro alcanzó el otro margen del cultivo (sitios II y I).

La tendencia regional sobre el manejo de mosca blanca es la de iniciar acciones de control cuando se detecta un gran número de adultos volando sobre las plantas de chile y se observen las primeras plantas enfermas. Sin embargo, los resultados de este estudio muestran que dichas acciones son extemporáneas e ineficientes dado que la transmisión del RACH ocurrió 51 días antes de que se apreciaran los primeros síntomas de la enfermedad. Además en dichas fechas no fue perceptible el vuelo del vector sobre las plantas y sólo las trampas amarillas indicaron que se estaba dando un proceso de invasión.

Como se observa en la Figura 4.3, es un hecho que al detectarse las primeras plantas enfermas existirán en el lote un alto por ciento de plantas infectadas que aún no manifiestan síntomas. Además, resulta difícil para el agricultor y el extensionista relacionar un daño presente, con una infección que ocurrió 51 días atrás. Por tal razón es necesario tomar acciones de tipo preventivo dirigidas a los picos de arribo de mosca blanca apoyados con un programa

de monitoreo con trampas amarillas impregnadas con pegamento, colocadas en los márgenes del cultivo (Gillespie y Quiring, 1987)

Con los resultados obtenidos se plantea la hipótesis de que al tomar acciones de control dirigidos a los picos poblacionales A, B y C (Figura 4.3) al momento del arribo y como consecuencia suprimir la población se retrasará el proceso de transmisión y la curva de aparición de síntomas se desplazará hacia su derecha lo que permitirá efectuar de tres a cuatro cortes o cosechas libres del RACH.

De igual forma el presente estudio indica la necesidad de evaluar las diferentes fechas de trasplante de marzo a junio para determinar si al igual que en el caso del sur de Tamaulipas las fechas tempranas son menos afectadas por el RACH (SARH *et al.*, 1989) e indicar el riesgo de utilizar las fechas más infectadas.

Las acciones de establecimiento de barreras físicas, la selección de fechas de trasplante menos infectadas y acciones de control oportunas en base a monitoreo, previa verificación en condiciones de campo permitirán reducir la alta siniestralidad del cultivo.

## Monitoreo del Barrenillo del Chile

### Proceso de Arribo y Colonización de *Anthonomus eugenii*

El proceso de arribo y colonización del barrenillo del Chile se discutirá de acuerdo a la información reportada por dos estrategias de monitoreo: redeo entomológico y disección de frutos. Se establecerá la interacción entre la incidencia de la plaga y el estado fenológico del cultivo y se observará el efecto de la temperatura y el manejo agronómico sobre los eventos biológicos registrados.

### Redeos Entomológicos

La Figura 4.5 muestra la dinámica poblacional de adultos de *Anthonomus eugenii* cuya invasión inicial se registró el 29 de julio y el tres de agosto. Pero del 12 al 19 de agosto se inició el incremento de la población coincidiendo con el inicio de floración y la aparición de los primeros frutos a los 66 días y 679 UC a partir del trasplante, lo que muestra la sincronía del hospedero con su plaga de acuerdo a lo indicado por Pacheco (1985); Pozo y Bujanos (1984) y Ortiz y Badii (1991). Después de este pico la incidencia de la plaga fue abatida e inclusive en muchos de los muestreos subsecuentes no se registró captura.

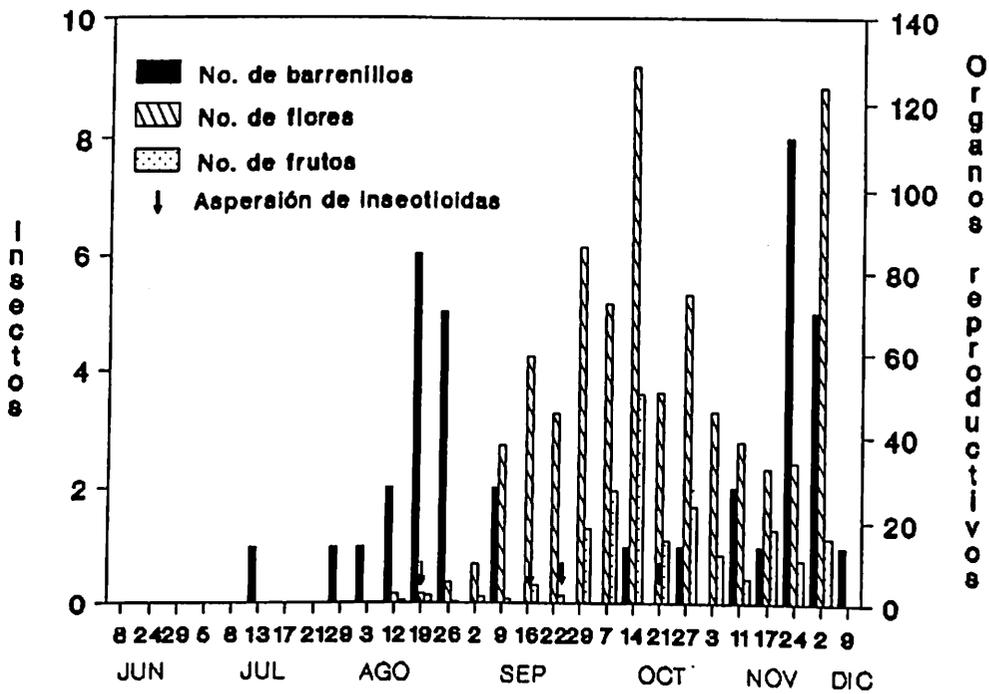


Figura 4.5. Dinámica poblacional de adultos de Anthonomus eugenii en el chile serrano variedad "Tampiqueño 74". La Leona. Ramos Arizpe, Coahuila.

La baja densidad poblacional fue debida a las aplicaciones de insecticidas realizadas por el agricultor para controlar a la plaga en las fechas del 13 de agosto, 5 y 14 de septiembre, y primero de octubre. (Figura 4.5). Después de esta fecha se suspendió el control químico lo que permitió la recuperación de la plaga en las etapas finales del cultivo entre el 14 de octubre y el 24 de noviembre, existiendo en este tiempo frutillos susceptibles de ser parasitados.

Cabe señalar que las aplicaciones de pesticidas dirigidas a controlar al barrenillo del chile se suspendieron a causa de la drástica caída del precio del producto combinado con la incidencia del virus del RACH.

#### Monitoreo de Estados de Desarrollo de *A. eugeni* por Disec- ción de Frutos

Esta estrategia de monitoreo permitió dar un seguimiento a la biología de esta especie mediante la disección de flores y frutos totales de tres plantas.

El primer registro de la plaga afectando fructificaciones (Cuadro 4.8) ocurrió el 16 de septiembre fecha en que se detectó la fase de huevecillo. A partir de dicho momento en todos los monitoreos subsecuentes se

encontraron frutos que contenían uno o más de los estadios de desarrollo e inclusive adultos a punto de emerger. Después el número de especímenes detectados se fue incrementando paulatinamente y para el nueve de diciembre tres días después de la helada del cultivo, también se registraron estadios inmaduros principalmente de 2o. y 3er. estadio larval pero la mayoría muertos por el efecto de la helada.

