

PERIODOS DE INDUCCION Y ROMPIMIENTO DE  
DIAPAUSA DE *Cydia pomonella* L.  
(LEPIDOPTERA: OLETHREUTIDAE) Y SU  
RELACION CON LAS ETAPAS FENOLOGICAS  
DEL MANZANO EN CANATLAN, DURANGO.

SAMUEL ALVAREZ AMADOR

T E S I S

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



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



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

MAYO DE 1998

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**SUBDIRECCION DE POSTGRADO**

**PERIODOS DE INDUCCION Y ROMPIMIENTO DE DIAPAUSA DE *Cydia pomonella* L. (LEPIDOPTERA: OLETHREUTIDAE) Y SU RELACION CON LAS ETAPAS FENOLOGICAS DEL MANZANO EN CANATLAN, DURANGO.**

**TESIS**

**POR**

**SAMUEL ALVAREZ AMADOR**

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

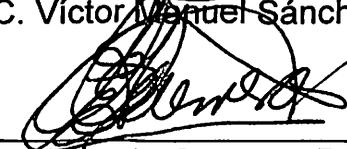
**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGIA AGRICOLA**

**COMITE PARTICULAR**

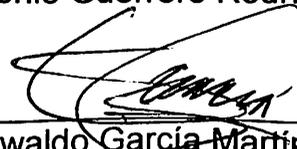
Asesor Principal :

  
M.C. Víctor Manuel Sánchez Valdez

Asesor :

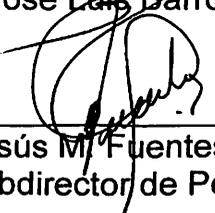
  
Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez

Asesor :

  
Dr. Oswaldo García Martínez

Asesor :

  
M.C. José Luis Barrón Contreras

  
Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Mayo de 1998

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por haberme brindado la oportunidad de realizar la maestría en Parasitología Agrícola.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias que me brindó el apoyo necesario para alcanzar y cumplir con mis objetivos personales e institucionales.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por distinguirme con el otorgamiento de una beca para la realización de mis estudios de Maestría.

A mi comité asesor M.C. Víctor M. Sánchez Valdez, al Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez, al Dr. Oswaldo García Martínez y al M.C. J. Luis Barrón Contreras por su amistad, su confianza, su valioso apoyo profesional y oportunas sugerencias que me permitieron salir adelante con el trabajo de investigación.

A mis maestros, compañeros y amigos del Departamento de Parasitología Agrícola por el apoyo brindado, gracias.

Al M.C. Manuel González Portillo, M.C. Jesús López Hernández y M.C. Andrés Quiñones por las sugerencias y el apoyo brindado en la conclusión del presente escrito.

A los compañeros del Campo Experimental Valle del Guadiana en especial al área de difusión técnica y al personal del campo frutícola de Canatlán.

**DEDICATORIAS**

*A DIOS*

*A MI ESPOSA*

*A MIS HIJOS*

*A MIS PADRES*

*A MIS HERMANOS*

## **COMPENDIO**

**Períodos de Inducción y Rompimiento de Diapausa de *Cydia pomonella* L.  
(Lepidóptera: Olethreutidae) y su Relación con las Etapas Fenológicas  
del Manzano en Canatlán, Durango.**

**POR**

**SAMUEL ALVAREZ AMADOR**

**MAESTRÍA**

**PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, Mayo 1998**

**MC. Víctor M. Sánchez Valdez. - Asesor -**

**Palabras Claves: *Cydia pomonella*, Diapausa, Fenología, Manzano.**

**En el presente estudio se consideró el definir para la región de Canatlán, Durango, los períodos de inducción y rompimiento de la diapausa de la palomilla del manzano en función del fotoperíodo; así mismo, conocer la relación que existe**

entre la inducción y rompimiento de la diapausa de la palomilla con las diferentes etapas fenológicas del manzano.

La investigación se llevó a cabo durante 1993 y 1994 en dos huertas; una de 23 años de edad que tenía el cultivar Red Delicious y Perón como polinizador, se utilizó para observar los períodos de inducción y rompimiento de diapausa de la palomilla, para lo cual se capturaron larvas de quinto estadio en bandas de cartón corrugado de 10 cm de ancho colocadas alrededor de los troncos de 100 árboles; las bandas se revisaron semanalmente del 30 de julio hasta el cuatro de octubre. En las revisiones semanales las bandas que contenían larvas se colocaban en jaulas metálicas para dar seguimiento a los procesos de inducción y rompimiento de la diapausa; paralelo a lo anterior, se registraron las variables de mortalidad de larvas y pupas; la población de adultos de tercera generación o suicidas en trampas con feromona sexual y según las emergencias en las bandas de cartón y la relación de sexos en pupas según los cambios ocurridos en las bandas y jaulas. En otra huerta con los cultivares Red Delicious, Golden Delicious y Perón, se dio seguimiento a la fenología del manzano registrando las siguientes variables: punta plateada, punta verde, racimos cerrados, rosa compacta, flor rey, flor total, caída de pétalos, amarre de fruto y fruto de un centímetro de diámetro. También se midió quincenalmente el desarrollo del fruto, del 15 de mayo al 30 de agosto, utilizando un diseño experimental de bloques completamente al azar para su análisis.

El estudio se inició con una cohorte de 292 larvas; la inducción a diapausa ocurrió en el período del 13 de agosto al 4 de octubre entre 13.1 y 11.9 horas luz; los adultos de la tercera generación o suicidas se presentaron con mayor abundancia entre el 20 y 28 de agosto y entre el 17 y 24 de septiembre para la emergencia en las jaulas y las capturas en las trampas con feromona sexual. El período de rompimiento de diapausa se dio entre el 8 de enero y el 30 de abril con un fotoperíodo de 10.8 y 13.2 horas luz; la mortalidad natural ascendió al 42 por ciento de la población total; respecto a la fenología del manzano, la etapa de punta plateada inició el 17, 20 y 26 de febrero para Perón, Red Delicious y Golden Delicious respectivamente; la floración total se observó el 15 de abril para Perón y Red Delicious, y el 18 de abril para Golden Delicious; el amarre de fruto en promedio fue el 1,3 y 5 de mayo para Perón, Red Delicious y Golden Delicious respectivamente; el análisis estadístico realizado para las fechas del 15 de mayo y 20 de agosto, inicio y fin de la toma de datos para observar el desarrollo del fruto no detecta diferencia significativa entre los cultivares en estudio; el tamaño del fruto a la cosecha fue de 5.1cm para Red Delicious y Perón y de 4.9 cm para Golden Delicious.

## **ABSTRACT**

Periods of Diapause Induction and Termination in *Cydia pomonella* L.  
(Lepidóptera: Olethreutidae) and its Relation with Apple Tree Phenology at  
Canatlán, Durango.

BY

**SAMUEL ALVAREZ AMADOR**

MASTER OF SCIENCE

AGRICULTURAL PARASITOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MAY 1998

MC. Víctor M. Sánchez Valdez. - ADVISOR -

Key words: *Cydia pomonella*, Diapause, Phenology, Apples.

In the present study we wanted to define the periods of diapause induction and termination for the codling moth, and the relationship of these periods and photoperiod; also, to know the relationship of diapause induction and termination with the apple tree phenology at Canatlán, Durango, Mexico.

This research was carried out in 1993 and 1994 in two orchards; one orchard was 23-years old, planted to Red Delicious and Pear as pollinator; there we observed the moth diapause induction and termination periods. We collected 5th instar larvae under arboard rings (10 cm wide) placed around the tree's trunks. The rinhs were inspected weekly from July 30-October 4. In these weekly inspections, bands harboring larvae were placed in metallic cages to observe diapause evolution. Larval and pupal mortality was also registered, as well as third generation (suicidal) adults on pheromone traps, and as they emerged from the cardboard rings. The male:female ratio of the pupae on the cardboards was registered. At another orchard (planted to Red Delicious, Golden Delicious and Peron), we followed apple tree phenology considering the following stages: silvertip, green tip, close clusters, compact rose, king flower, total flower, petals fall, mooring of fruit, and 1-cm diameter fruit.

We also followed fruit development, measuring it every two weeks, May15-August 30. Statistical analysis consisted of completely randomized experimental blocks. The study started with a cohort of 292 individuals. Diapause induction occurred from August 13-October 4 between 13.1 and 11.9 light-hours; the third generation adults (suicidal) appear mainly between 20-28 August and between 17-24 September for cage emergence and pheromone trap captures. Diapause termination occurs between 8 January-April 30 with a photoperiod of 10.8-13.2 light-hours. Highest natural mortality is 42 per cent of the population. Concerning apple tree phenology, the silvertip phase appears on the 17,20 and 26 February

for Perón, Red Delicious and Golden Delicious, respectively. Total blooming was on April 15 for Perón and Red Delicious, and April 18 for Golden Delicious., Fruit Amarre was on 1,3, and 5 of May for Perón, Red and Golden, respectively. The statistical analysis for the May 15 and August 20 data, concerning fruit development, did not showed significant differences among cultivars. Fruit size at harvest was 5.1 cm for Red and Perón, and 4.9 cm for Golden.

## INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS.....	xiv
INDICE DE FIGURAS.....	xv
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
Generalidades del Cultivo.....	4
Generalidades de la Palomilla del Manzano.....	5
Importancia.....	5
Distribución.....	7
Biología, Hábitos y Daños.....	8
La Diapausa.....	11
Características.....	12
Factores que Gobiernan la Inducción a Diapausa.....	13
Fotoperíodo.....	13
Temperatura.....	16
Alimento.....	17
Rompimiento de la Diapausa.....	18
MATERIALES Y METODOS.....	20
Localización del Sitio de Estudio.....	20

Estudios de Diapausa.....	21
Inducción a Diapausa.....	21
Adultos de Tercera Generación o Suicidas.....	23
Mortalidad de Larvas y Pupas.....	23
Rompimiento de Diapausa.....	24
Relación de Sexos.....	24
Fenología del Cultivo.....	25
Brotación de Yemas Florales.....	25
Desarrollo del Fruto.....	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
La Inducción a Diapausa.....	32
Adultos de Tercera Generación o Suicidas.....	35
Mortalidad Ocurrida en la Etapa Invernante.....	39
Rompimiento de Diapausa.....	41
Mortalidad de Larvas y Pupas en el Proceso de	
Rompimiento de Diapausa.....	43
Relación de Sexos.....	45
Fenología del Cultivo.....	47
Brotación de Yemas Florales.....	47
Desarrollo del Fruto.....	49
La Inducción y el Rompimiento de la Diapausa y su	
Relación con la Fenología del Manzano.....	50
CONCLUSIONES.....	53

RESUMEN.....	55
LITERATURA CITADA.....	58
APENDICE.....	61

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
3.1	Formato de concentración de datos para el monitoreo de diapáusicas de palomilla del manzano en Canatlán, Dgo...	22
3.2	Formato de registro fenológico a partir de yemas dormidas.....	26
3.3	Formato de registro para el desarrollo del fruto con Observaciones quincenales, con el diámetro en cm.....	27
4.1	Registro de arribo de individuos monitoreados en bandas de Cartón corrugado en 10 fechas de muestreo en 1993.....	31
4.2	Fechas de cambio de larva a pupa (rompimiento de diapausa) de <i>C. pomonella</i> durante 1994 en la población colectada en bandas de cartón corrugado durante 1993 .....	41
4.3	Fenología de la brotación de tres cultivares durante 1994.....	48
4.4	Valores promedios de crecimiento quincenal de la muestra Observada, presentada en centímetros.....	49

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
4.1	Patrón de arribo de prepupas de <i>C. pomonella</i> a bandas de cartón corrugado, individuos diapáusicos y pupas. Canatlán, Durango. 1993.....	30
4.2	Fotoperíodo crítico para el proceso de inducción a diapausa en <i>C. pomonella</i> mediante resultantes de las líneas de regresión de inversa de x. Canatlán, Durango. 1993 .....	33
4.3	Manifestación de la diapausa de <i>C. pomonella</i> en Canatlán, Durango. 1993.....	36
4.4	Capturas semanales de machos de <i>C. pomonella</i> en trampas con feromona sexual y emergencia de hembras y machos en jaulas con bandas de cartón corrugado para el monitoreo de adultos de palomilla de la manzana. Canatlán, Durango. 1993 y 1994.....	37
4.5	Mortalidad de larvas y pupas de <i>C. pomonella</i> ocurrida en el proceso de inducción a diapausa. Canatlán, Durango. 1993.....	40

4.6	Rompimiento de diapausa de la palomilla del manzano en relación Al fotoperíodo crítico. Canatlán, Durango. 1994.....	42
4.7	Mortalidad de larvas de quinto estadio y pupas de la palomilla De la manzana ocurrida en el proceso de rompimiento de Diapausa. Canatlán, Durango.....	44
4.8	Relación de pupas hembras y machos en bandas de cartón Corrugado observados durante el proceso de inducción y Rompimiento de diapausa. Canatlán, Durango. ....	46
4.9	Relación de la fenología del manzano y los períodos de inducción y rompimiento de diapausa de la palomilla del manzano en Canatlán, Durango.....	52

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del manzano ocupa el segundo lugar en importancia económica a nivel mundial entre las especies frutícolas; su producción representa el 23.2 por ciento del total de los frutales caducifolios.

En México los principales cultivos caducifolios son: la vid, el manzano, el nogal pecanero y el durazno; juntos ocupan una superficie de alrededor de 200 mil hectáreas de las cuales al manzano le corresponden 66 mil, distribuidas en 21 entidades del país, de éstas el 77 por ciento están en etapa productiva y el resto en desarrollo.

Debido a la apertura comercial a manzana del extranjero, principalmente de Estados Unidos, Chile, Canadá y Nueva Zelanda la producción nacional ha tenido serios problemas de mercado, por lo tanto, en la actualidad la explotación de este cultivo exige que la fruta que se produce en México sea en mayor cantidad y calidad, con el fin de estar en mejores condiciones de competencia con el mercado internacional.

El cultivo del manzano ocupa un lugar importante en el estado de Durango, por los recursos económicos que genera y por la mano de obra que se emplea,

para 1996 se reportaron 13 134 hectáreas plantadas con manzano, de las cuales 1260 se ubican en la zona de temporal y el resto en la zona de riego o medio riego. De la superficie plantada aproximadamente 10 500 están en edad de producción y el faltante en desarrollo (INEGI,1996)

La producción de manzana en los municipios de Canatlán y Nuevo Ideal Durango en 1995 fue de 75 000 toneladas, lo que representa 3 500 000 rejas de manzana . La producción media aproximada por hectárea fue de 7.4 toneladas, de las cuales el 70 por ciento se consumió en fresco y el resto se destinó al proceso industrial. El incremento del rendimiento no sólo se puede atribuir en forma exclusiva a un aumento en la superficie cultivada, sino también a un mejor manejo del cultivo, lo cual incluye, además de la tecnología adoptada de otras regiones, la tecnología generada por la investigación en México.

Son varios los factores que limitan la producción de manzana en la región manzanera de Durango, entre las cuales destaca la presencia de organismos dañinos, como los insectos plaga que atacan a este cultivo. La plaga principal es la palomilla del manzano, *Cydia pomonella* (Lepidóptera: Olethreutidae), la cual se encuentra también en: Chihuahua, Coahuila, Puebla y Zacatecas; ocasionando daños variables a la producción.