**Cuadro 4.8. Registro de barrenillo del chile por estadio de desarrollo en fructificaciones de chile serrano variedad "Tampiqueño 74".**

| Fecha     | Estadios de desarrollo |     |     |       |     | No. de frutos |                  | UC<br>acumulados |        |
|-----------|------------------------|-----|-----|-------|-----|---------------|------------------|------------------|--------|
|           | H                      | L1  | L2  | L3-L4 | P   | A*            | dañados<br>sanos |                  |        |
| 12 Agos** | 0                      | 0   | 0   | 0     | 0   | 0             | -                | 1.6              |        |
| 19        | 0                      | 0   | 0   | 0     | 0   | 0             | -                | 2.6              |        |
| 26        | 0                      | 0   | 0   | 0     | 0   | 0             | -                | 0.3              |        |
| 2 Sept    | 0                      | 0   | 0   | 0     | 0   | 0             | -                | 3.3              |        |
| 9         | 0                      | 0   | 0   | 0     | 0   | 0             | -                | 3.3              |        |
| 16        | 6*                     | 0   | 0   | 0     | 0   | 0             | 4                | 15.9             | 0      |
| 22        | 0                      | 2*  | 4*  | 2*    | 0   | 0             | 7                | 15.1             | 59.35  |
| 29        | 1                      | 0   | 0   | 3     | 5*  | 0             | 9                | 73.9             | 112.95 |
| 7 Oct     | 0                      | 0   | 0   | 0     | 6   | 5*            | 10               | 93.4             | 152.40 |
| 14        | 23*                    | 2   | 0   | 0     | 0   | 2             | 26               | 145.4            | 182.90 |
| 21        | 3                      | 38* | 3   | 0     | 0   | 0             | 42               | 92.2             | 228.20 |
| 27        | 0                      | 0   | 19* | 7     | 3   | 0             | 28               | 54.4             | 259.55 |
| 3 Nov     | 1                      | 0   | 1   | 23*   | 8   | 3             | 35               | 37.2             | 289.80 |
| 11        | 1                      | 1   | 5   | 1     | 16* | 10            | 34               | 26.4             | 317.25 |
| 17        | 2                      | 1   | 0   | 3     | 2   | 20            | 27               | 49.6             | 332.90 |
| 24        | 10*                    | 0   | 3   | 7     | 8   | 14            | 41               | 26.8             | 373.00 |
| 2 Dic     | 0                      | 10* | 4   | 2     | 5   | 9             | 28               | 43.5             |        |
| 9         | 0                      | 0   | 17* | 5     | 1   | 0             | 20               | -                |        |

A\*: Adultos dentro de frutos antes de emerger

\*\* No se consideran muestreos anteriores por ausencia de fructificaciones

En el Cuadro 4.8 se aprecia con claridad la ocurrencia de eventos biológicos en forma secuenciada y se presentan dos generaciones completas, y una tercera que solo alcanzó el segundo estado larval antes del fin del cultivo en las fructificaciones inspeccionadas por disección en laboratorio se registraron tres fechas de oviposición bien definidas: el 16 de septiembre, 14 de octubre y 24 de noviembre. A partir de cada período de oviposición se marca con un asterisco la secuencia de eventos biológicos registrados de acuerdo al estado dominante encontrado en cada muestreo (Cuadro 4.8). En cada semana de muestreo se registró la presencia de un estadio dominante que va describiendo el avance del ciclo biológico.

Al registrar el tiempo requerido de la primera fecha de ovipostura a la segunda fecha y de ésta a la tercera, se encontró que se requieren de 29 y 41 días, y de 182.9 y 190.1 UC (Cuadros 4.8 y 4.9). Los intervalos cronológicos difieren grandemente, en cambio, el ciclo expresado en unidades calor son muy aproximados entre sí presentando una media aritmética de 186.5 UC. Este valor es relativamente semejante al de 189.2 y 195.2 UC determinados en condiciones de campo y laboratorio respectivamente, para el desarrollo de huevecillo a adulto por Rodríguez y Quiñonez (1991).

Cuadro 4.9. Intervalo cronológico y fisiológico entre los picos de oviposición de *Anthonomus eugenii* en Chile serrano variedad "Tampiqueño 74".

| Fecha   | No. de huevecillos | Intervalo |       |
|---------|--------------------|-----------|-------|
|         |                    | Días      | UC    |
| 16 Sept | 6                  | --        | --    |
| 14 Oct  | 23                 | 29        | 182.9 |
| 24 Nov  | 10                 | 41        | 190.1 |

Al realizar un conteo regresivo de UC desde el momento de la primera oviposición se puede estimar que entre el 10 y 27 de agosto debió ocurrir otro período de oviposición como ya se citó antes en la Figura 4.5, durante estas fechas se registró el primer pico de actividad de adultos el cual también es coincidente con la aparición de las primeras flores y frutos susceptibles de ser ovipositados. Esto permite definir que la etapa reproductiva del cultivo en Ramos Arizpe permite el desarrollo de al menos tres generaciones completas de barrenillo del fruto en una fecha tardía de trasplante.

Por otra parte, en el Cuadro 4.10 se aprecia claramente que los frutos preferidos para la oviposición son los de 1 a 3 cm de longitud, posiblemente debido a que los frutos de menor tamaño son muy susceptibles de ser abortados por el daño de la larva al alimentarse (Cartwright *et al.*

1990). En contraparte frutos mayores de 3 cm tienen el pericarpio duro y de mayor grosor lo que los hace menos atractivos. Además el tiempo de que dispone la larva para alimentarse de semillas cristalinas, como lo indica Avila (1984) se reduce entre mayor sea el desarrollo fenológico del fruto.

Cuadro 4.10. Frecuencia de oviposiciones de *Anthonomus eugeni* de acuerdo a la longitud de frutos parasitados.

| Longitud de frutos (cm) | No. de huevecillos ovipositados |
|-------------------------|---------------------------------|
| 0.1 - 1.0               | 6                               |
| 1.1 - 2.0               | 14                              |
| 2.1 - 3.0               | 14                              |
| 3.1 - 4.0               | 8                               |
| 4.1 - 5.0               | 2                               |

En la disección de botones florales y flores a los largo del estudio nunca se observaron oviposturas, contrario a lo que citan Cartwright *et al.* (1990) y Coudriet y Kishaba (1988) quienes enfatizan que la oviposición puede ocurrir en dichos órganos.

En función a la probabilidad de que un individuo sobreviva y alcance el estado adulto es factible considerar

que los frutillos de 1 a 3 cm sean los más preferidos para la oviposición, ya que contarán con un sustrato y un tiempo para su desarrollo aceptable antes del desprendimiento del fruto. Cabe recordar que la larva requiere como alimento la presencia de semillas cristalinas, las cuales no se han desarrollado en botones, flores o frutos de menores de 1 cm.

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran claramente que el establecimiento del barrenillo del chile en el cultivo está sincronizado con el desarrollo fenológico de la planta. El inicio de floración y la presencia de frutos de 1 a 3 cm son los condicionantes para que se registre la actividad de adultos. A partir de la invasión inicial y cada 187 UC se tendrá un nuevo pico de actividad de adultos por lo que es posible pronosticar fechas óptimas de control químico.

Por otra parte, también es posible utilizar el registro de la floración para pronosticar la presencia de frutos susceptibles de ser ovipositados y emprender sus acciones de control. Además se está en condiciones de construir un modelo predictivo que utilice datos fenológicos del cultivo y de la plaga para pronosticar situaciones de riesgo y optimizar el uso de plaguicidas.

Registro de *A. eugenii* por Estrato

La estratificación de las plantas para inspeccionar la presencia de esta plaga nos muestra (Cuadro 4.11) que el número de barrenillos por estrato (Y) en las plantas de chile depende de l número de frutos presente por estrato (X) de acuerdo a la ecuación de regresión lineal simples  $Y = 4.72 + 0.30x$  que presenta un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0.99 y se prueba mediante el análisis de varianza en el que se rechaza la hipótesis nula al 0.05 y 0.01 de significancia.

Cuadro 4.11. Análisis de varianza en la regresión lineal simple: número de chiles (X), número de barrenillos (Y) por estrato.

| FV     | GL    | S.C.    | CM      | Fc       | Ft    |       |
|--------|-------|---------|---------|----------|-------|-------|
|        |       |         |         |          | 0.05  | 0.01  |
| Reg    | 1     | 6606.66 | 6606.66 | 1401.8** | 10.13 | 34.12 |
| E. Reg | n-2=3 | 14.14   | 4.713   |          |       |       |
| Total  | n-1=4 | 6620.8  |         |          |       |       |

Dado que  $F_c > F_t$  al 0.05 y al 0.01 se rechaza  $H_0: B=0$ .

La ecuación de regresión estimada esta dada por:

$$y = 4.72 + 0.30 X$$

Dado: X= 121.3, 100.2, 59.6, 34.5 y 369.3, frutos totales por estrato,

Y= 44, 34, 24, 13 y 116; barrenillos totales por estrato.

La ecuación de regresión lineal obtenida nos indica que por cada 5.02 frutos por estrato se estimó la presencia de un espécimen de barrenillo en promedio.

Este resultado nos proporciona la factibilidad de monitorear con precisión y oportunamente la presencia del insecto en condiciones de campo. De acuerdo a la longitud del tallo de las plantas en la parte apical (estrato cinco) es donde es más factible encontrar frutos parasitados seguido de los estratos uno y dos. El tercero y cuarto estrato son menos infestados debido a que producen bastantes menos frutos que los restantes (Cuadro 4.5).

#### Monitoreo de Mosca Minadora

##### Proceso de Arribo y Colonización de *Liriomyza sativae*

La incidencia y colonización de la mosca minadora se discutirá de acuerdo a su fluctuación poblacional a lo largo del presente estudio, en relación a la producción de foliolos por planta. Asimismo, se estimará el tiempo requerido por el insecto en cuestión para completar su desarrollo biológico en escala de tiempo cronológico y

fisiológico.

En la Figura 4.6 se observa que la captura de adultos de mosca minadora se registró desde el primer monitoreo y a lo largo del ciclo presentaron seis picos poblacionales bien definidos: el 29 de junio, 12 y 26 de agosto, 22 de septiembre, 21 de octubre y 24 de noviembre; sobresaliendo por su magnitud el 2o., 3er. y 4o. pico, fechas en que el cultivo ~~ino~~ incrementó su producción de folíolos. Pero los intervalos de tiempo entre cada uno de los picos son muy irregulares: 9, 35, 14, 27, 29 y 34 días y 138.5, 531.2, 221.7, 374.2, 309.7 y 270.2 UC; lo cual permite establecer que estos picos poblacionales no corresponden a generaciones discretas de adultos.

El 15 de agosto se registró una intensa granizada en el cultivo lo que originó una notable defoliación de las plantas y probablemente la disminución en el número de adultos de mosca minadora capturados (Figura 4.6). Pero a partir del 17 de julio se incrementó la población definitivamente igual que la producción de folíoles (Figura 4.2).

En cuanto al registro de larvas parasitando folíolos del cultivo, en la Figura 4.7 podemos apreciar que desde el establecimiento de las plántulas se presentó el ataque.

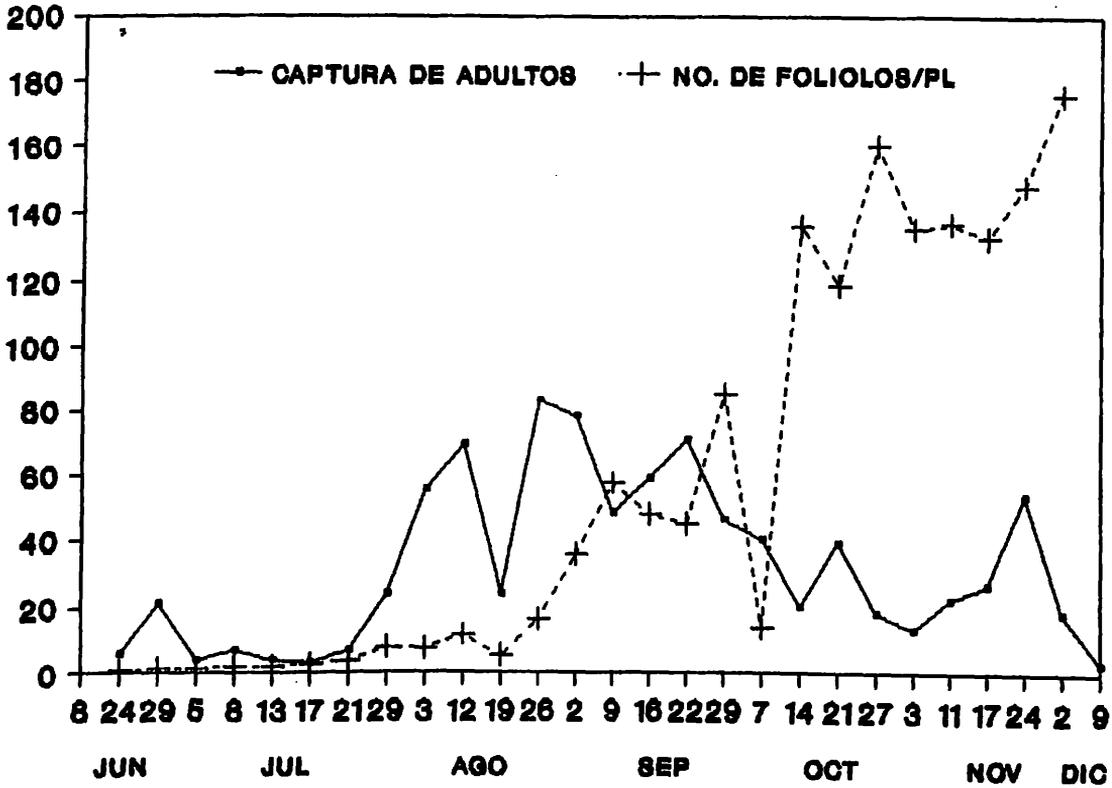


Figura 4.6. Dinámica poblacional de *Liriomyza sativae* en chile serrano variedad "Tampiqueño 74". La Leona, Ramos, Arizpe, Coahuila.