En Canatlán Durango, la palomilla está distribuida en toda la región con diferente grado de infestación, siendo mayor en las regiones donde existe gran

número de huertas viejas. Muchos productores no siguen un criterio técnico para la aplicación oportuna de las medidas de control para esta plaga.

En 1995 se realizó en 8 000 hectáreas cuando menos una aplicación de insecticida, utilizando el método de pronóstico con base en unidades calor para determinar el momento oportuno. Aún así en un monitoreo en la región se cuantificaron pérdidas causadas por la palomilla que van de 3 a 36 por ciento. Lo anterior se puede atribuir a la aplicación extemporánea de insecticidas, ya que aun cuando ya existe un método de pronóstico de aspersiones de insecticidas, faltan estudios locales para adaptar dicho método donde se considere la diapausa, del insecto y/o la presencia de diferentes picos importantes de rompimiento de la diapausa los cuales no se han considerado para su control. En la presente investigación se consideró el precisar los eventos importantes de la inducción y el rompimiento de la diapausa de la palomilla y su asociación con la fenología del manzano, con el fin de afinar los criterios de decisión para implementar el sistema de pronóstico en la región manzanera de Durango. Considerando esta situación se plantearon los siguientes objetivos:

- Definir para la región de Canatlán, Dgo., los períodos de inducción y rompimiento de la diapausa en la palomilla del manzano y su relación con el fotoperíodo.
- Conocer la relación que existe entre la inducción y el rompimiento de la diapausa de la palomilla con las diferentes etapas fenológicas del manzano.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades del Cultivo.

Tamaro (1984) y Bultitude (1989) mencionan que el manzano es una planta de la Familia de las Rosáceas, la cual tuvo su origen en los Balcanes y a través de Transcaucasia, Irán, Turquestán y las montañas altas de la antigua URSS y el Sureste de Asia; se considera el centro de origen de la diversidad más grande de especies de manzano silvestre en donde la mezcla de especies *Malus* nativas originaron frutos de tamaño y calidad atractivos para el hombre.

Soroa y Pineda (1968) describen a los manzanos como árboles de no mucho porte, con raíces superficiales y muy extendidas con un tronco de altura variable que soporta una copa globosa; con ramas de corteza gris oscura, lisa y con numerosas escamas que con el tiempo se arruga sin hendirse. Las hojas son caducas, sencillas, alternas, enteras y dentadas, al principio de la brotación son vellosas y con pecíolo corto, provisto de estipulas. Las flores en corimbo terminal acompañado de hojas, con cáliz y corola de cinco elementos, esta última de color blanco rosado y algo olorosa, provistos de 15 a 20 estambres y cinco estilos soldados por su base.

Fuller y Ritchie (1982) señalan que las manzanas son frutos cuya porción principal está formada por tejidos diferentes al ovario; el fruto verdadero son las paredes y lóculo del corazón, y la porción carnosa es un receptáculo y el cáliz engrosados que rodean el corazón.

Williams (1977) concluye que el tamaño del fruto está influenciado por el número de semillas que éste contenga y que para que alcance su tamaño máximo en algunas variedades como Red Delicious se requieren ocho semillas.

Según Eaton (1990), el manzano delicious se originó de un vástago de un árbol de semilla de la variedad Bellflower, cuyo fruto es atractivo, de buena calidad, de una longitud peculiar que terminaba en cinco puntas; de ahí a la fecha, se ha obtenido gran número de variedades mediante el mejoramiento genético y la obtención de mutaciones en poblaciones de arboles delicious, con frutos de características que varían en intensidad de color, tamaño y forma.

### Generalidades de la Palomilla del Manzano.

#### Importancia.

Riedl y Croft (1978) citan que *Cydia pomonella* se asocia al manzano su hospedero principal, con el cual comparte necesidades ecológicas. Brown *et al.* (1979), señaló que debido a la confusión existente con la utilización de los géneros

*Carpocapsa* y *Laspeyresia*, así como a la reciente adopción del género *Cydia*, para nombrar a la palomilla y a sus especies congénéricas realizó una profunda revisión de taxones y parentescos de la palomilla de la manzana; llegó a la conclusión de que pertenece al orden Lepidóptera y a la familia Olethreutidae, la cual está muy emparentada con Tortricidae; también demuestran la validez de que *Cydia pomonella* es el nombre científico correcto a usar para nombrar a la palomilla del manzano.

Riedl y Loher (1980) concluye que *C. pomonella* es considerada en todo el mundo como la plaga principal del manzano, *Malus spp* y la pera *Pyrus communis*; además, Pfadt (1978) la cita como problema común en membrillo *Cydonia oblonga* y tejocote *Crataegus spp* y chabacanos *Prunus armenica* en Estados Unidos de América y Francia; en el nogal de castilla *Juglans regia* en Estados Unidos de América, Canadá y Francia. En California, EUA, se convirtió en plaga importante de los ciruelos *Prunus domestica* y *Prunus salicina*; así como en los cerezos *Prunus ovium* y *Prunus cerasus*.

Phillips y Barnes (1975) después de una larga investigación en California, EUA, concluyen que la palomilla ha desarrollado distintas razas bien definidas para diferentes hospederos, las cuales no son una simple variación normal dentro de la especie. Citan también que la raza original adaptada al manzano fue progenitora de la del nogal de castilla, la que a su vez originó a la del ciruelo. Estas razas han adaptado completamente su desarrollo a la fenología de su hospedero

y difieren entre sí en varios parámetros biológicos importantes, como es su inicio y terminación de diapausa, los requerimientos de calor para el desarrollo y algunas características de comportamiento.

Barrón *et al.* (1987) describen que el adulto mide de 1.2 a 1.9 cm de expansión alar y presenta una mancha cobriza brillante en la punta de las alas anteriores, sus fondos transversales onduladas confieren la característica de mimetismo al confundirse con la corteza del árbol. Los huevecillos son de color blanco de aproximadamente 1 mm de diámetro; la larva es de color amarillo cremoso o rosado; la pupa mide aproximadamente 1.2 cm de largo y se encuentra dentro de un capullo o cocón pegado al tronco de los árboles u otros lugares de protección.

### Distribución.

Pfadt (1978) menciona que la palomilla del manzano es originaria de Euroasia, región que comprende los Balcanes y el suroeste de la antigua Unión Soviética, fue introducida de Europa a Norteamérica aproximadamente en 1775. El mismo autor explica que este insecto es cosmopolita y se encuentra presente en todas las áreas del mundo donde se cultiva el manzano, con excepción de Japón. Los principales países productores donde se reporta a esta plaga son: la antigua URSS, los Estados Unidos de América, la República Popular de China, Francia, Italia, Argentina, Canadá, México, Chile y Perú.

En México, Castillo (1984) reporta que la palomilla está presente en Chihuahua, Durango, Coahuila, Puebla, Nuevo León y Sonora, principalmente. También se le reporta en estados productores en menor escala como: Zacatecas, San Luis Potosí, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México, Chiapas, Guerrero y Veracruz.

### Biología, Hábitos y Daños.

Barrón *et al.* (1987) y Metcalf y Flint (1962) resumen que la palomilla inverna como larva madura en diapausa dentro de un cocón de seda impermeable que construye generalmente bajo la corteza suelta, lugares protegidos del árbol y algunas veces en el suelo. A finales de invierno y la primavera, la mayoría de las larvas invernantes pupan y en este estado se llevan a cabo diferentes cambios morfológicos y fisiológicos en un período de dos a cuatro semanas hasta alcanzar la etapa adulta. Las primeras palomillas emergen cuando los árboles están en plena floración, su actividad en este estado es nocturna e inician su vuelo después de las 19 horas y lo suspenden antes de las seis horas del día siguiente, después del apareamiento de los adultos. Este evento es conocido como vuelo de primavera y se detecta por una alta captura de adultos machos en trampas con feromona sexual. Los huevecillos de la palomilla son colocados en forma aislada, preferentemente en puntos distantes uno del otro y cerca de los pedúnculos florales en los frutos y hojas cerca de ellos, por lo que es muy difícil localizarlos. Los huevecillos tienen un período de incubación de 6 a 10 días de donde emergen

larvas de primer estadio las cuales son de un milímetro de longitud, hialinas; en el interior del fruto las larvas pasan por cinco estadios larvales, los dos primeros ocurren fuera de la fruta y se alimentan inicialmente del follaje del manzano y después de encontrar el fruto inicia su penetración abriendo galerías y se alimentan de la pulpa hasta alcanzar las semillas. El estado larval tiene una duración de 16 a 29 días, en tanto que el estado de pupa dura de 9 a 15 días en promedio. Como adulto dura de cuatro a nueve días y oviposita durante su ciclo de vida de 50 a 70 huevecillos, aproximadamente. Una cuarta parte de la población de larvas entra a diapausa y permanece en sus cocones hasta el año siguiente.

Jackson (1979) reporta la frecuencia de distribución de los huevecillos en un 57 por ciento en el haz, 35 por ciento en el envés, 8 por ciento en los frutos y además el 9 por ciento se localiza a una distancia de 20 cm al racimo más próximo.

Williams y Mc Donald (1982) citan que la duración del ciclo de vida desde la oviposición hasta la muerte del adulto depende de factores como: temperatura y disponibilidad de alimento para la larva. En condiciones de temperatura constante (28 °C ) y adecuada nutrición el ciclo de vida es de 28 días y en las condiciones naturales de un huerto puede prolongarse hasta 70 días.

Barrón *et al.* ( 1987) explican que el daño lo causa la larva al perforar el fruto, al penetrar a través del cáliz o donde los frutos se tocan, o bien, hacen una galería en la parte descubierta de la manzana provocando su caída. Estos frutos se consideran focos de infestación para los huertos, adicionalmente las galerías son fuentes de entradas de hongos y bacterias que favorecen la pudrición del fruto.

García (1980) explica que el ciclo de vida expresado en tiempo fisiológico con un punto crítico de 12°C es el siguiente:

Etapa	Duración
Período de preoviposición	50 U.C.
Incubación	60-80 U.C.
Desarrollo larval	160 U.C.
Pupa	210 U.C.
Total	480-500 U.C.

El mismo autor define las Unidades Calor (U.C.) como una escala de tiempo fisiológico basado en la temperatura; y el punto crítico como la temperatura en la que el organismo biológicamente es incapaz de sobrevivir o cumplir todas sus funciones adecuadamente.

## La Diapausa

Andrewartha y Birch (1973) definen a la diapausa como la detención del desarrollo, inducido por ciertos factores antes de que se presenten condiciones adversas y la detención del desarrollo persiste durante cierto tiempo después de que ha pasado dicha condición adversa. Hay dos tipos de diapausa: la obligada y la facultativa.

La diapausa obligada es genéticamente controlada, por lo que puede presentarse en algunos individuos de la primera generación dentro de una especie sin importar las condiciones ambientales. Este tipo de diapausa la han desarrollado los insectos que tienen una generación al año y la mayoría de los insectos que viven en regiones templadas. La diapausa facultativa puede o no presentarse en un individuo o población dados de una especie y depende por completo de las condiciones ambientales que prevalecen durante los estados críticos del desarrollo. Por ejemplo, muchos áfidos tienen ciclos con varias generaciones partenogénicas continuas, seguidas de una generación sexual y una etapa de huevo en diapausa que sobrevive al invierno inducida por las condiciones de temperatura y fotoperíodo. La diapausa se presenta en todos los estados de desarrollo del insecto y cada especie tiene un estado de diapausa característico; sin embargo, la mayoría de las especies entran en diapausa en los estados de huevo o pupa. La diapausa ha hecho posible que los insectos vivan en áreas inapropiadas durante ciertos períodos del año; los mismos autores

concluyen que la diapausa es adaptativa en el sentido de que: a) asegura que los estados activos se presenten sólo durante períodos favorables para su desarrollo y supervivencia, b) sincroniza los ciclos de vida con los ritmos estacionales del medio, c) sincroniza la emergencia del adulto, lo que a su vez aumenta la probabilidad de copulación y d) aumenta la distribución geográfica.

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

### Características.

Hansen y Harwood (1968) explican que las larvas en diapausa se caracterizan por tener un bajo índice metabólico, inactividad y cese de prácticamente todo desarrollo, con una reducción drástica del consumo de oxígeno, citoplasma epitelial del mesenterum y baja actividad mitocondrial del cuerpo graso, respectivamente. Estos mismos autores observaron que los testículos de las larvas maduras programadas para la diapausa miden casi la mitad de lo que miden en prepupas no diapáusicas. Los testículos de larvas en diapausa profunda son similares a los del inicio de diapausa pero con coloración

más intensa, ya que el epitelio folicular contiene un pigmento púrpura que se concentra en la diapausa, debido también a que los tubos espermáticos se encogen durante esta etapa. No se observan diferencias claras entre el tamaño de larvas diapáusicas y no diapáusicas, pero en ambos sexos cesa la gametogénesis.

Chapman (1971) considera que el bajo contenido de humedad en tejidos del insecto diapáusico y la grasa acumulada capacitan a la palomilla para sobrevivir períodos de temperaturas extremadamente bajas.

Minder *et al.* (1984) realizaron algunas observaciones que les indicaron que la resistencia al frío va en aumento del inicio de la diapausa hasta después de que termina ésta (diciembre- febrero) y que la mayor resistencia coincide con el máximo contenido de glicerina y azúcares en reducción (crioprotectores). Los individuos en diapausa resisten temperaturas hasta de  $-29^{\circ}\text{C}$  sin que se afecte la fecundidad y la fertilidad en los adultos.

### Factores que Gobiernan la Inducción a Diapausa.

Fotoperíodo.

Rodríguez (1989) menciona que a la duración del día sin importar la intensidad de la radiación luminosa, se le llama fotoperíodo y depende

básicamente de la latitud del lugar.

Dickson (1949) y Danielevsky *et al.* (1970) explican que existe cierta duración del día llamado fotoperíodo crítico en el que el 50 por ciento de una población de larvas entra a diapausa y progresivamente se alcanza un fotoperíodo que permite casi el 100 por ciento de individuos diapausicos. Dickson (1949) menciona que la palomilla de la manzana reacciona al día corto (menos de 15 horas luz) y que requiere de una fase obscura larga.

Según Riedl y Croft (1978), la reacción al fotoperíodo varía en cada región según sea su localización geográfica; entre más al norte sea el origen de la población, más temprano en el año entrará en diapausa, condicionando el voltinismo regional del insecto. Para América del Norte un aumento de 10 grados en latitud se asocia con un incremento de 1.25 horas en el fotoperíodo crítico. Se han desarrollado ecuaciones para predecir el fotoperíodo crítico ( FP50) y en el que entra a diapausa el 90 por ciento de una población de larvas (FP90), a saber:

$$FP50 = 10.242 + 0.1226 LN$$

$$FP90 = 9.962 + 0.1211 LN$$

Donde:

LN = latitud norte de la localidad

La diferencia de altitudes entre zonas localizadas en la misma latitud, determinan diferentes reacciones al fotoperíodo en las respectivas poblaciones de palomilla de la manzana. También la respuesta al fotoperíodo de un año a otro en la misma población será afectada debido a factores ambientales.

Saringer (1977) explica que a la población larvaria de primavera ocasionalmente le tocará crecer con fotoperíodos más cortos que el crítico; sin embargo, la diapausa no se presenta en grandes proporciones, quizá porque la duración del día se incrementa progresivamente en esta época, contrario a lo que ocurre durante el otoño. Sin embargo, mientras la larva crece dentro del fruto experimenta varios fotoperíodos de día corto para programar su diapausa. Daly *et al.* (1978) contribuyen a lo anterior explicando que la larva dentro del fruto tiene la capacidad de reaccionar a intensidades de luz muy bajas, ya que su cerebro registra el fotoperíodo en forma directa, posiblemente en las células neurosecretoras y no a través de los ojos. Normalmente una hormona producida por células neurosecretoras (ecdisiotropina) estimula las glándulas protorácicas para que éstas a su vez secreten ecdisona, hormona que induce la muda (ecdisis). Sin embargo, al recibir la influencia de fotoperíodos de día cortos, las células neurosecretoras interrumpen el estímulo de las glándulas protorácicas, lo anterior interactúa con una concentración alta de hormona juvenil que inhibe la muda y cambios asociados con el desarrollo. De esta manera se efectúa el balance hormonal en el insecto que pospone la pupación y programa su entrada a diapausa para invernar en forma de larva.

## Temperatura.

Phillips y Barnes (1975) explican que la temperatura a que está expuesta la larva durante su desarrollo modifica su reacción al fotoperíodo, lo cual puede afectar directamente su inducción a diapausa y cambiar así el fotoperíodo crítico hacia una duración mayor del día. En general la disminución de la duración del día es simultánea al decremento de temperatura, lo que reduce la actividad metabólica; esto a su vez alarga el desarrollo larvario, aun y cuando se disponga de alimento de buena calidad, lo que permitirá a la larva acumular fotoperíodos de día corto suficientes para programar su diapausa. Si las temperaturas permanecen altas y hay alimento disponible, se favorecerá el rápido desarrollo de larvas y no tendrán suficientes exposiciones a fotoperíodos de día corto por lo que proceden a pupar. Cualquier temperatura inferior a 30°C proporciona a las larvas suficiente exposición a fotoperíodos de día corto para programarse a la diapausa.

Brown (1985) menciona que aun en los últimos instares larvarios pueden programarse para entrar a diapausa, es decir, inician su último estadio programados para pupar, pero si por bajas temperaturas o falta de alimentación adecuada se extiende su duración, entonces la larva se expondrá suficientemente al fotoperíodo y se reprogramará para entrar a diapausa en vez de pupar. Según lo explica el mismo autor, lo contrario no sucede, es decir, las larvas programadas para entrar a diapausa no alteran su programa aunque se presenten altas temperaturas.

## Alimento.

Brown (1985) indica que la disponibilidad y calidad del alimento influyen en la inducción a la diapausa dado que si hay poco alimento, o la fruta ya se cosechó, habrá competencia entre las larvas y éstas crecerán desnutridas y con poco peso, el cual es necesario para finalizar la secreción de la hormona juvenil y maximizar la actividad degradativa de la enzima hormona-juvenil-esterasa; entonces un retraso en la ganancia de peso prolonga la vida larvaria quedando expuesto a más fotoperíodos de día corto.

La ausencia de alimento durante ciertas épocas del año provoca que las poblaciones de palomilla adapten su desarrollo a la fenología del hospedero. En California EU, Phillips y Barnes (1975) observaron que la mayoría de los individuos de una población adaptada a ciruelo entra a diapausa más temprano que poblaciones adaptadas a nogal y manzano, estas larvas tienen un mecanismo de reacción a fotofases más largas y con temperaturas más cálidas, de manera que entran a diapausa cuando los ciruelos son cosechados.

Brown *et al.* (1979) observaron que entran a diapausa más larvas que se alimentan de manzanas maduras que las desarrolladas en frutos inmaduros, y que las que se alimentan en variedades de maduración temprana entran a diapausa más pronto que las que lo hacen en variedades más tardías. Esto les permite mantener sincronía con su hospedero.

### Rompimiento de la diapausa.

Sullivan *et al.* (1970) afirman que la terminación de la diapausa es inducida por exposición a fotoperíodos de día largo.

Dickson *et al.* (1952) citan que las larvas rompen diapausa si se les obliga a rehacer su cocón y que la terminación de diapausa y reinicio del desarrollo están condicionados por el número de días con temperaturas apropiadamente bajas, es decir, entre más largo sea el período de frío, más temprano y corto será el de emergencia de adultos en primavera. El rompimiento de la diapausa se acelera con el suministro de agua a los tejidos la cual al fluir acelera la acción enzimática resultando una reanudación de los procesos metabólicos, pupación y actividad en general.

Labanowski (1981) explica que durante el rompimiento de la diapausa hay respiración parcial del índice respiratorio, lo que eleva el consumo de oxígeno antes de pupar; la disminución de respiración durante la diapausa y su renovación al rompimiento de ésta se asocia con la interrupción y regeneración de la actividad mitocondrial del cuerpo gordo. El mismo autor indica que un porcentaje pequeño de larvas se transforma hasta el segundo año, las cuales se encuentran protegidas del calor por hierbas y enterradas de 3 a 8 cm bajo el suelo; no existen evidencias de que puedan sobrevivir más de dos años en este estado; así mismo, durante el desarrollo postdiapáusico la temperatura del aire es muy importante, pues afecta

la duración del período de emergencia del adulto.

Deseo (1973) afirma que las palomillas inmediatamente después de la diapausa tienen un promedio de fecundidad muy bajo (17 a 23 huevecillos), en contraste con la primera generación (73 a 83 huevecillos). La baja fecundidad en el primer caso es debido a que sólo del 40 al 50 por ciento de los adultos se aparean y sólo el 24 por ciento de las hembras apareadas ponen huevos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del Sitio de Estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en la región manzanera de Canatlán del estado de Durango, en dos huertos. Uno se localizó dentro de las instalaciones del Campo Experimental de Canatlán, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); y el otro a una distancia de 500 metros con un productor cooperante. En la región la temperatura media anual es de 16°C, la precipitación promedio al año es de 517 mm y una acumulación promedio de 385 Unidades Frío durante el invierno (según el método de Richardson *et al.* 1974) . Su localización geográfica es entre los 24° 30' de latitud norte y 104° 47' de longitud oeste. En la estación meteorológica situada en el Campo Experimental se tomaron las temperaturas máximas, mínimas y la precipitación; el fotoperíodo se calculó con el auxilio del programa computacional "Agroclim" desarrollado por Lorenzo A. Aceves Navarro, con el apoyo de INTSORMIL (International Sorghum and Millet Collaborative Research Program).

## Estudios de Diapausa

### Inducción a Diapausa.

Para dar cumplimiento al primer objetivo se utilizó una huerta con el cultivar Red Delicious de 23 años de edad e injertados sobre patrones estándar y plantados a tresbolillo a una distancia de 7 X 7 metros; el polinizador utilizado fue el Perón intercalado de manera uniforme en la huerta.

Se colocaron bandas de cartón corrugado de 10 cm de ancho alrededor de los troncos de 100 arboles a una altura de un metro. Las bandas se revisaron semanalmente a partir del 30 de julio de 1993. En cada banda se registró el arribo de larvas de quinto estadio o prepupas. En cada semana se retiraron las bandas y se suplieron por otras nuevas para continuar el registro de arribos de larvas de quinto estadio a las bandas. Las bandas colectadas cada semana se colocaron en jaulas metálicas con dimensiones de 40 x 40 x 40 cm cubiertas con tela tipo mosquitera; una vez colocadas las bandas en las jaulas y con su registro de arribo, se realizaron inspecciones semanales para verificar si las larvas de quinto estadio cambiaban a pupa o fueron inducidas a entrar a diapausa; de ser así, se consideraron como larvas invernantes, anotando lo correspondiente en la hoja de registro respectiva (Cuadro 3.1.) donde se vaciaron los datos de arribo a bandas, sobrevivencia, cambios de larva a pupa y emergencia de adultos en inspecciones semanales. El registro de arribo se extendió hasta el 4 de octubre del mismo año,



### Adultos de Tercera Generación o Suicidas.

La insensibilidad al fotoperíodo, a las condiciones adversas de clima y/o a la falta de alimento, fueron las causas principales que inducen a un porcentaje de la población a desarrollar una tercera generación conocida como suicida. Lo anterior se determinó en la región de Canatlán por la cantidad de larvas colectadas que inmediatamente puparon y emergieron como adultos en condiciones adversas durante los meses de octubre a enero. Así mismo, desde el inicio del experimento y hasta el final de éste, se llevó a cabo un monitoreo de adultos machos en trampas de tipo ala a base de feromona sexual sintética y una superficie pegajosa que se colocó a una altura de 1.60 m en el árbol. Las trampas se revisaron diariamente para contar el número de palomillas capturadas. Las revisiones semanales en las jaulas y las lecturas diarias de los machos capturados en las trampas con feromona sexual, permitieron tener una referencia de vuelo de adultos en verano, invierno o suicidas y adultos machos emergidos en las jaulas.

### Mortalidad de Larvas y Pupas.

El porcentaje de mortalidad se determinó sin tomar en cuenta a los agentes y/o causas que influyeron (lluvias, hongos, bacterias y depredadores), únicamente se consideró la mortalidad por semana y se registró en porcentaje durante todo el experimento.

### Rompimiento de Diapausa.

Los cambios de larva de quinto estadio o prepupa al estado de pupa durante los meses de febrero a abril, se consideraron para el rompimiento o salida del estado diapáusico de los individuos, tal como lo refieren Rield y Croft (1978) quienes inducen que hay restauración parcial en el índice respiratorio que eleva el consumo de oxígeno antes de pupar, así como la disminución de la respiración y la renovación al rompimiento de ésta se asocia con la interrupción y regeneración de la actividad mitocondrial del cuerpo graso según lo estimaron Hansen y Harwood (1968).

### Relación de Sexos.

Aquellos individuos que cambiaron de larva a pupa fueron sexados según la metodología de Peterson (1965), la que indica que la pupa macho tiene ventralmente cuatro bandas oscuras transversales. En cambio las hembras sólo tiene tres bandas originadas por la sobreposición del segmento anterior sobre el siguiente. Esta diferencia numérica de las bandas se debe a que la apertura genital en la hembra se localiza en el octavo segmento abdominal y se extiende hasta el noveno; el endurecimiento del séptimo segmento no permite sobreponerse en su margen posterior. Por tal razón no se observa banda oscura en ella, y en el macho la apertura genital se localiza totalmente en el noveno segmento. Esta variable se midió al momento del cambio de larva a pupa

ocurridos entre los meses de julio de 1993 a abril de 1994. Los resultados se expresan en forma gráfica y en proporción.

### Fenología del Cultivo.

Para llevar a cabo las actividades inherentes al desarrollo del segundo objetivo, en febrero de 1994 se seleccionaron dos ramas de seis árboles de los cultivares Red Delicious, Golden Delicious y Perón en un huerto perteneciente al INIFAP con edad uniforme para los tres cultivares de 23 años. El manejo técnico del huerto fue similar.

#### Brotación de Yemas Florales.

De los árboles y las ramas seleccionadas, previamente se etiquetaron 25 yemas florales por árbol y se les dio seguimiento con una periodicidad semanal iniciando a partir de la etapa de punta plateada, diferenciando el estado fenológico con base en la apreciación visual del 50 por ciento del estado dominante. Las etapas fenológicas observadas fueron: punta plateada, punta verde, racimos cerrados, rosa compacta, flor rey, flor total, caída de pétalos, amarre de fruto (fruto munición) y fruto de un centímetro de diámetro (Cuadro 3.2.); según lo reportado por la Universidad de Washington (1975).





## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio se desarrolló en dos etapas, la primera para precisar los períodos de inducción y rompimiento de la diapausa de la palomilla en la región de Canatlán, Dgo. y su relación con el fotoperíodo. La segunda se orientó a conocer la relación que existe entre la inducción y el rompimiento de la diapausa de la palomilla y las diferentes etapas fenológicas del manzano en la región.

En el Cuadro 4.1. se presentan los resultados del monitoreo de prepupas y pupas que arribaron a las bandas de cartón corrugado durante 10 fechas de muestreo a partir del 30 de julio y hasta el 4 de octubre, registrando un total de 292 individuos. En dicho proceso de arribo de individuos a las bandas de cartón corrugado se tuvo que el 88.7 por ciento (259 individuos) correspondieron a larvas de quinto estadio y sólo el 11.3 por ciento (33 individuos) fueron pupas al momento de retirar las bandas. Cabe señalar que el 100 por ciento de los individuos registrados en las bandas son el resultado de la captura para la semana correspondiente, en que fue instalada la banda. En este sentido, todos los arribos se dieron como prepupas o L<sub>5</sub>, por lo tanto, al encontrar en ellas pupas significaba que en el transcurso de la semana ocurrió el cambio de un estado biológico a otro (L<sub>5</sub> a pupa). Partiendo de esta premisa y en un análisis preliminar tal como se presenta la información en el Cuadro 4.1

y en la Figura 4.1 se concluye que el patrón de arribos a las bandas de cartón corrugado registradas entre el 30 de julio y el 4 de octubre correspondieron a la población que concluyó el desarrollo larval de la generación de verano (segunda). Los individuos de dicha población larval tuvieron dos opciones en su ciclo biológico:

- Entrar en diapausa y permanecer como larva de quinto estadio a lo largo del periodo invernal.
- Cambiar a pupa e iniciar una tercera generación la cual se consideró suicida dado que los factores ambientales le fueron adversos.

Con los datos del Cuadro 4.1 se puede señalar que el 88.3 por ciento de los individuos seleccionaron la opción 1 de entrar a diapausa y emerger hasta la primavera de 1994. En cambio el 11.7 por ciento optaron por ir a la tercera generación o suicida. También es evidente en el Cuadro 4.1 y la Figura 4.1 que entre el 13 de agosto y el 11 de septiembre ocurre la mayor proporción de arribos de larvas de quinto estadio y que en dicho período se dieron los cambios a pupa; después de esta fecha todas las larvas que arribaron entre el 17 de septiembre y el 4 de octubre permanecieron como diapáusicas.