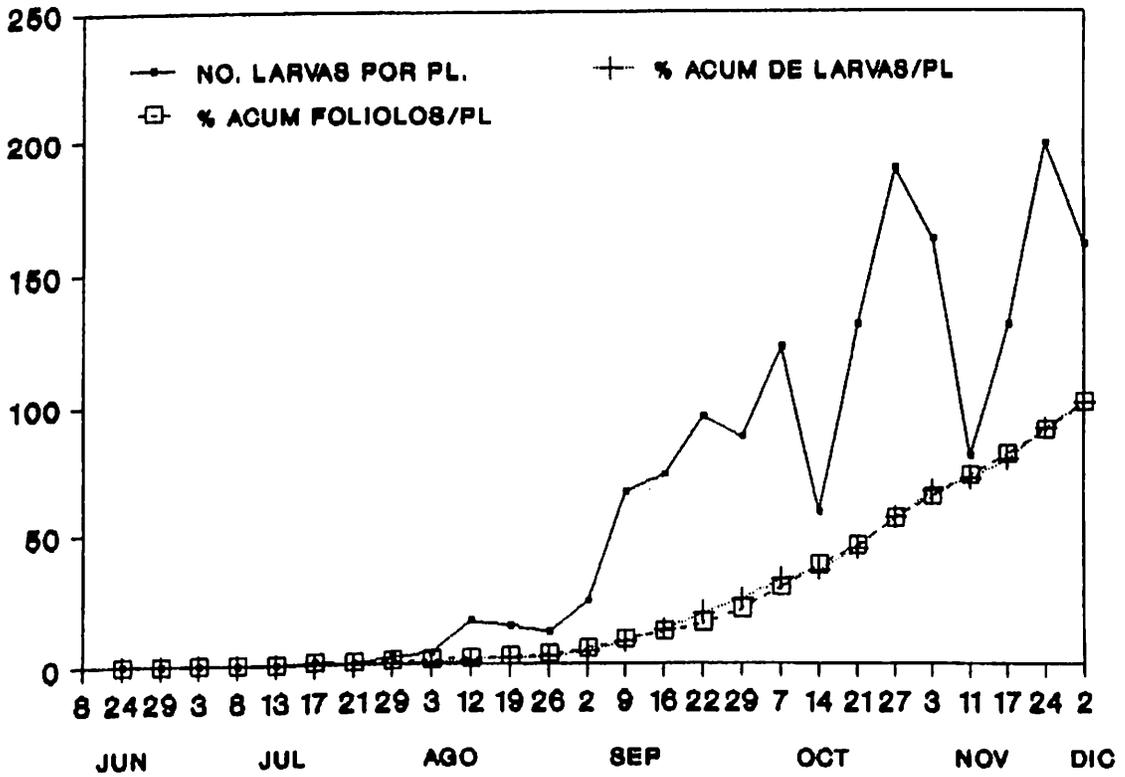


Figura 4.7. Dinámica poblacional de larvas de *Liriomyza sativae* y foliolos de chile serrano variedad "Tampiqueño 74". La Leona, Ramos Arizpe, Coahuila.

En el número de larvas en folíolos se observa que alrededor del 29 de julio se inició la colonización del lote experimental, 12 días después que el cultivo inició a incrementar su producción de folíolos (17 de julio). Antes del 29 de julio la cantidad de larvas encontradas en folíolos era casi nula. Posteriormente, a partir del 19 de agosto se registró (Figura 4.7) un estrecho paralelismo entre el número de folíolos y de la plaga a diferentes proporciones, esto nos muestra una relación entre ambos eventos. Al inicio los valores acumulados en por ciento del número de larvas y folíolos no tienen semejanza lo que revela que la mosca minadora requirió de cierto tiempo para reproducirse en cantidades que correspondieran al número de folíolos disponibles por planta. Al "aparecer" la planta en su sitio definitivo ya tenía cierto desarrollo foliar, esto significa que la siembra por trasplante le proporciona al cultivo ventaja al evitarse un daño inmediato después de la nacencia y al retardar el incremento de la tasa poblacional de la plaga.

En general los resultados alcanzados muestran una gran adaptación del insecto con el chile serrano, se presentó en él desde el establecimiento hasta el término del ciclo de desarrollo y su población se incrementó cuando aumentó el número de folíolos. En relación a la etapa reproductiva del cultivo, la plaga se incrementó 15 días

antes de que iniciara la floración y la fructificación (12 de agosto). Pero no se cuantificó su efecto en la producción.

Si la densidad de la plaga colonizando al cultivo, hubiera sido alta antes de que este incrementara definitivamente su producción de folíolos, el daño que se hubiera registrado hubiera destruido las plantas jóvenes o al menos retrasado el desarrollo fenológico de la plantación en contraste si se hubiera registrado una explosión poblacional cuando la planta cesó de producir follaje (siete de octubre) el daño hubiera ocasionado una defoliación que afectaría el proceso de fotosíntesis y por ende la producción de flores y frutos y/o ocasionado el quemado de frutos de acuerdo con Parrella, 1987.

Al contar con el registro de los estadios larvales por monitoreo se estimó el tiempo de desarrollo biológico de la mosquita minadora considerando sólo los datos en que se registró un mismo estado de desarrollo en monitoreos continuos. De este modo se observa que de larva uno a larva uno transcurrieron siete días en promedio y 109.1 UC (Cuadro 4.12).

Cuadro 4.12. Desarrollo biológico de *Liriomyza sativae* en Chile serrano variedad "Tampiqueño 74".

| Fecha  | Días | Intervalo* | UC     |
|--------|------|------------|--------|
| 12 Ago | --   |            | --     |
| 19 Ago | 7    |            | 107.25 |
| 26 Ago | 7    |            | 114.50 |
| 2 Sept | 7    |            | 105.63 |

\* Ciclo biológico de larva uno a larva uno

Posiblemente el tiempo cronológico para el ciclo indicado fue el mismo del 12 de agosto al dos de septiembre; porque las temperaturas presentes en todo ese tiempo fueron muy semejantes, pues según Webb y Smith (1969) y Parrella (1987) el tiempo cronológico del desarrollo de mosca minadora varía con la temperatura. Por otra parte el tiempo fisiológico determinado es lógicamente mayor a las 95 UC estimadas por Petitt *et al.* (1991) para la fase de huevo a larva de tercer estadio.

#### Registro de *L. sativae* por Estrato

Los resultados correspondientes confirman la relación entre el número de foliolos y el número de larvas por ello los estratos que presentan mayor número de foliolos: quinto y primero son los de mayor número de larvas reportaron y viceversa.