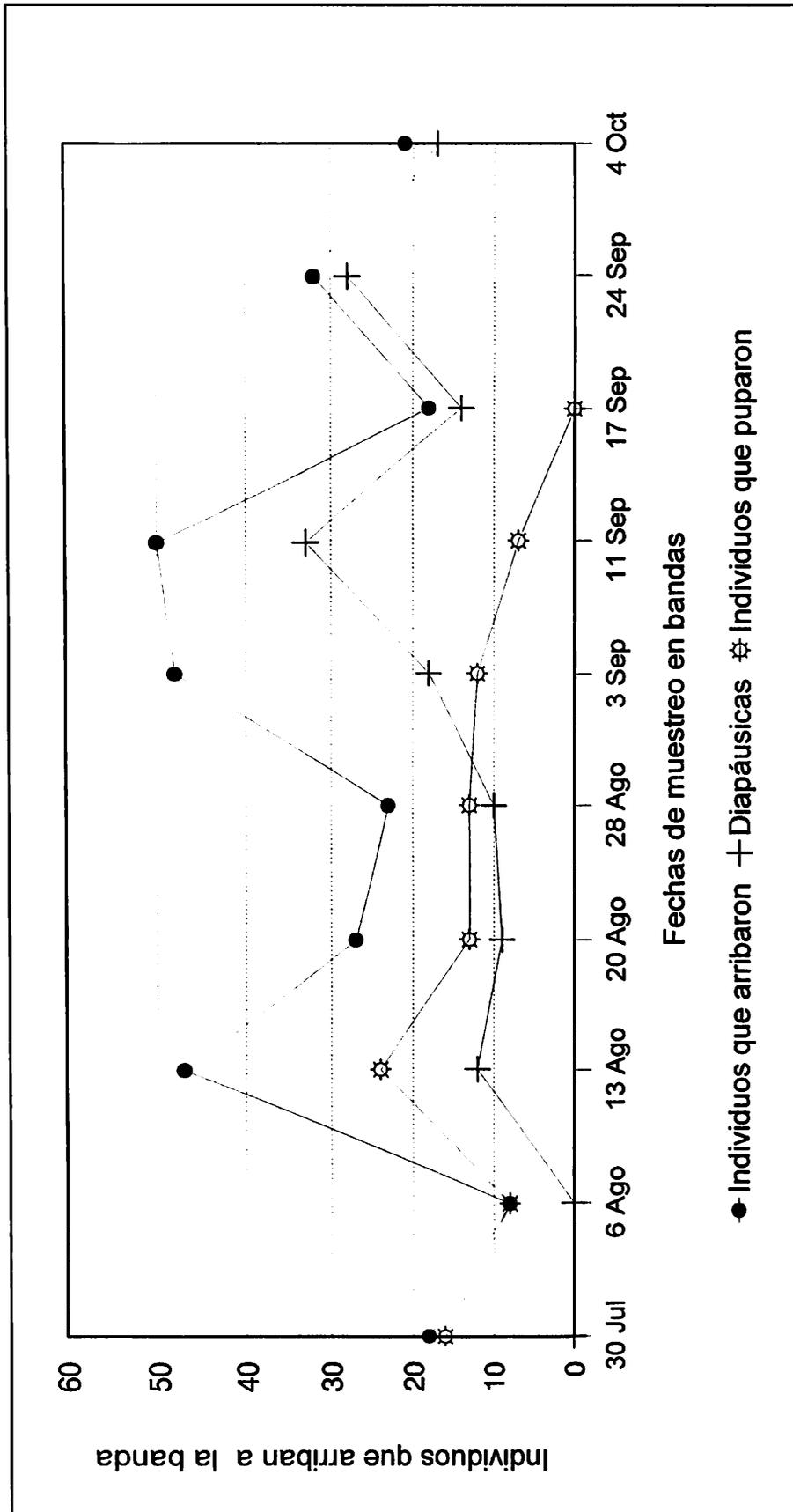


Figura 4.1. Patrón de arribo de prepupas de *C. pomonella* a bandas de cartón corrugado, individuos diapásicos y pupas. Canatlán, Durango. 1993.

Cuadro 4.1. Registro del arribo de individuos monitoreados en bandas de cartón corrugado en 10 fechas de muestreo en 1993.

Fecha de colecta	Prepupas (L5)	Pupas	Total de arribos	% Acumulado de arribos
30 Jul.	12	6	18	6.16
6 Ago.	7	1	8	8.90
13 Ago.	38	9	47	25.00
20 Ago.	22	5	27	34.24
28 Ago.	14	9	23	42.12
3 Sep.	46	2	48	58.56
11 Sep.	49	1	50	75.68
17 Sep.	18	0	18	81.84
24 Sep.	32	0	32	92.80
4 Oct.	21	0	21	100
Total	259	33	292	100
Por ciento	88.7	11.3	100	100

## La Inducción a Diapausa.

El criterio considerado para definir un estado diapaúsico, consistió en verificar que la larva de quinto estadio no cambiaba a pupa en los muestreos subsecuentes, al día de arribo, permaneciendo como larva invernante. En los muestreos del 30 de julio y 6 de agosto se observó que todos los individuos que arribaron a las bandas de cartón cambiaron a pupa.

La inducción a diapausa inició a partir del 13 de agosto con un fotoperíodo de 13.1 horas luz y 10.9 horas oscuridad. Conforme decreció la fotofase, la proporción de individuos que entran en diapausa se incrementa hasta llegar a un 87.5 por ciento (figura 4.2). La diferencia para alcanzar el 100 por ciento de individuos diapáusicos correspondió a las larvas muertas que no cambiaron a pupa, lo que significa que todas se fueron a diapausa o murieron. El nivel de diapausa se alcanzó el 4 de octubre a las 11.9 horas luz. Lo anterior indica que la inducción a diapausa ocurrió entre 13.1 a 11.9 horas luz. Ocurrió un proceso inverso cuando una proporción alta de individuos cambió a pupa entre el 30 de julio y el 6 de agosto, pero conforme se acortan los días este porcentaje se abatió hasta llegar a cero el 4 de octubre.

El fotoperíodo crítico (FP50) en el que entró a diapausa el 50 por ciento de la población colectada, fue de 12.5 horas luz, ocurriendo esto el 7 de septiembre; en cambio el período en que entró a diapausa el 90 por ciento de

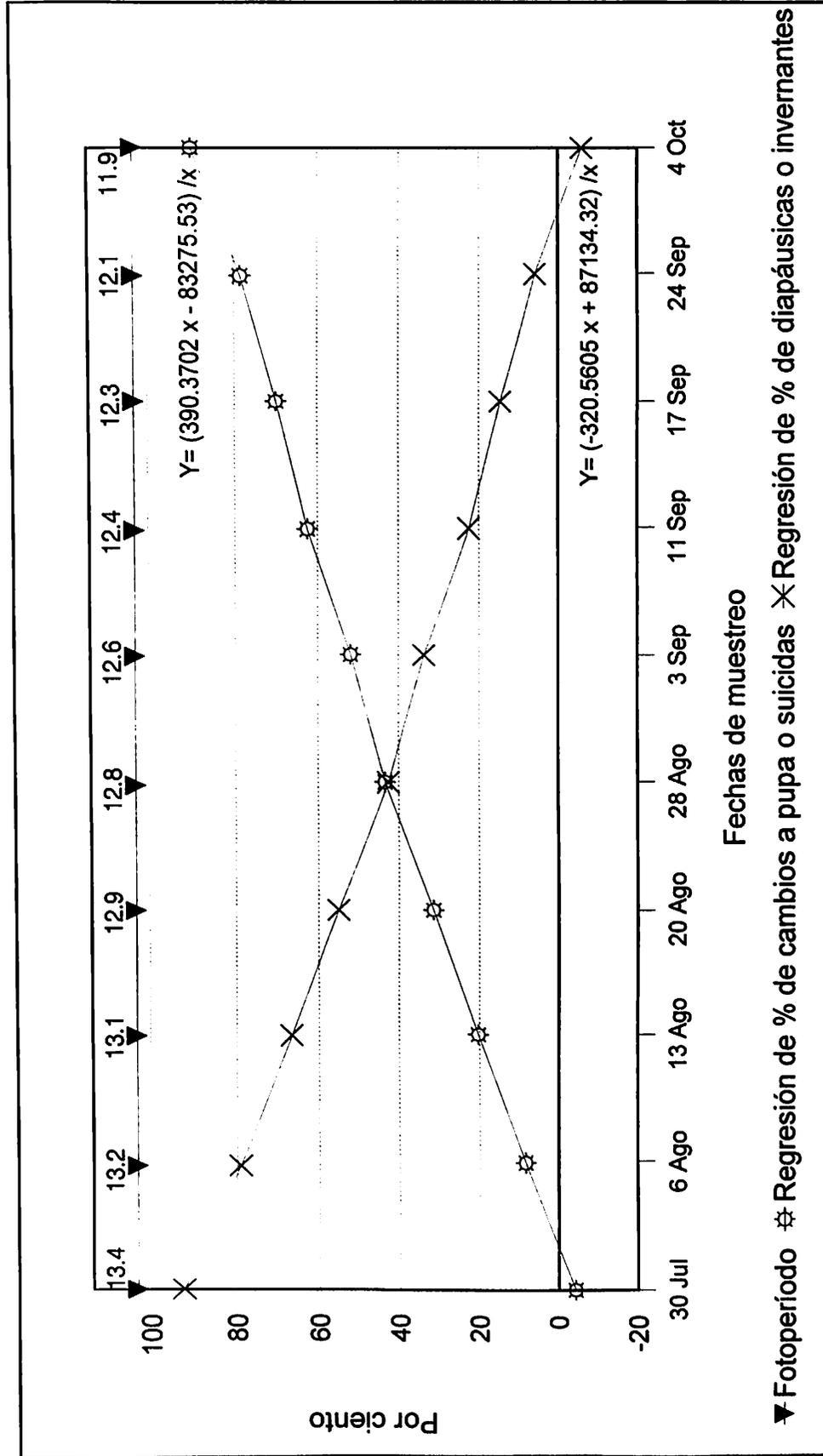


Figura 4.2. Fotoperíodo crítico para el proceso de inducción a diapausa en *C. pomonella* mediante resultantes de las líneas de regresión de inversa de x. Canatlán, Durango. 1993.

la población (FP90) se registró a las 12.1. horas luz, lo cual ocurrió el 24 de septiembre; lo anterior indica una duración en el período de inducción a diapausa en la región de 52 días a partir del 13 de agosto y hasta el 4 de octubre.

Riedl y Croft (1978) desarrollaron ecuaciones para predecir el FP50 y el FP90. Al utilizar estas ecuaciones con los datos regionales, se tuvieron los siguientes resultados:

	LATITUD NORTE	ESTIMADO	OBSERVADO EN CANATLÁN
1.- FP50=	$10.242 + 0.1226 (24.30) =$	13.2	12.5
2.- FP90=	$9.962 + 0.1211 (24.30) =$	12.9	12.1

Con la interpretación de los datos locales, se observa una variación para el FP50 de 0.7 y FP90 de 0.8 horas luz, lo que significa en la región una diferencia de 30 días con respecto a lo estimado. Las ecuaciones anteriores no fueron exactas para la región debido a la influencia de las características climáticas propias del área, lo que retrasa a las larvas para programarse a la diapausa. Cabe señalar que el estudio de Riedl y Croft (1978) corresponde a una región con latitud norte de 48.00 donde generalmente se da una sola generación al año y corresponde a zonas frías.

Andrewartha y Birch (1973) determinaron que son individuos diapáusicos, aquellos que después de dos semanas de observación

permanecen como larvas, sin embargo, al analizar los datos de registro de individuos no diapáusicos refiriéndose a los que si cambiaron a pupa y que ocurrieron en la presente investigación, sobresale que el 85.7 por ciento cumplió el criterio de los autores mencionados y el 14.3 por ciento necesitó hasta cuatro semanas para que se consideraran diapáusicas lo anterior se ilustra en la Figura 4.3. donde se aprecia que la tendencia a entrar a diapausa fue similar para ambas situaciones. Las observaciones anteriores permiten considerar los hallazgos de Dickson *et al.* (1952), quienes explican que las larvas rompen diapausa si se les obliga a rehacer su cocón; en las revisiones semanales que se hacían para determinar la entrada a diapausa se abría el cocón, por lo tanto, lo anterior permite inferir que ocurrió lo descrito por los autores en el presente estudio.

#### Adultos de Tercera Generación o Suicidas.

Con las capturas obtenidas en trampas, con feromona sexual, los registros semanales de capturas en bandas de cartón y el registro de cambios de larva a pupa en las jaulas, se elaboró la Figura 4.4. en la que observa que ambos métodos de monitoreo (trampas y bandas de cartón) permitieron determinar que en la región se presenta una tercera generación o población suicida que se manifiesta con mayor abundancia entre el 20 y 28 de agosto para las emergencias de adultos observados en las jaulas (en las que se consideraron hembras y machos) y entre el 17 y 24 de septiembre según las

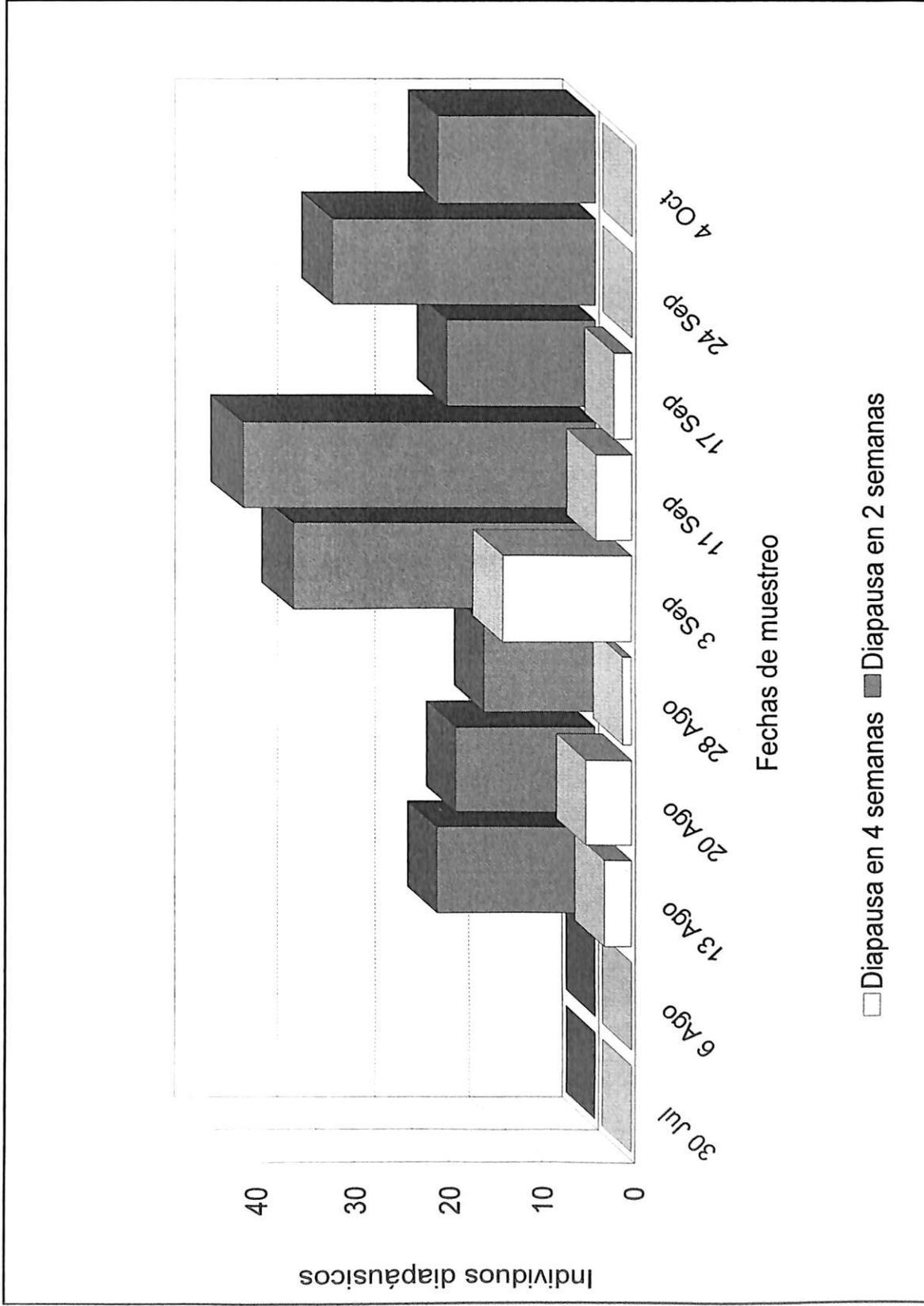


Figura 4.3. Manifestación de la diapausa de *C. pomonella* en Canatlán, Durango. 1993.

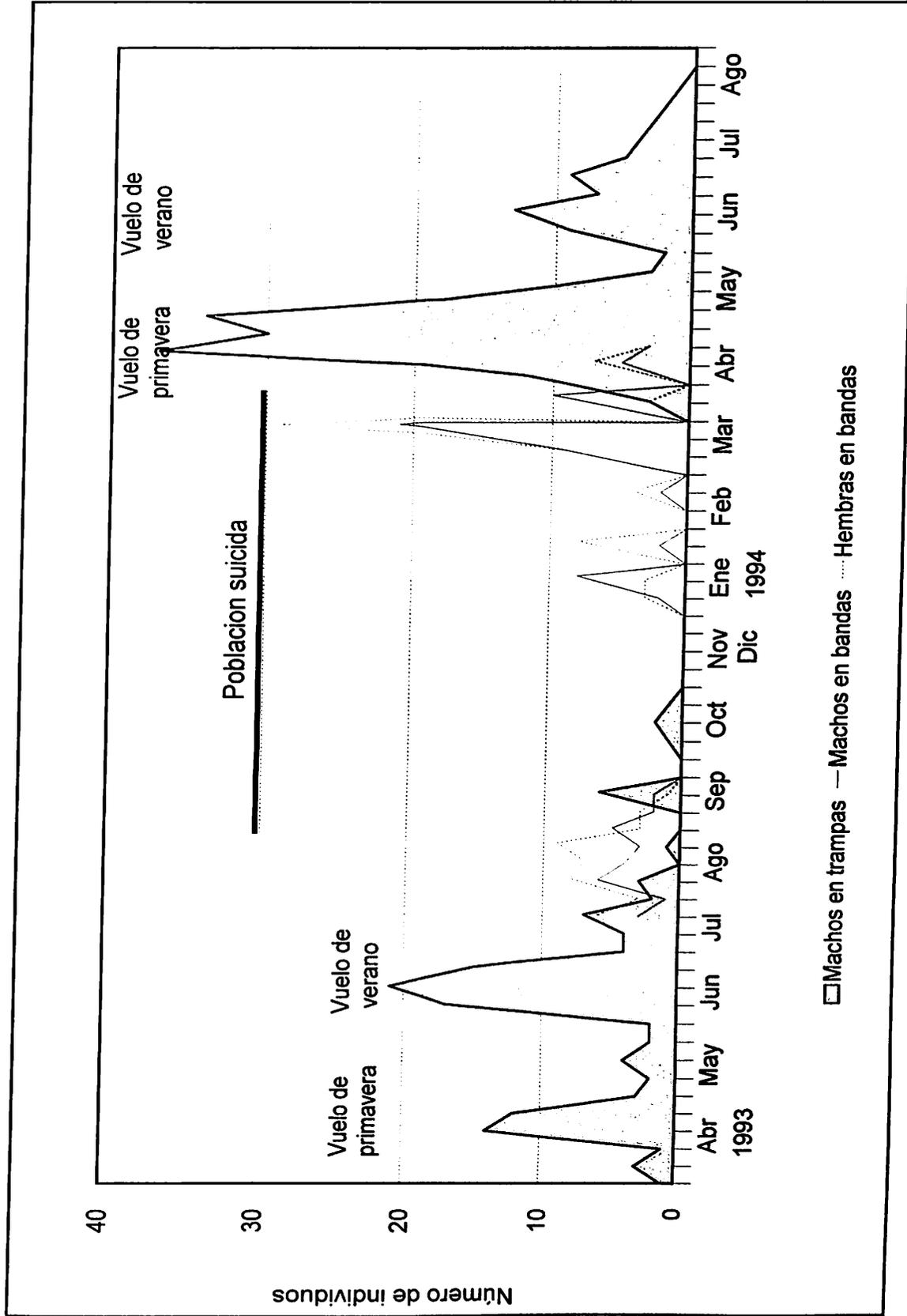


Figura 4.4. Capturas semanales de machos de *C. pomonella* en trampas con feromona sexual y emergencia de hembras y machos en jaulas con bandas de cartón corrugado para el monitoreo de adultos de palomilla de la manzana, en Canatlán, Durango. 1993 y 1994.

capturas en las trampas con feromona sexual; el vuelo de esta generación se prolonga hasta el 30 de octubre, determinando así la insensibilidad al fotoperíodo de una parte de la población regional. El criterio para determinar el carácter suicida de la población se basó en la ausencia de frutos para oviposición y alimentación de la población en el período de tiempo marcado en la Figura 4.4. Sin embargo en la región existen cultivares criollos y perones que por su bajo valor comercial regularmente no son cosechados por el productor; tal situación permite que dicha plaga sí disponga del sustrato alimenticio, aún en la tercera generación. Con la información del monitoreo llevado a cabo en trampas con feromona durante 1993 y 1994 se ilustran los vuelos de primavera o primera generación que se presentan en la tercer semana de abril y los de la segunda generación o vuelo de verano que se observan en la tercera semana de junio. Lo anterior define la presencia de dos picos de población para la región sincronizados con la fenología de cultivares Delicious los cuales deberán ser considerados para propósitos de control.

Para 1993 los porcentajes de población suicida anticipada registrados fueron 7.8 y 24.2 para el monitoreo en trampas y en bandas respectivamente; la emergencia de adultos en las jaulas dio inicio el 8 de enero de 1994 prolongándose hasta el 30 de abril en que emergieron todas las larvas como adultos. La población suicida se consideró del 8 de enero al 20 de marzo debido a que los árboles en ese tiempo aún no daba iniciaban la floración y por lo tanto

los huevecillos colocados y las larvas que de estos se originaron no causaron daño alguno.

#### Mortalidad Ocurrida en la Etapa Invernante.

Un factor de reducción importante en las poblaciones de larvas y pupas consideradas para la investigación fue la mortalidad ocurrida, ya que la cohorte inicial se redujo drásticamente por esta causa. El 42.1 por ciento del total de individuos colectados en las bandas de cartón corrugado, murieron por diversas causas.

En el proceso de inducción a diapausa ocurrió un total de 69.1 por ciento del total de la mortalidad registrada, de las cuales el 62.3 y el 37.7 por ciento correspondieron a larvas y pupas respectivamente, como lo muestra la Figura 4.5., en la que se observa que al iniciar el registro de mortalidad, las pupas tuvieron registros más altos, pero a partir del 3 de septiembre, o sea a la mitad de proceso de inducción a diapausa, hasta el 4 de octubre, fecha en que finalizó el proceso, la mortalidad fue muy alta en las larvas.

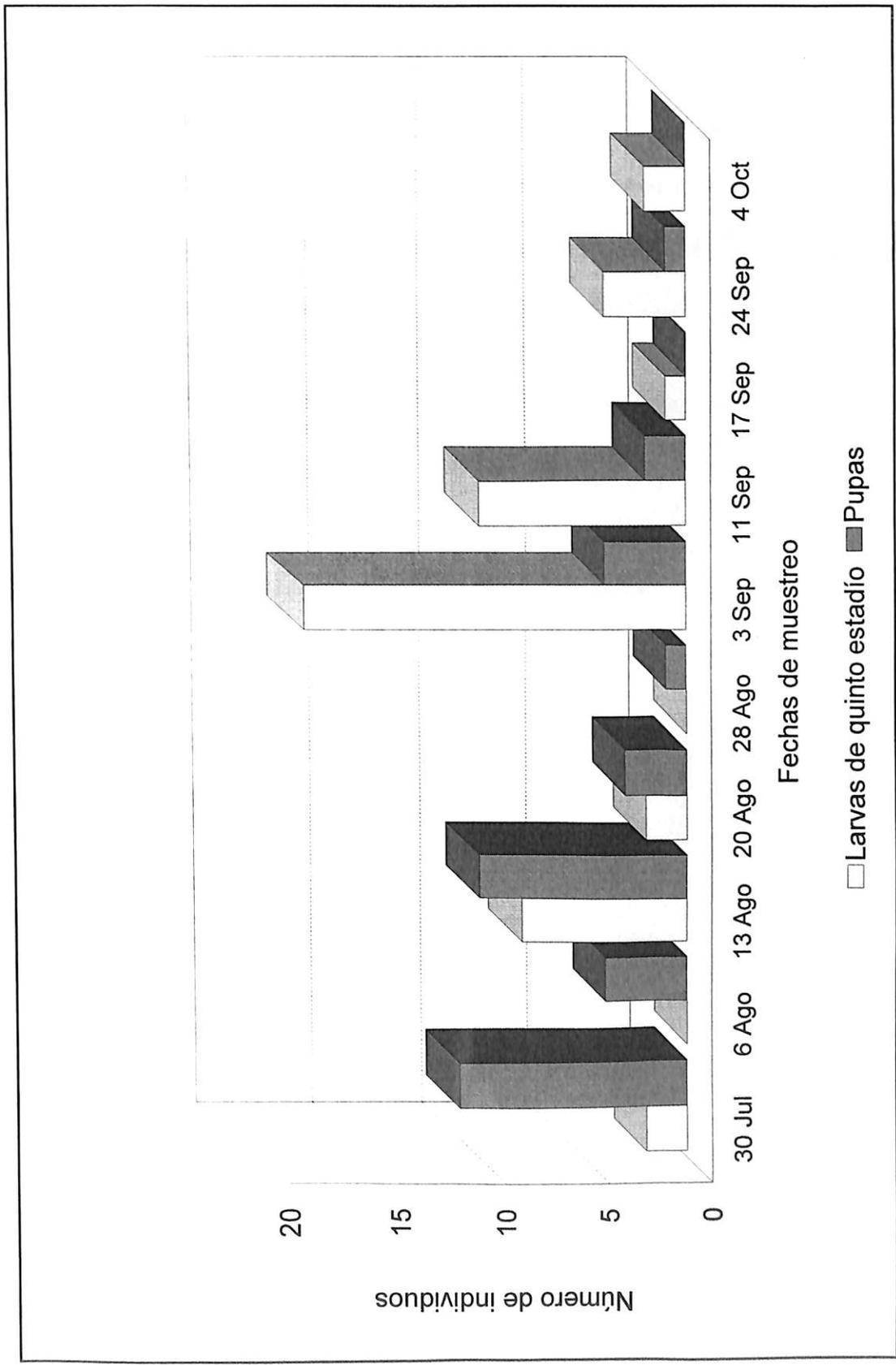


Figura 4.5. Mortalidad de larvas y pupas de *C. pomonella* ocurrida en el proceso de inducción a diapausa. Canatlán, Durango. 1993.

### Rompimiento de Diapausa.

Tal como lo explican Rield y Croft (1978), el cambio de larva de quinto estadio al estado de pupa se dio durante los meses de enero, febrero y marzo de 1994 significando esto el rompimiento de la diapausa. En la Figura 4.6. y en el Cuadro 4.2 se observa que el período de rompimiento de diapausa dio inicio el

Cuadro 4.2. Fechas de cambio de larva a pupa (rompimiento de diapausa) de *C. pomonella* durante 1994 en la población colectada en bandas de cartón corrugado durante 1993.

FECHA DE REGISTRO	CAMBIOS DE LARVA A PUPA EN 1993	% ACUMULADO
8 ENERO	5	3.7
22 ENERO	11	11.9
6 FEBRERO	10	19.3
25 FEBRERO	5	23.0
12 MARZO	25	41.6
20 MARZO	50	78.9
2 ABRIL	11	87.1
16 ABRIL	13	96.8
30 ABRIL	4	100

8 de enero y terminó el 30 de abril. El máximo rompimiento de la diapausa (del 25 y el 80 por ciento) se compactó entre el 25 de febrero y el 20 de marzo. El

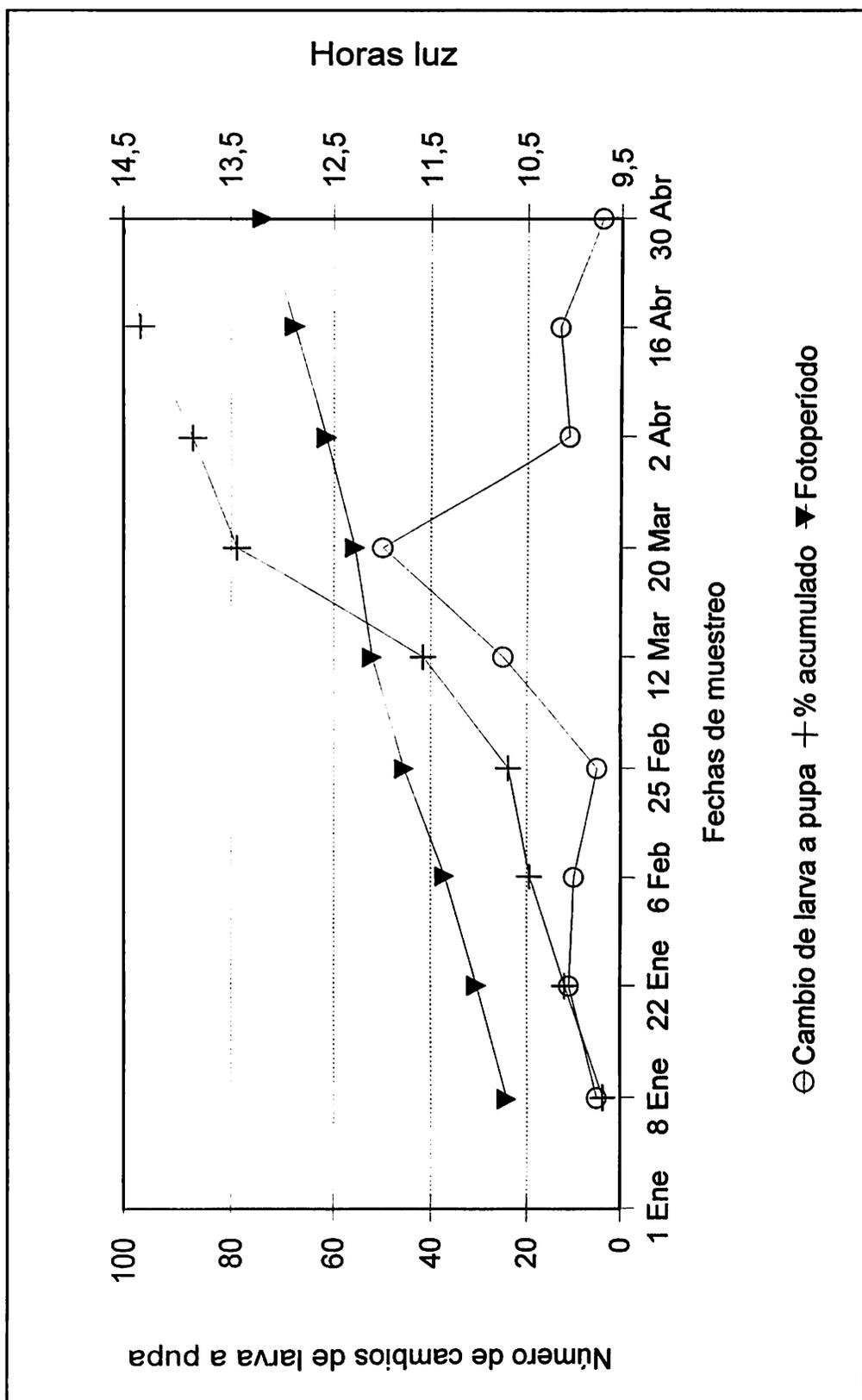


Figura. 4.6. Rompimiento de diapausa de la palomilla del manzano en relación al fotoperíodo crítico. Canatían, Durango. 1994.

fotoperíodo en el que dio inicio el proceso fue de 10.8 y terminó a 13.2 horas luz; el fotoperíodo crítico del 50 por ciento fue de 12.2 horas luz y correspondió con el 15 de marzo.