La ecuación  $y = 199.46 + 0.24x$ , obtenida por regresión lineal simple, donde Y es la variable dependiente número de larvas y X la variable independiente número de folíolos con un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) de 0.99, confirma por medio del análisis de varianza (Cuadro 4.13) que el número de larvas depende del número de folíolos. Según la ecuación estimada: por cada 199.7 folíolos por estrato se estimó la presencia de una larva en promedio del número total de hojas en cada estrato.

Cuadro 4.13. Análisis de varianza en la regresión lineal simple, No. de folíolos (X), No. de minadores (Y) por estrato.

| FV      | GL | S.C.        | CM          | Fc       | Ft    |       |
|---------|----|-------------|-------------|----------|-------|-------|
|         |    |             |             |          | 0.05  | 0.01  |
| Reg.    | 1  | 1510640.773 | 1510640.773 | 236.80** | 10.13 | 34.12 |
| E. Reg. | 3  | 19138.027   | 6379.342    |          |       |       |
| Total   | 4  | 1529778.8   |             |          |       |       |

Dado que  $F_c > F_t$  al 0.05 se rechaza  $H_0: \beta = 0$ . La ecuación de regresión estimada esta dada por:

$$Y = 199.46 + 0.24X$$

Dado:  $X = 3623.3, 2501.5, 1506.5, 1110.1$  y  $7310.9$ , número total de folíolos por estrato,

$Y = 1203, 774, 510, 499$  y  $1973$ , número total de larvas de mosca minadora por estrato.

Este resultado nos permitirá cuantificar las infestación de la plaga en el cultivo y efectuar un monitoreo adecuado que nos indique con oportunidad la decisión de efectuar o no una acción de control.

Por otra parte el conocer el requerimiento cronológico y fisiológico del ciclo de vida de este insecto nos permitirá pronosticar y programar su manejo adecuado, realizando las acciones de control, si así se requieren, en una etapa en que la plaga esté más expuesta y susceptible de ser controlada (en estado adulto), sin embargo, es importante definir con anterioridad la influencia que tienen las poblaciones desfasadas provenientes de hospederos alternantes próximos al cultivo.

La necesidad de ejercitar una acción de control puede determinarse en base al estado de desarrollo de la planta, como ya se señaló y/o al detectar que el número de larvas es desproporcionadamente mayor que el número de folíolos, todo ello de acuerdo a lo que indique un monitoreo previo.

## CONCLUSIONES

### A. Respecto a la Fenología del Cultivo:

1. El desarrollo vegetativo y reproductivo del chile serrano variedad "Tampiqueño 74" fue mayor en el estrato cinco del tallo de la planta, seguido por el estrato uno, dos, tres y cuatro.
2. El inicio de la etapa de floración y la producción de frutos del chile serrano variedad "Tampiqueño 74" ocurrió a los 66 días o 679 unidades calor postrasplante.
3. El inicio de la fase reproductiva importante del chile serrano variedad "Tampiqueño 74" se presentó a los 101 días o 1003 unidades calor después del trasplante.
4. El intervalo de tiempo promedio entre los períodos de floración fue de 14 días o 71.5 unidades calor.
5. El tiempo requerido para realizar el primer corte de frutos económicamente redituable fue de 114 días o 1101 unidades calor después del trasplante.

6. El intervalo de tiempo fisiológico promedio entre los períodos de producción de frutos para corte fue de 22.7 días o 116 unidades calor en promedio.

B. Respecto a la Relación *Bemisia tabaci* y el Virus del Rizado Amarillo del Chile:

1. Se presentaron cinco picos poblacionales importantes de captura de adultos de *Bemisia tabaci* en el lote experimental: el 29 de junio, 29 de julio, 22 de septiembre, 21 de octubre y 24 de noviembre. Pero sólo los dos primeros fueron los responsables de la transmisión del virus del rizado amarillo del chile.
2. Entre el proceso de arribo de *Bemisia tabaci* y la aparición de síntomas de la enfermedad viral se requirieron de  $51.0 \pm 1.8$  días o  $499.6 \pm 22.8$  unidades calor, tiempo que corresponde al período de incubación del virus dentro de la planta.
3. Los primeros síntomas de plantas enfermas con el virus del rizado amarillo del chile se presentaron al inicio de la etapa de floración y fructificación del cultivo en estudio a los 66 días o 679 unidades calor.

4. El lote en estudio alcanzó el 90 por ciento de plantas enfermas con el virus del rizado amarillo del chile antes de que el cultivo llegara a la fase reproductiva importante, a los 101 días o 1003 unidades calor después del trasplante.

C. Respecto a *Anthonomus eugenii*

1. La presencia de adultos *Anthonomus eugenii* en el lote experimental se detectó a partir del inicio de floración y fructificación, a los 66 días o 679 unidades calor.
2. Se presentaron tres generaciones completas de *Anthonomus eugenii* a través de la etapa reproductiva del cultivo, cada generación requirió de 187 unidades calor en promedio para el desarrollo de un ciclo biológico completo.
3. *Anthonomus eugenii* presentó una marcada preferencia por ovipositar en frutos de 1 a 3 centímetros de longitud.
4. El número de especímenes de *Anthonomus eugenii* a diferentes estadios de desarrollo afectando frutos de chile serrano, mostró una significativa dependencia con el número de frutos por estrato, por cada 5.02 frutos por estrato se estimó la presencia de un espécimen del insecto plaga en promedio.

#### D. Respecto a *Liriomyza sativae*

1. La presencia de adultos de *Liriomyza sativae* en el lote experimental se detectó desde el establecimiento del cultivo, pero su densidad poblacional inició a incrementarse definitivamente en la misma fecha en que el cultivo incrementó su producción de foliolos, el 17 de julio.
2. Se registraron seis picos poblacionales importantes de captura de adultos de *Liriomyza sativae* en el lote experimental: el 29 de junio, 12 y 26 de agosto, 22 de septiembre, 21 de octubre y 24 de noviembre.
3. El número de larvas de *Liriomyza sativae* afectando al cultivo aumentó conforme se incrementó el número de foliolos por planta a partir del 19 de agosto, 33 días después que el cultivo inició a incrementar su producción de foliolos.
4. *Liriomyza sativae* requirió de siete días o 109 unidades calor en promedio para el desarrollo de un ciclo biológico completo en el cultivo de chile serrano variedad "Tampiqueño 74".
5. El número de larvas de *Liriomyza sativae* en diferentes estadios de desarrollo mostró una significativa

dependencia con el número de foliolos por estrato, por cada 199.7 foliolos se estimó la presencia de una larva en promedio.