Sólo el 48 por ciento de la cohorte inicial se consideró para el proceso de rompimiento ya que el resto de la población se perdió por diversas causas, como la mortalidad y la presencia en la región de una tercera generación o población suicida, originada principalmente por la insensibilidad de los individuos al fotoperíodo.

#### Mortalidad de Larvas y Pupas en el Proceso de Rompimiento de Diapausa.

Después de un proceso de transición entre la entrada a la diapusa y el rompimiento de ésta, la cual tuvo una duración de 69 días, dio inicio la restauración del índice respiratorio, factor que originó también que la mortalidad en larvas y pupas se presentara. Así de la totalidad de muertes ocurridas en el proceso de rompimiento de diapausa fue del 38 por ciento; porcentaje del cual a las larvas le correspondió el 57.9 por ciento y a las pupas el 42.1 por ciento. El comportamiento de la mortalidad durante del desarrollo del proceso se ilustra en la Figura 4.7, que señala en general poca diferencia en este factor, sin embargo, a la mitad del proceso, la mayor cantidad de muertes fue de larvas, comportamiento inverso al final ya que la mortalidad de pupas fue mayor.

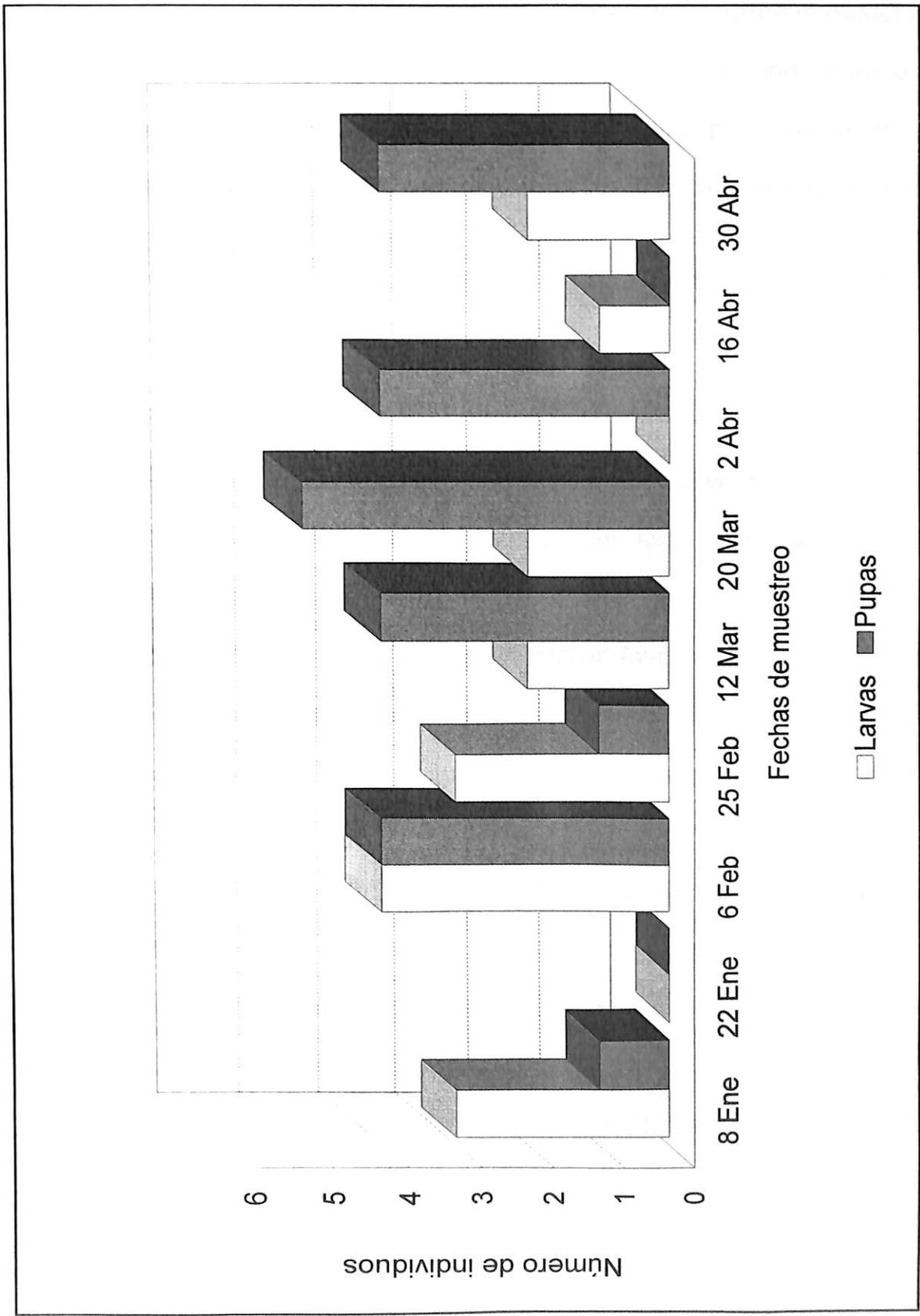


Figura 4.7. Mortalidad de larvas de quinto estadio y de pupas de la palomilla de la manzana ocurrida en el proceso de rompimiento de diapausa. Canatlán, Durango. 1994.

Un análisis general del factor mortalidad durante el estudio, indicó que la mortalidad ocurrida fue del 42.1 por ciento del total de individuos en observación, lo cual permite inferir que el control natural de las poblaciones de la palomilla fue abundante y que ocurre principalmente en la inducción a la diapausa.

### Relación de Sexos.

Desde el inicio del estudio se sexaron las pupas y los resultados se presentan en la Figura 4.8, en donde se observa que para los individuos invernantes la sincronía en emergencia es similar, así como también las densidades poblacionales. Sin embargo, las poblaciones de verano se incrementan en más del 100 por ciento en favor de las hembras, coincidiendo lo anterior con las determinaciones realizadas por Hagley (1974), el cual explica que las palomillas invernantes que emergen primero son en su mayoría machos, siendo más abundantes que las hembras durante la generación de primavera. La proporción disminuye linealmente al incrementar la densidad, de tal manera que, en verano, cuando hay niveles de población más altos, la población numérica favorece a las hembras. Para el presente estudio se consideraron las poblaciones suicidas o de tercera generación de 1993 y la población invernante al romper diapausa de 1994. En términos generales la proporción de sexos fue de 61.8 para hembras y de 38.2 para machos. La interpretación de la Figura 4.8. se ilustra respecto a las poblaciones dominantes en cada período de monitoreo para la

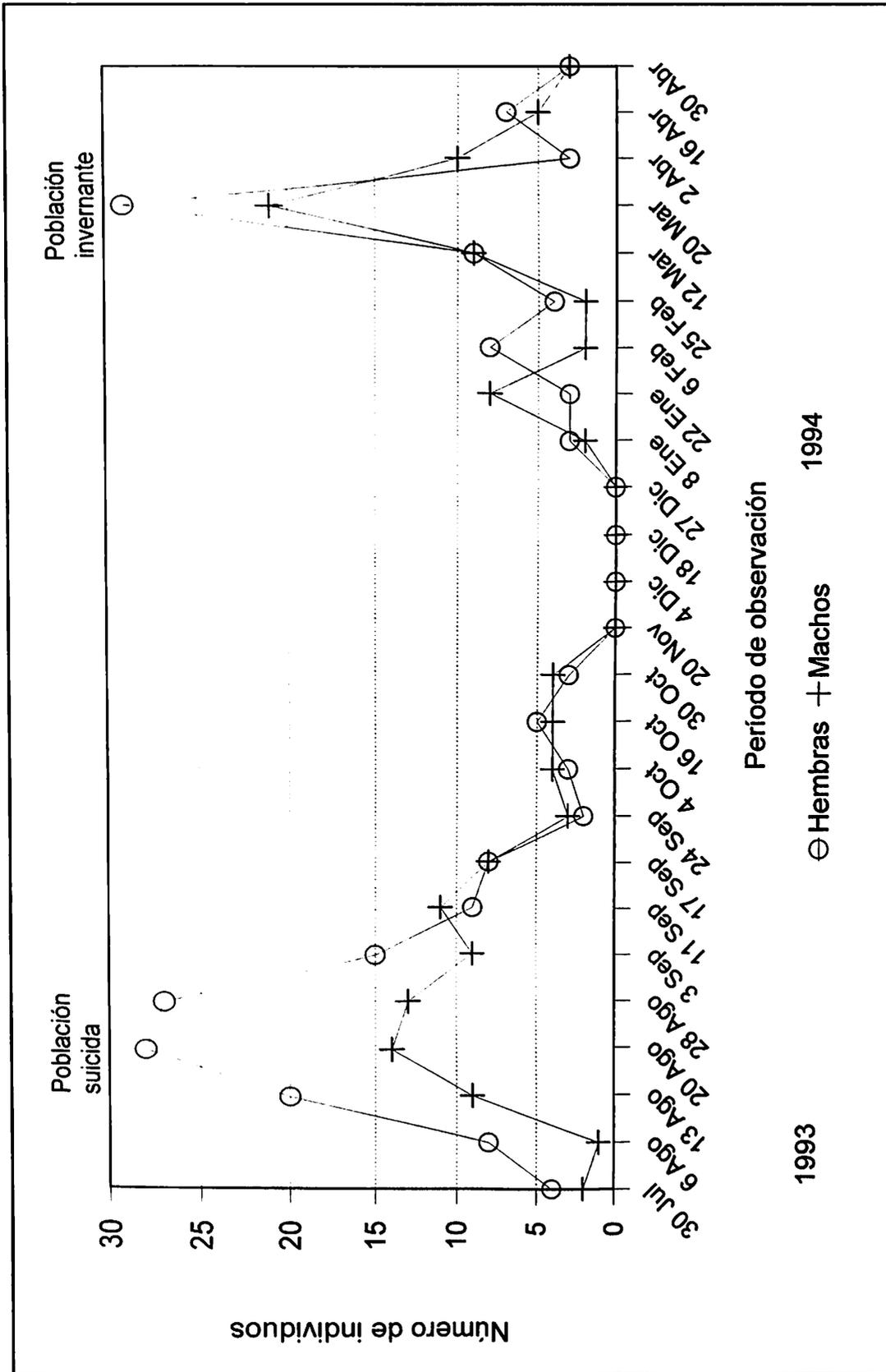


Figura 4.8. Relación de pupas hembras y machos en bandas de cartón corrugado observados durante el proceso de inducción y rompimiento de diapausa. Canatlán, Durango.

predicción del control en el huerto, por lo tanto y dado que las trampas con feromona sexual sólo atrapan machos, es conveniente tomar en consideración que en las poblaciones invernantes la proporción será de 1:1 y aumentará hasta llegar a las poblaciones de verano, que serán de 2:1 favoreciendo a las hembras.

Para la tercera generación o generación suicida en proporciones sexuales existe un amplio dominio de las hembras sobre los machos, lo que indica que las hembras entran más rápido a diapausa que los machos. Sin embargo, durante el rompimiento de la diapausa existe una proporción similar y sincronía entre ambos sexos.

## Fenología del Cultivo

### Brotación de Yemas Florales.

La toma de datos para esta variable dio inicio el 17 de febrero una vez que el estado fenológico de punta plateada se presentó en el perón, cultivar que por su precocidad marca el punto de inicio para la brotación en la región de Canatlán en Durango. En el Cuadro 4.3 se observa el comportamiento de los cultivares en estudio. El inicio de la etapa de punta plateada fue el 17, 20 y 26 de febrero para Perón, Red Delicious y Golden Delicious respectivamente. La etapa de floración total se presentó el 15 abril para Perón y Red Delicious y el 18 de abril para el cultivar Golden Delicious; la etapa de amarre de fruto en promedio para la

muestra observada se presentó el 1, 3 y 5 de mayo para Perón, Red Delicious y Golden Delicious respectivamente.

Cuadro 4.3. Fenología de la brotación de tres cultivares durante 1994.

Estado Fenológico	Red Delicious	Golden Delicious	Perón
Punta Plateada	20 de Febrero	26 de Febrero	17 de Febrero
Punta Verde	7 de Marzo	10 de Marzo	2 de Marzo
Racimo Cerrado	21 de Marzo	23 de Marzo	15 de Marzo
Rosa Compacta	28 de Marzo	30 de Marzo	22 de Marzo
Flor Rey	6 de Abril	12 de Abril	10 de Abril
Flor Total	15 de Abril	18 de Abril	15 de Abril
Caída de Pétalos	28 de Abril	28 de Abril	25 de Abril
Fruto Munición	3 de Mayo	5 de Mayo	1 de Mayo

Tomando en consideración que la fenología es el estudio de las relaciones entre el clima y la ocurrencia de fenómenos biológicos como la brotación, la floración, la fructificación, entre otros, y que estos a su vez tienen efectos directos sobre la producción, se presenta en el cuadro anterior el comportamiento de la brotación. El desarrollo de las yemas fructíferas evidentemente se vio afectado por la acumulación de frío invernal, en el período de estudio la acumulación de unidades frío fue de 341, cantidad baja respecto a los requerimientos de 1234 unidades frío señaladas por Richardson *et al.* (1974), lo anterior fue la causa principal de la baja brotación; debido a esto se llevó a cabo la aplicación de

compensadores de frío y así obtener una brotación de yemas más uniforme y una floración adecuada.

### Desarrollo del Fruto.

Una vez analizado el desarrollo de las yemas fructíferas y hasta el amarre del fruto se procedió a darle seguimiento a la evolución del crecimiento del fruto quincenalmente; en el Cuadro 4.4. se presenta el comportamiento del desarrollo del fruto hasta la cosecha.