## RESUMEN

Con los objetivos de conocer el desarrollo fenológico del chile serrano expresado en tiempo cronológico y fisiológico; determinar la relación entre la incidencia de *Bemisia tabaci* y la aparición de síntomas del virus del rizado amarillo del chile respecto a la fenología del cultivo; y describir la biología de *Anthonomus eugeni* y *Liriomyza sativae* expresado en tiempo cronológico y fisiológico, y la relación de sus incidencias con el desarrollo del cultivo se realizó un monitoreo biológico y climático de los organismos en estudio, en un lote experimental establecido con la variedad "Tampiqueño 74" en el ejido La Leona, Ramos Arizpe, Coah. del ocho de junio al nueve de diciembre de 1990. El monitoreo biológico consistió en registrar el establecimiento y desarrollo de cada uno de los organismos mediante inspecciones semanales de campo y de laboratorio, realizando colectas de plantas de chile serrano, captura de insectos plaga por diferentes tipos de muestreo, en el estado adulto e inmaduro. En el caso de la enfermedad viral se establecieron parcelas de 20 m<sup>2</sup> distribuidas en la superficie del lote experimental para observar su disseminación a través del ciclo del cultivo. El monitoreo climático consistió en obtener las temperaturas

máximas y mínimas diarias prevalentes en el lote experimental para posteriormente estimar por el método de seno doble de unidades calor el tiempo fisiológico requerido por el cultivo y plagas principales para su desarrollo, en base al umbral de temperatura inferior de desarrollo de cada especie.

Los resultados reflejaron el desarrollo fenológico del cultivo de acuerdo a sus principales etapas de crecimiento vegetativo y reproductivo expresado en tiempo cronológico y fisiológico, la enfermedad viral y su vector mostraron una estrecha relación afectando al cultivo severamente antes de que llegara a su fase reproductiva importante y se estimó el tiempo requerido entre la transmisión del virus y la aparición de síntomas. En el caso de *A. eugentii* y *L. sativae* se registró el establecimiento y el desarrollo biológico de cada uno de ellos en relación al desarrollo fenológico del cultivo, así como el tiempo cronológico y fisiológico que requieren para completar su desarrollo biológico.

De este modo se concluyó que el chile serrano variedad "Tampiqueño 74" inició la floración y la fructificación a los 66 días postrasplantes o 679 unidades calor (UC); la fase reproductiva importante se registró a los 101 días o 1003 UC; el primer corte económicamente redituable se realizó a los 114 días o 1101 UC.

Las primeras plantas con el virus del rizado amarillo del chile se detectaron al inicio de la fase de floración y fructificación; *Bemisia tabaci* presentó una estrecha relación con la enfermedad viral, transmitiéndola 51 días o 499 UC en promedio antes de que aparecieran los primeros síntomas.

*A. Eugeni* se estableció en el cultivo al ocurrir los períodos de floración y fructificación; su ciclo biológico requirió de 187 UC y el tiempo cronológico para su desarrollo fue muy variable por su parte *L. sativae* se presentó desde el inicio del estudio; su población se incrementó conforme aumentó el desarrollo foliar del cultivo; su ciclo biológico promedio requirió de siete días o 109 UC.

## LITERATURA CITADA

- Acosta L., R. 1989a. Mecanismos de transmisión de virus por insectos. In: Ecología de insectos vectores de virus en plantas cultivadas. Acosta, L.R. y F. Delgadillo-S. Chapingo, Méx. Colegio de Postgraduados. 112p.
- \_\_\_\_\_. 1989b. Ecología de virus transmisibles por mosquita blanca en frijol en el trópico mexicano. In: Ecología de insectos vectores de virus en plantas cultivadas. Acosta, L.R. y F. Delgadillo-S. Chapingo, Méx. Colegio de Postgraduados. 112p.
- Agromundo. 1989. Estadísticas: sandía, melón, cebolla y chiles: temporada 88-89. 2(7):29-30.
- Andrews, K.L., A. Rueda, G. Gandini, S. Evans, A. Apango and M. Avedillo. 1986. A supervised control program for pepper weevil *Anthonomus eugenii*. Cano, in Honduras, Central America. Trop. Pest. Manage. 32:1-4.
- Avila, V.J. 1984. Aspectos de la biología de *Anthonomus eugenii* Cano, (Coleoptera: curculionidae) en chile serrano. CIAH. Campo Agric. Exptal. del sur de Tamps SARH. Tampico, Tamps. Méx. pp. 21.
- \_\_\_\_\_. 1988. Manejo del vector: una estrategia para el control de virosis en el cultivo del chile. Agromundo 1(4):6-8.
- \_\_\_\_\_. 1989. Información de interés sobre el minador de la hoja. Agromundo, 2(11):30-31.
- \_\_\_\_\_. 1990. Dinámica de población de insectos vectores en chile serrano en tres fechas de siembra. In: Estudio y control de las enfermedades virales en el cultivo de chile. SARH. Conf. Nal. de productores de hort.; INIFAP. Informe de investigación, ciclo 1989-90. CIFAP. Reg. Pánuco. Campo exp. sur de Tamps, Celaya, Gto. pp. 1-7.
- Avila, V.J. y G. Ascencio, L. 1991. Efecto de las fechas de siembra en el control de enfermedades virales transmitidas por *Bemisia tabaci*, Genn. (Homóptera-Aleyrodidae). Soc. Mex Entomol. Univ. Cristóbal

Colón. Memorias XXVI. Cong. Nal. de Entomología. Veracruz, Ver. Méx. pp. 144.

- Baker, A.C., W.F. Kuehnast and H. Zandlo. 1985. Some typical values of Tb and total GDD calculated. Cooperative extension service, Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska-Lincoln. Neb guide. pp. 32.
- Bolaño, A.R. y E. Aranda, H. 1991. Estudio de aspectos biológicos de *Anthonomus eugeni*, Cano (Coleoptera: curculionidae) en relación con la fenología de su hospedera *Capsicum annum* L. Soc. Mex. de Entomol. Univ. Cristóbal Colón. Memorias XXVI. Cong. Nal. de Entomología. Veracruz, Ver. Méx. pp.81.
- Borror, J.D., D.M. DeLong and C.A. Triplehorn. 1981. An introduction to the study of insects. Fifth edition. Saunders College Publishing. EUA. 827 p.
- Brown, J.K. and M.R. Nelson. 1989. Two whitefly-transmitted geminiviruses isolated from pepper affected with tigre disease. The American Phythopatology 79(7-9):908.
- Burke, H.R., and R.E. Woodruff. 1980. The pepper weevil *Anthonomus eugeni*, Cano. In Florida (Coleoptera: curculionidae). Entomology Circ. No. 219. USA. 5 p.
- Byerly M., K.F. 1989. Manejo integrado de problemas fitosanitarios. In Memorias VI semana del parasitólogo. UAAAN. CONACYT. Buenavista, Saltillo, Coah. pp. 7-22.
- Campbell, R.E. 1924. Injuries to peppers in California by *Anthonomus eugeni* Cano. Jour. Econ. Entomol. 17:645-647.
- Cartwright, B., T.G. Teague, L.D. Chandler, J.V. Edelson, and G. Bentsen. 1990. An action threshold for management of the pepper weevil (coleoptera: curculionidae) on bell peppers. Jour. Econ. Entomol. 83(5):2003-2007.
- Coudriet, D.L. and A.N. Kishaba. 1988. Bionssay procedure for an attractant of the pepper weevil (coleoptera: curculionidae). Jour. Econ. Entomol. 81(5): 1499-1502.
- Chandler, L.D., and F.E. Gilstrap. 1987. Seasonal fluctuations and age structure of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) larval populations on bell peppers. Jour. Entomol. 80:102-106.