**Cuadro 4.4. Valores promedios del crecimiento quincenal de la muestra observada presentada en centímetros.**

Diámetro por fecha	Red Delicious	Golden Delicious	Perón
15 de Mayo	1.2	1.8	1.3
30 de Mayo	1.8	1.9	1.5
15 de Junio	2.9	3.0	2.9
30 de Junio	3.0	3.2	3.6
15 de Julio	3.9	4.0	4.1
30 de Julio	4.6	4.5	4.9
15 de Agosto	5.0	4.8	5.0
30 de Agosto	5.1	4.9	5.1

El mayor crecimiento de los frutos se presentó a los 64, 66 y 70 días después de la floración. En años con inviernos benignos o de poco frío los frutos a la cosecha se quedan de menor tamaño, así tenemos que el diámetro alcanzado a la cosecha fue de 5.1, 4.9 y 5.1 centímetros para Red Delicious, Golden Delicious y Perón respectivamente.

El análisis estadístico realizado para las fechas del 15 de mayo y el 30 de agosto, inicio y final de la toma de datos en la presente variable, no detectó diferencia significativa en el desarrollo del fruto; en resumen, el comportamiento en el crecimiento del fruto fue similar para los tres cultivares evaluados.

#### La Inducción y el Rompimiento de la Diapausa y su Relación con la Fenología del Manzano.

La observación de los eventos de la diapausa y la fenología del frutal permitieron elaborar la Figura 4.9, la que sintetiza la relación que guarda el comportamiento de la plaga y el desarrollo del manzano a través del tiempo de evaluación. A partir del 30 de julio dio inicio el arribo de las larvas a las bandas de cartón corrugado, las cuales se colocaron en el árbol un mes antes de que iniciara la cosecha. En la misma figura se observa que conforme transcurre el tiempo, la proporción de individuos diapáusicos fue mayor. Lo anterior indica que conforme las colectas en bandas continúan las poblaciones diapáusicas se incrementan y la cantidad de palomillas suicidas decrece.

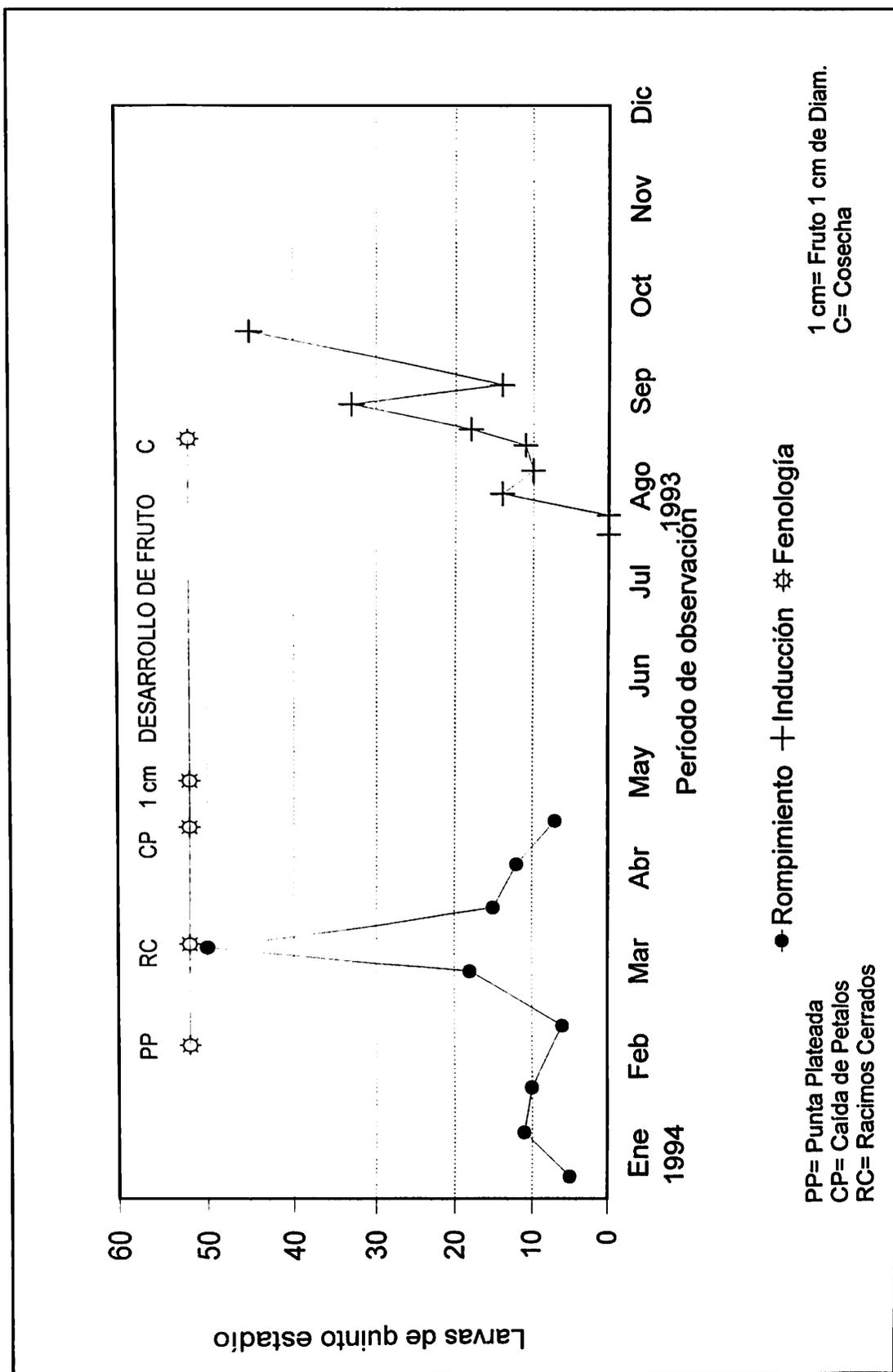


Figura 4.9. Relación de la fenología del manzano y los periodos de inducción y rompimiento de la diapausa de la palomilla del manzano. Canatlán, Durango.

Al dar inicio el período de rompimiento de la diapausa, la cual ocurrió el 8 de enero, el árbol se encontraba en un descanso invernal; la primera observación fenológica considerada fue Punta Plateada y es donde empieza a sufrir un incremento en el número de cambios de larva a pupa, presentando un pico máximo de rompimiento de diapausa en la etapa fenológica de Racimos Cerrados, el rompimiento de la diapausa continúa en menor escala hasta finalizar el 30 de abril en la etapa fenológica de Caída de Pétalos.

Por tal razón son suicidas por rompimiento anticipado los individuos que cambian de larva a pupa durante el 8 de enero y el 22 de marzo. La fenología indica que no habrá frutos de un centímetro de diámetro hasta el primero de mayo.

## **CONCLUSIONES**

La inducción a diapausa inició a partir del 13 de agosto con un fotoperíodo de 13.1 horas luz y 10.9 horas oscuridad; así mismo conforme decrece el fotoperíodo es mayor la proporción de individuos que entran en diapausa hasta llegar al 87.5 por ciento, la diferencia para alcanzar el 100 por ciento de larvas en diapausa corresponde a individuos muertos que no cambiaron a pupa, lo que significa que todos se fueron a diapausa o murieron; el final de la diapausa se registró el 4 de octubre a las 11.9 horas luz; lo anterior indica que la diapausa ocurrió entre 13.1 y 11.9 horas luz.

Los adultos de la tercera generación o suicida se presentaron en mayor abundancia entre el 20 y 28 de agosto para la emergencia en las jaulas con bandas y entre el 17 y 24 de septiembre según las capturas en las trampas con feromona sexual.

La mortalidad de larvas y pupas durante el estudio ascendió al 42.1 por ciento, lo cual redujo drásticamente la cohorte inicial.

El proceso de rompimiento de diapausa inició el 8 de enero y terminó el 30 de abril y entre el 25 de febrero y 20 de marzo, el 80 por ciento de los individuos rompieron diapausa.

El rompimiento de diapausa inició y terminó a las 10.8 y 13.2 horas luz respectivamente.

La relación de sexos en la primera generación, la población más abundante fue de machos y su proporción disminuyó linealmente al incrementar la densidad; de tal manera que en el vuelo de verano los niveles poblacionales fueron más altos y la población numérica favoreció a las hembras; la proporción de sexos fue de 61.8 y 38.2 para hembras y machos respectivamente.

La etapa fenológica de punta plateada inició el 17, 20 y 26 de febrero para Perón, Red Delicious y Golden Delicious respectivamente; el promedio de inicio de la etapa de floración total se presentó el 15 de abril para Peron y Red Delicious, y el 18 de abril para el cultivar Golden Delicious y la etapa de amarre de fruto en promedio fue el 1, 3 y 5 de mayo para Perón, Red Delicious y Golden Delicious respectivamente.

El mayor crecimiento de los frutos se presentó a los 64, 66 y 70 días después de la floración para Perón, Red Delicious y Golden Delicious y el diámetro alcanzado a la cosecha fue de 5.1, 4.9 y 5.1 cm para Red Delicious, Golden Delicious y Perón respectivamente.

## RESUMEN

En México, el manzano ocupa una superficie de 66 mil hectáreas, distribuidas en 21 estados del país; en Durango se reportaron establecidas 13,134 hectáreas durante 1996, con una producción promedio de 75 mil toneladas. Entre los factores que limitan la producción destaca el daño de los insectos plaga, donde la plaga principal es la palomilla del manzano *Cydia pomonella* que ocasiona pérdidas que van del 3 al 36 por ciento aun y con la aplicación de los insecticidas. En la región ya se utiliza un método de pronóstico con base en unidades calor para las aspersiones de insecticidas, sin embargo faltan estudios locales para adaptar dicho método en donde se considere todos los eventos fenológicos de la plaga y el cultivo como la inducción y el rompimiento de la diapausa los cuales no se han considerado para fines de control. Por lo tanto en el presente estudio se consideró el precisar los eventos importantes de la inducción y rompimiento de la diapausa y su asociación con la fenología del manzano.

La investigación se llevó a cabo en la región de Canatlán Durango en dos huertas diferentes, en la primera se llevaron a cabo los estudios de la plaga y se utilizó una huerta plantada con el cultivar Red Delicious de 23 años de edad. Se colocaron bandas de cartón corrugado de 10 centímetros de ancho en los troncos de 100 árboles, las que se revisaron y cambiaron semanalmente a partir

del 30 de julio de 1993 y hasta el 4 de octubre del mismo año. Con las larvas y pupas que arribaron a las bandas se tomaron las variables de inducción a diapausa, adultos de tercera generación o suicidas, la mortalidad de larvas y pupas, la relación de sexos y el rompimiento de la diapausa al siguiente año. Para 1994 se seleccionó la segunda huerta con 23 años de edad y manejo técnico uniforme, en ésta se marcaron dos ramas de seis árboles de los cultivares Red Delicious, Golden Delicious y Perón. Se tomaron las variables fenológicas de los cultivares como días a desarrollo de yemas fructíferas la que inició a partir de punta plateada y hasta tener frutos de 1 cm de diámetro. De la misma manera quincenalmente se midió con un vernier el diámetro ecuatorial del fruto para conocer su desarrollo hasta la cosecha.

Los resultados obtenidos indican que las larvas arribaron a las bandas de cartón del 30 de julio al 4 de octubre; la inducción a diapausa inició el 13 de agosto con un fotoperíodo de 13.1 y finalizó el 4 de octubre a las 11.9 horas luz; la población suicida se observa en mayor abundancia entre el 20 y 28 de agosto para la emergencia en jaulas y entre el 17 y 24 de septiembre para las capturas en las trampas con feromona sexual. La mortalidad de larvas y pupas durante el experimento ascendió al 42.1 por ciento. El rompimiento de la diapausa inició el 8 de enero y terminó el 30 de abril con un fotoperíodo de 10.8 a 13.2 horas luz; la proporción de sexos fue de 61.8 y 38.2 por ciento para hembras y machos respectivamente. El arribo de las larvas a las bandas inician un mes antes de la cosecha, el rompimiento de diapausa inicia cuando el árbol se encuentra en

descanso fisiológico, en la etapa de punta plateada inicia el incremento del cambio de larva a pupa el cual alcanza la máxima actividad en la etapa fenológica de racimos cerrados, al llegar a la etapa de caída de pétalos finaliza el proceso de rompimiento de diapausa.

## LITERATURA CITADA

- Andrewartha, H.G., and L.C. Birch. 1973. The history of insect ecology. In History of Entomology. De. R. F. Smith. T.E. Mittler, C.N. Smith. 229-66. Palo Alto, Calif: Annual Reviews.
- Barrón, C.J. L., Valdés, G.M.J. y Reyes, B.E. 1987. Control de plagas del manzano en la región de Canatlán, Durango. SARH-INIFAP, Folleto Técnico Núm.1. Durango, Mex.
- Brown, G.C., A. Berryman and T. P. Bogyo . 1979. Density-Dependent Induction of Diapause in the Codling Moth, *Laspeyresia pomonella* (Lepidoptera: Olethreutidae). Winnipeg, Manitoba. Can. Ent. 111: 431-433.
- Brown, J. J. 1985. Influence of Methoprene, Low Temperature, and Starvation on the Incidence of Diapause in the Colding Moth Lepidoptera: Tortricidae: Olethreutinae). Palo Alto, Calif. Ann. Entomol. Soc. Am. 75 (39): 316-321.
- Bultitude, J. 1989. Apples. A guide to the identificación of international varieties. McMillan Reference Books. p. 5-6. New Brunswick, New Jersey.
- Castillo, M., B. 1984. El cultivo del manzano en la República Mexicana. Monografía Bibliográfica. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 193 p.
- Causse, R. 1976. Cocooning sites and winter survival of nature larvae of *Laspeyresia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) in Modern Apple Orchards of the Lower Rhone Valley. Denver, Colorado. Ann. Zool. Ecol. Anim. 3(1): 83-101.
- Chapman, R.F. 1971. The insects: Structure and Function. 2nd. Ed. EISEVIER, N.Y. p. 717-731.
- Danilevsky, A. S., N. Y. Goryshin and V. P. Tyshchenko. 1970. Biological Rhythms in Terrestrial Arthropods. Palo Alto, Calif. Ann. Rev. Entomol. 15: 201-244.
- Daly, H.V., J. T. Doyen and P. R. Ehrlich. 1978. Introduction to Insect Biology and Diversity. Mc. Grow-Hill Book Washington D. C.Co. p. 450-452.
- Deseo, K.V. 1973. Reproductive Activity of codling. Moth *Laspyresia pomonella* L. (Lepidoptera: Torticidae) Exposed to short photophase during preimaginal

- state. Knoxville, Tennessee. Acta. Phytopathol. Acad. Sci. Hung. 8 (12): 193-206.
- Dickson, R.C. 1949. Factors Governing the Induction of Diapause in the Oriental Fruit Moth. Ann. Entomol. Soc. Am. Palo Alto, Calif. 42: 511-537.
- Dickson, R. C. , M. M. Barnes and C. L. Turzan. 1952. Continuous rearing of the codling moth, Austin, Tx. J. Econ. Entomol. 45(1): 66-68.
- Eaton, G. W. 1990. Fruit Varieties Journal Tallahassee Fl. 44(2): 98-99.
- Fuller, H. J. y Ritchie, D. D. 1982. Botánica General. De. CECOSA. México pp 272.
- García, S.C. 1980. Método de combate de la palomilla del manzano mediante un sistema de pronóstico de daño basado en la relación fenológica Manzano-Palomilla. Informe de Entomología. CAESICH-CIAN-INIA. Cuauhtémoc, Chih.
- Hansen, L. D. and R. F. Harwood. 1968. Comparisons of Diapause and Nondiapause Larvae of the Codling Moth, *Carpocapsa pomonella*. Ann. Entomol. Soc. Am Palo Alto, Calif. 61: 611-617.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1996. Anuario Estadístico del estado de Durango. INEGI- gobierno del estado de Durango.
- Jackson, D. M. 1979. Codling moth. Egg. Distribution on Unmanaged Apple trees. Ann. Entomol. Soc. Am. Palo Alto, Calif. 72: 361-368.
- Labanowsky, G. S. 1981. Spring Emergence of the Codling Moth *Laspeyresia pomonella* (L) and the Possibility of Forecasting It in Central Poland. Ecología Polska. 29 (4): 535-544.
- Metcalf, R. L. y W.P. Flint. 1962. Insectos destructivos e insectos útiles. Sus costumbres y su Control. Cía. De. Continental, S. A. de C. V. México, D. F. 1208 p.
- Minder, I.F., A.V. Ducash and S. Y. Chesmek. 1984. Seasonal changes in the Resistance to cold and the content of glycogen, glycerine, and reducing sugars in the body of overwintering larvae of the codling moth *Laspeyresia pomonella*. Zoologicheskii Zhurnal. 63 (9)1355-1362.
- Peterson, D. M. 1965. A Quick Method for Sex Determination of Codling Moth Pupae. Austin, Tx. J. Econ. Entomol. 58: 576.

- Pfadt, E. R. 1978. Fundamentals of applied. Entomology. 3 th. De. MacMillan publishing Co. Inc. N.Y. P-72-73., 449-483.
- Phillips, P. A. and M. M. Barnes. 1975. Host Race Formation Among Sympatric Apple, Walnut, and Plum Populations of the Codling Moth, *Laspeyresia pomonella*. Ann. Entomol. Soc. Am. Palo, Alto, Calif. 68: 1053-1060.
- Richardson, E. A. Seeley, S.D. and Walker, D. R. 1974. A Model For Estimating the Completion of Rest for "Redhaven" and "Elberta" peach Trees. Oakland, Calif. HortScience 9(4) : 331-332.
- Riedl, H. and B., A. Croft. 1978 The Effects of Photoperiod of the Codling Moth (Lepidoptera: Tortricidae). Winnipeg. Manitoba. Can. Ent. 110:455-470.
- Riedl, H. and W. Loher. 1980. Circadian Control of oviposition in the codling. Moth. *Laspeyresia pomonella* (Lepidoptera: Olethreutidae) Ent. Exp. Appl. 27:38-39. En torrial ver Amsterdam.
- Rodríguez, A.J. 1989. Modelos matemáticos aplicados a la Agricultura. Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa. CIDH-CAADES. P. 71-77. Culiacán, Sin.
- Saringer, G. 1977. Diapause Studies on Codling Moth, *Laspeyresia pomonella* L (Lepidoptera:Tortricidae) Populations of Hungarian and American Origin. Z. Angew. Entomol. 83 (1): 62-69.
- Soroa y Pineda, J. M. 1968. Diccionario de Agricultura. De. Labor, S. A. Madrid. pp 1006.
- Sullivan, W. N., D.K: Hayes and J. Rosenthal. 1970. Delay of Light-Mediated Breaking of Diapause of Codling Moth Larvae Held in Masonite Holders. J Econ. Entomol. Austin, Tx. 63:986-987.
- Tamaro, D. 1984. Tratado de Fruticultura. De. Gustavo Gili, S. A. Barcelona. p. 921.
- Washington State University Pullman. 1975. Extensión circular 369.
- Williams, M.W. 1977. Adverse weahter and fruit thinning chemicals can effect seed content and size of red delicious apples-what can growers do about it?. Proc. wash state hortic. Oakland, California. Assoc. 73: 157-161.
- Williams, D. G. and G. McDonald. 1982. The Duration and Number of the Inmature Stages of Codling Moth, *Cydia pomonella*. (L) (Tortricidae: Lepidoptera). Palo Alto Calif. Ann. Entomol. Soc. Am. 68 (5) : 859-862.

A P E N D I C E

Cuadro A.1. Datos de campo para el proceso de inducción a diapausa durante 1993 en Canatlán, Dgo.

Fechas de arribo	No. Total de individuos que arriban	No. de individuos que entran a Diapausa	%. De individuos que entran a Diapausa	No. De individuos que cambian a pupa	%. De Individuos que cambian a pupa	No. de larvas muertas	%. De larvas muertas
30 Jul	18	0	0	16	88.8	2	11.1
6 Ago	8	0	0	8	100.0	0	0.0
13 Ago	47	12	25.5	24	51.0	11	23.4
20 Ago	27	9	33.3	13	48.1	4	14.8
28 Ago	23	10	43.4	13	56.5	0	0.0
3 Sep	48	18	37.5	12	25.0	18	37.5
11 Sep	50	33	66.0	7	14.0	10	20.0
17 Sep	18	14	77.7	3	16.6	1	5.5
24 Sep	32	28	87.5	2	6.25	3	9.3
4 Oct	21	17	80.9	0	0	4	19.0
Total	292	141		98			

Cuadro A.2. Capturas semanales de palomilla del manzano mediante trampa con feromona sexual en Canatlán, Durango.

MES	SEMANA	PALOMILLAS	
		1993	1994
Abril	1	1	3
	2	3	12
	3	1	37
	4	14	30
Mayo	1	12	34
	2	3	18
	3	2	10
	4	4	3
Junio	1	2	2
	2	2	9
	3	17	13
	4	21	7
Julio	1	15	9
	2	4	5
	3	4	4
	4	7	3
Agosto	1	2	2
	2	3	1
	3	0	0
	4	1	0
Septiembre	1	0	
	2	0	
	3	6	
	4	0	
Octubre	1	0	
	2	1	
	3	2	
	4	1	
<b>Total</b>		<b>128</b>	<b>202</b>

Cuadro A.3. Temperaturas máximas y mínimas al abrigo en Canatlán, Durango durante 1993.

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
24	-3	18	6	25	5	26	-2	26	2	32	8
21	5	21	-4	20	8	28	2	26	4	32	10
22	1	21	-3	20	-6	26	4	27	4	33	12
21	2	21	-2	22	-6	26	2	28	3	32	10
19	2	23	-3	24	-5	25	-5	28	5	33	9
19	8	21	1	18	-5	26	0	29	0	33	12
18	-2	17	-2	18	-1	27	-3	29	4	33	8
21	-4	21	-2	20	-4	25	-1	28	2	31	8
21	8	22	-2	22	-3	24	-2	30	4	31	7
23	-3	19	-4	23	-1	25	-1	31	7	31	7
22	-2	18	-7	25	-2	29	-1	28	4	31	7
22	-1	22	-6	26	-1	28	-5	27	13	30	8
22	4	25	-4	21	-3	28	5	21	3	31	8
25	-1	27	-5	21	-3	26	8	24	3	30	10
23	-2	25	5	27	-1	22	-5	25	5	29	13
22	-2	23	-6	25	1	24	5	27	4	27	12
23	3	21	-3	26	-5	26	5	29	2	27	13
23	2	28	5	22	2	24	-1	31	3	28	10
24	-1	28	0	28	6	27	6	30	8	30	13
22	-1	27	1	28	2	27	7	32	5	30	14
18	-6	26	1	26	3	23	7	31	7	30	10
21	-4	27	-2	24	-3	26	4	28	7	30	14
24	-3	26	-1	26	1	28	5	30	7	30	12
25	-3	24	0	25	-1	28	11	28	3	30	14
22	-1	24	3	26	-1	27	5	28	10	28	13
19	-1	22	-1	27	0	28	8	26	11	23	13
15	2	26	0	25	0	29	10	25	4	24	12
9	6	22	3	26	0	30	10	28	9	22	14
17	-4			28	0	31	8	26	8	23	13
17	-2			25	6	29	12	30	12	26	14
11	2			24	-2			31	10		

Cuadro A.3. ....continuación

JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
25	16	27	14	24	13	23	5	21	-1	26	-1
25	13	27	14	25	14	25	8	23	3	27	0
28	14	27	11	29	14	25	7	18	4	24	-5
27	14	28	12	24	12	24	7	17	9	24	-5
28	14	28	12	25	11	23	9	17	7	20	3
28	12	28	11	30	13	25	6	23	3	22	1
27	12	27	11	26	13	26	7	22	3	24	-2
25	14	29	10	23	15	25	6	25	6	25	-2
26	15	29	9	27	12	26	7	21	3	22	-1
25	13	28	10	26	12	27	9	25	3	25	0
23	13	27	11	21	12	28	6	24	4	22	-5
25	11	28	9	25	12	27	6	25	7	25	1
27	12	28	9	23	13	29	5	29	0	24	-5
25	14	28	8	20	7	28	4	22	8	22	-4
27	12	29	9	23	11	28	7	23	1	25	-1
24	12	29	11	25	11	27	8	24	0	24	-3
26	14	29	11	24	9	28	7	26	0	23	-5
27	14	24	11	26	10	28	6	25	1	23	-4
24	14	28	12	27	12	27	2	27	0	25	-3
24	13	28	9	26	10	28	5	27	0	25	1
24	14	29	13	24	14	22	1	29	-2	24	4
28	14	24	13	20	14	19	2	24	-1	22	5
27	13	25	14	21	12	21	1	27	-3	23	-1
27	11	24	14	24	9	24	1	27	7	22	1
28	13	22	13	25	8	25	2	28	0	15	2
27	14	25	14	27	12	26	0	27	-3	18	-8
27	12	24	13	22	13	18	4	24	-3	21	0
28	13	24	9	16	7	16	6	19	-5	23	-3
27	13	26	8	20	11	23	4	24	-4	21	-2
28	15	26	10	22	5	23	-1	25	-2	15	4
27	14	27	14			30	-3			14	-2

Cuadro A.5. ....continuation.

20	11.0	11.6	12.3	13.0	13.6	13.8	13.5	12.9	12.2	11.5	10.9	10.7
21	11.0	11.6	12.3	13.0	13.6	13.8	13.5	12.9	12.2	11.5	10.9	10.7
22	11.0	11.7	12.3	13.0	13.6	13.8	13.5	12.9	12.2	11.5	10.9	10.7
23	11.0	11.7	12.3	13.1	13.6	13.8	13.5	12.9	12.2	11.5	10.9	10.7
24	11.1	11.7	12.4	13.1	13.6	13.8	13.5	12.9	12.1	11.5	10.9	10.7
25	11.1	11.7	12.4	13.1	13.6	13.8	13.5	12.8	12.1	11.4	10.9	10.7
26	11.1	11.8	12.4	13.1	13.6	13.8	13.4	12.8	12.1	11.4	10.9	10.7
27	11.1	11.8	12.4	13.1	13.6	13.8	13.4	12.8	12.1	11.4	10.9	10.7
28	11.1	11.8	12.5	13.2	13.7	13.7	13.4	12.8	12.0	11.4	10.8	10.8
29	11.2		12.5	13.2	13.7	13.7	13.4	12.7	12.0	11.3	10.8	10.8
30	11.2		12.5	13.2	13.7	13.7	13.4	12.7	12.0	11.3		10.8
31	11.2		12.5	-	13.7	-	13.3	12.7		11.3		10.8

Cuadro A.5. Fotoperiodo para la región de Canatlán, Durango.

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	10.8	11.2	11.8	12.6	13.2	13.7	13.7	13.3	12.7	12.0	11.3	10.8
2	10.8	11.2	11.8	12.6	13.2	13.7	13.7	13.3	12.7	12.0	11.3	10.8
3	10.8	11.2	11.9	12.6	13.3	13.7	13.7	13.3	12.6	11.9	11.2	10.8
4	10.8	11.3	11.9	12.6	13.3	13.7	13.7	13.3	12.6	11.9	11.2	10.8
5	10.8	11.3	11.9	12.7	13.3	13.7	13.7	13.3	12.6	11.9	11.2	10.8
6	10.8	11.3	11.9	12.7	13.3	13.7	13.7	13.2	12.6	11.9	11.2	10.8
7	10.8	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7	13.7	13.2	12.5	11.8	11.2	10.8
8	10.8	11.4	12.0	12.7	13.4	13.7	13.7	13.2	12.5	11.8	11.2	10.8
9	10.9	11.4	12.0	12.7	13.4	13.7	13.7	13.2	12.5	11.8	11.1	10.8
10	10.9	11.4	12.0	12.8	13.4	13.8	13.7	13.2	12.5	11.8	11.1	10.8
11	10.9	11.4	12.1	12.8	13.4	13.8	13.6	13.1	12.4	11.7	11.1	10.7
12	10.9	11.4	12.1	12.8	13.4	13.8	13.6	13.1	12.4	11.7	11.1	10.7
13	10.9	11.5	12.1	12.8	13.4	13.8	13.6	13.1	12.4	11.7	11.1	10.7
14	10.9	11.5	12.1	12.9	13.5	13.8	13.6	13.1	12.4	11.7	11.0	10.7
15	10.9	11.5	12.2	12.9	13.5	13.8	13.6	13.1	12.4	11.7	11.0	10.7
16	10.9	11.5	12.2	12.9	13.5	13.8	13.6	13.0	12.3	11.6	11.0	10.7
17	11.0	11.5	12.2	12.9	13.5	13.8	13.6	13.0	12.3	11.6	11.0	10.7
18	11.0	11.6	12.2	13.0	13.5	13.8	13.6	13.0	12.3	11.6	11.0	10.7
19	11.0	11.6	12.3	13.0	13.5	13.8	13.5	13.0	12.3	11.6	11.0	10.7

Cuadro A.4. Datos transformados para el proceso de inducción a diapausa durante 1993 en Canatlán, Dgo.

Fechas de arribo	Arribos totales (prepupas y pupas)	No. de individuos que cambia a pupa	No. De individuos que quedan como Larvas		No. De individuos muertos		No. de emergencias	
			Larvas	%	Larvas	Pupas	Hembras	Machos
30 Jul	18	16	0	0	2	7	6	3
6 Ago	8	8	0	0	0	4	3	1
13 Ago	47	24	12	8.5	11	10	8	6
20 Ago	27	13	9	14.8	4	3	7	4
28 Ago	23	13	10	21.9	0	1	9	3
3 Sep	48	12	18	34.6	18	4	3	5
11 Sep	50	7	33	58.00	10	2	3	2
17 Sep	18	3	14	67.9	1	0	1	2
24 Sep	32	2	28	87.7	3	1	0	0
4 Oct	21	0	17	100	4	0	0	0
Total	292	98	141		53	32	40	26
%	100	33.5	48.28		18.1	10.95		22.6