- Chapman, R.F. 1982. The insects, structure and function. Third edition. Hodder and stoughton. London. 919 p.
- Elmore, J.C., A.C. Davis and R.E. Campbell. 1934. The pepper weevil. USDA. Technical Bulletin 447. U.S. Government Printing Office. Washington D.C. 5 p.
- Elmore, J.C. and R.E. Campbell. 1942. The pepper weevil. USDA. Leaflet 226. 8 p.
- Fi, J., R. Cristóbal y M. Aldazabal. 1984. Temperatura interna de diferentes órganos de plantas de tomate. Reporte de investigación No. 19 del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. Academia de Ciencias de Cuba. 10 p.
- Gillespie, D.R., and D. Quiring. 1987. Yellow sticky traps for detecting and monitoring greenhouse whitefly (Homóptera: Aleyrodidae) adults on greenhouse tomato Crops. Jour. Econ. Entomol. 80: 675-679.
- Goff, C.C. and J.W. Wilson. 1937. The pepper weevil. University of Florida. Agricultural Experiment Station Bulletin 310. 5 p.
- Gordon, R. y A. Armstrong. 1990. Biología del picudo del pimiento *Anthonomus eugeni* Cano. (Coleoptera: Curculionidae) en Puerto Rico. Jour Agric. Univ. P.R. 74:69-73.
- Haynes, D.L., and Tummala, R.L. 1976. Development and use of predictive models in the management of cereal beetle populations, in modeling for pest management; concept, technics, and aplicaciones. USA/USSR pp. 53-68.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1983. Nomenclator del Estado de Coahuila. SFP e INEGI. México, D.F. pp 20.
- Kuruvadi, S., M. Ramírez, M., D. Jasso de R. y A. López, B. 1991. Estimación rápida para la selección de líneas resistentes a temperaturas altas en chile serrano. SOMECH, A.C. -INIFAP-CIQA-UAAAN. Memorias IV Cong. Nal. de Horticultura. Saltillo, Coah., Méx. pp. 190.
- Laborde C., J.A. y D. Pozo, C. 1982. Presente y pasado del chile en México. SARH-INIA. Publicación especial. No.85. México, D.F. 43 p.
- \_\_\_\_\_. 1984. Presente y pasado del chile en México. 2a. Ed. SARH-INIA. México. 80 p.
- Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stress es. 2nd. Ed. Academic press. New York. pp. 581-664.

- Lynch, J.A., and W.C. Johnson. 1987. Stratified sampling of *Liriomyza* spp (Diptera: Agromyzidae) and associated hymenopterous parasites on watermelon. Jour. Econ. Entomol. 80(6): 1254-1261.
- Montes, C.F. y R. Tello, E. 1991. Efectos de densidades de plantación en la producción de chile serrano (*Capsicum annum* L.) en Marin, N.L. SOMECH, A.C.-INIFAP-CIQA-UAAAN. Memorias IV Cong. Nal. de Horticultura. Saltillo, Coah. Mex. pp. 247.
- Moscardi, F., C.S. Barfield, and G.E. Allen. 1981. Effects of temperature on adult velvet bean caterpillar oviposition egg hatch, and longevity. Ann. Entomol. Soc. Am. 74:167-171
- Newman, J.P., and Parella, M.P. 1986. A license to kill. Greenhouse manage. 5(3):86-92.
- Ortega A., L.D. y H. González, H. 1989. Mosquitas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) vectores de virus en hortalizas. In Ecología de insectos vectores de virus en plantas cultivadas. Acosta, L.R. y F. Delgadillo-S. Chapingo, Mex. Colegio de Postgraduados. 112 p.
- Ortiz, S. Ma. C. y H. Badii, M. 1991. Biología y fluctuación poblacional de *Anthonomus eugenii*, Cano (coleóptera: curculionidae) en chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) en Villaflores, Chiapas. Soc. Mex. de Entomol.-Univ. Cristóbal Colón. Memorias XXVI Cong. Nal. de Entomología. Veracruz, Ver. Mex. pp. 115.
- Pacheco, M.F. 1985. Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. SARH-INIA-CIANO-CAEVY. Libro técnico No.1. Cd. Obregón, Son. Méx. 414 p.
- Pacheco, C.J.J. 1985. Combata el "barrenillo del chile". SARH-INIA. Desplegable para productores. No.4. Hermosillo, Sonora, Mex. 6 p.
- Parrella, M.P. 1987. Biology of *Liriomyza*. Ann. Rev. Entomol. 32:201-224.
- Petitt, F.L., J.C. Allen, and C.S. Barfield. 1991. Degree-day model for vegetable leafminer (Diptera: Agromyzidae) phenology. Environ. Entomol. 20(4): 1134-1140.
- Pozo C., O. y J. Avila, V. 1989. Avances de la investigación de hortalizas en el CIFAP, reg. Pánuco. Agromundo. 1(6):6-9.

- Pozo C., O. y R. Bujanos, M. 1984. Guía para cultivar chile serrano en las Huastecas. INIA. 2a. Ed. Tampico, Méx. SARH-INIA-CAEH. Folleto para productores. Tampico, Tamps. 31 p.
- Pozo C., O. y S. Quintero, M. 1988. Transmisión de virus en chile por mosquita blanca en el golfo de México. *Agromundo*. 1(2):10-11.
- 
- \_\_\_\_\_. 1990. Epidemiología de los virus en el cultivo del chile. In Estudio y control de las enfermedades virales en el cultivo del chile. SARH-CNPH-INIFAP. Informe de investigación ciclo 1989-90. CIFAP, Reg. Pánuco, CEST. Celaya, Gto. pp 51-62.
- Pozo C., O. 1990. Informe general de las actividades del proyecto en 1990. In Estudio y control de las enfermedades virales en el cultivo del chile. SARH-CNPH-INIFAP. Informe de investigación ciclo 1989-90. CIFAP, Reg. Pánuco, CEST. Celaya, Gto. pp. 1-7.
- Ramírez M., M. 1989. Clasificación de genotipos de chile serrano (*Capsicum annum*) según su resistencia y susceptibilidad a temperaturas altas. Tesis Maestría en Ciencias. UAAAN. Saltillo, Coah. 114 p.
- Reyes V., F. 1989. Apuntes de autoecología de insectos. Ed. exptal. UANL. Monterrey, Méx. 91 p.
- Robin, M.R., and W.C. Mitchell. 1987. Sticky trap for monitoring leafminers *Liriomyza sativae* and *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) and their associated hymenopterous parasites in watermelon. *Jour. Econ. Entomol.* 80(6): 1345-1347.
- Rodríguez A., J. 1989. Modelos matemáticos aplicados a la agricultura. CIDH-CAADES. Culiacán, Sin. Méx. 186 p.
- Rodríguez A., Ma. de L. y Fco. J. Quiñonez, P. 1990. Efecto de la temperatura en el desarrollo de *Anthonomus eugenii* Cano. (coleoptera: curculionidae). Soc. Mex. de Entomol.-ITAD. XXV Cong. Nal. de Entomología. Oaxaca, Oax. Mex. pp. 166.
- 
- \_\_\_\_\_. 1991. Predicción de poblaciones de "picudo del chile" *Anthonomus eugenii*, Cano (coleoptera: curculionidae) y relación fenológica cultivo-plaga. Soc. Mex. de Entomol. Univ. Cristóbal Colón. Memorias XXVI Cong. Nal. de Entomología. Veracruz, Ver. Méx. pp 142.

- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y Confederación Nacional de Productores de Hortalizas (CNPH). 1989. Estudio y control de las enfermedades virales en el cultivo del chile. Informe de investigación ciclo 1988-89. CIFAP reg. Pánuco, Tamps. 60 p.
- Serrano C., Z. 1978. Tomate, pimiento y berenjena en invernadero. Colección Agrícola Práctica. No. 27. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, España. pp. 161-174.
- Sestak, Z., J. Catsky, and P.G. Jarvis. 1971. Plant photosynthetic production manual of methods. W. Junk, N.V. Publishers. La Haya. 818 p.
- Sifuentes A., J.A. 1985. Selección de cultivares de plantas con resistencia a diferentes plagas en México. SARH-INIA. Folleto técnico No. 83. México, D.F. 30p.
- Spencer, K.A. and G.C. Steyskal. 1986. Manual of the agromyzidae (Diptera) of the United States. USDA agric. handbook. No. 683. Washington, D.C. USDA. 478 p.
- Terán V., A.P. y P. Cruz, R. 1991. Transmisión de virosis en chile serrano por mosquita blanca colectada en diferentes hospederas en el sur de Tamaulipas. SOMECH, A.C.-INIFAP-CIQA-UAAAN. Memorias Cong. Nal. de Horticultura. Saltillo, Coah., Méx. pp. 205.
- Trujillo A., J. 1983. La meteorología en el manejo integrado de plagas. Rev. Chapingo. No. 42. México. pp. 7-11.
- Webb, R.E., and F.F. Smith. 1969. Effect of temperature on resistance in lima bean, tomato, and *Chrysanthemum* to *Liriomyza munda*. Jour. Econ. Entomol. 62:458-462.
- Wien, H.C., K.E. Trip, R. Hernández- Armenta, A.D., Turner, and Z. Yiping. 1988. Conferencia Nacional de chiles 1988 en los Estados Unidos, I parte. Caída de flor en chile bell: causas y medidas de control. Agromundo 1(2):4-9.
- Wigglesworth, V.B. 1972. The principles of insect physiology. 7<sup>TH</sup> Edition. Chapman and Hall. London. 827 p.
- Yañez M., Ma. de J. 1990. Estudio preliminar del efecto del complejo viral de chile serrano en la fenologías y rendimiento de la planta. In: Estudio y control de

las enfermedades virales en el cultivo de chile. SARH-CNPH-INIFAP. Informe de investigación ciclo 1989-90. CIFAP reg. Pánuco. CEST. Celaya, Gto. pp. 14-20.

---

\_\_\_\_\_. 1990. Identificación y cuantificación de la virosis en chile serrano en tres fechas de siembra. In: Estudio y control de las enfermedades virales en el cultivo de chile. SARH-CNPH-INIFAP. Informe de investigación ciclo 1989-90. CIFAP reg. Pánuco. CEST. Celaya, Gto. pp. 14-20.

Zalom, F.G. 1983. Degree-days: the calculation and use of heat units in pest management. University of Calif. Davis Calif. Leaflet. 21:373:. 10 p.

A P E N D I C E

Cuadro A.1. Relación de labores culturales realizadas por el agricultor cooperante y eventos climáticos registrados en el lote experimental de chile serrano. La Leona, Ramos A. Coah. 1990.

|           |  |
|-----------|--|
| 8 junio   | Riego de trasplante  |
| 8 junio   | Trasplante de cultivo  |
| 13 junio  | 1er. riego de auxilio  |
| 18 junio  | Aplicación de insecticidas contra pulga saltona diabrótica.        |
| 18 junio  | Aplicación de fertilizante foliar                                  |
| 21 junio  | 2o. riego de auxilio   |
| 28 junio  | Aplicación de insecticidas contra pulga saltona y diabrótica.      |
| 29 junio  | 3er. riego de auxilio.   |
| 5 julio   | Aplicación de insecticidas contra gusano del cuerno y frailecillo. |
| 5 julio   | Aplicación de fertilizante foliar.                                 |
| 6 julio   | 1er. cultivo o escarda.  |
| 8 julio   | 4o. riego de auxilio.  |
| 14 julio  | 2o. cultivo o escarda.   |
| 14 julio  | Aplicación de insecticidas contra mosquita blanca                  |
| 16 julio  | 5o. riego de auxilio.  |
| 23 julio  | 3er. cultivo o escarda.  |
| 25 julio  | 6o. riego de auxilio.  |
| 31 julio  | 4o. cultivo, inconcluso por lluvia intensa.                        |
| 7 agosto  | Lluvia intensa   |
| 13 agosto | Aplicación de insecticida contra barrenillo del chile.             |
| 14 agosto | 7o. riego de auxilio.  |
| 15 agosto | Granizada intensa.   |
| 24 agosto | 8o. riego de auxilio.  |
| 2 sept.   | 9o. riego de auxilio.  |
| 5 sept.   | Deshierbe manual inconcluso.                                       |

\* Una semana antes se realizó rastreo y surqueo.

## Cuadro A.1.....continuación

---

|          |  |
|----------|--|
| 5 sept.  | Aplicación de insecticidas contra barrenillo del chile y mosca blanca. |
| 10 sept. | 10o. riego de auxilio.   |
| 12 sept. | Lluvia (inicia baja del precio del chile).                             |
| 13 sept. | "Calienta".  |
| 14 sept. | Aplicación de insecticidas contra barrenillo del chile y mosca blanca. |
| 15 sept. | Lluvia   |
| 21 sept. | 11o. Riego de auxilio.   |
| 29 sept. | 1er. corte económicamente "redituable"                                 |
| 29 sept. | Deshierbe manual.  |
| 1 oct.   | Aplicación de insecticidas contra barrenillo del chile y mosca blanca. |
| 2 oct.   | 12o. riego de auxilio.   |
| 14 oct.  | 13o. riego de auxilio.   |
| 21 oct.  | 2o. corte económicamente "redituable"                                  |
| 24 oct.  | 14o. riego de auxilio.   |
| 6 nov.   | 15o. riego de auxilio.   |
| 11 nov.  | 3er. corte económicamente "redituable".                                |
| 21 nov.  | 16o. riego de auxilio  |
| 2 Dic.   | 4o. corte económicamente redituable                                    |
| 6 Dic.   | Helada total del cultivo.  |

---