

IDENTIFICACIÓN DE INSTARES LARVALES DE *Comadia redtenbacheri* (HAMM) (LEPIDOPTERA: COSSIDAE)

IDENTIFICATION OF LARVAL INSTARS OF *Comadia redtenbacheri* (HAMM) (LEPIDOPTERA: COSSIDAE)

Rubén A. Hernández-Livera¹, Celina Llanderal-Cazáres¹, Luis E. Castillo-Márquez²,
Jorge Valdez-Carrasco¹ y Ramón Nieto-Hernández¹

¹Entomología y Acarología. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. (slyengel@hotmail.com) (lcelina@colpos.mx) (jvaldez@colpos.mx) (rnieto@colpos.mx). ²Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 56230 Chapingo, Estado de México.

RESUMEN

El gusano rojo del maguey *Comadia redtenbacheri* Hamm, es apreciado por algunos consumidores como alimento, y le da valor agregado al mezcal embotellado. El reconocimiento de los instares larvales es importante para un mejor manejo del recurso, ya que no se cuenta con un criterio para seleccionar las larvas totalmente desarrolladas para ser utilizadas como pie de cría o para su comercialización. Se identificaron los instares larvales utilizando como variable la anchura de la cápsula cefálica, mediante un sistema de análisis computarizado de imágenes y la aplicación de un análisis discriminante y de una prueba de traslazo. Fue posible separar siete subpoblaciones, que representan a cada uno de los instares larvales de esta especie. El coeficiente de incremento (r) tuvo un valor promedio de 0.712 mm, con una progresión regular en instares sucesivos.

Palabras clave: Gusano rojo, maguey, medición de cápsula cefálica, regla de Dyar.

INTRODUCCIÓN

El gusano rojo del maguey *Comadia redtenbacheri* (Hamm) tiene gran demanda en la industria mezcalera de exportación ya que, por ejemplo, el mercado chino solicita que esta bebida tenga 20 gusanos por botella (Encabo, 2000). Como alimento es apreciado por algunos consumidores nacionales y extranjeros, quienes llegan a pagar alrededor de 40 US Dlls por un platillo de gusano rojo (Conconi, 1993)³. El valor nutricional de la larva es superior al de la carne de pollo, res y cerdo (Ramos y Pino, 1989), ya que contiene 58.3% de proteínas y 30.1% de grasas (Granados, 1993). El consumo de este insecto ha adquirido importancia

Recibido: Agosto, 2004. Aprobado: Junio, 2005.

Publicado como ENSAYO en *Agrociencia* 39: 539-544. 2005.

³ Conconi E., M. 1993. Estudio comparativo de 42 especies de insectos comestibles con alimentos convencionales en sus valores nutritivos, calóricos, proteínicos y de aminoácidos, haciendo énfasis en la aportación de aminoácidos esenciales y su papel en el metabolismo humano. Tesis Profesional. UNAM, México. 71 p.

ABSTRACT

The agave red worm *Comadia redtenbacheri* Hamm is valued by some consumers as food, and it adds value to bottled mescal. Recognition of the larval instars is important for a better management of this resource, since there is no criterion for the selection of totally developed larvae to be used as rearing stock or for commercialization. Larval instars were identified using head capsule width as the variable, by means of a system of computerized analysis of images; and the application of discriminant analysis and an overlap test. It was possible to separate seven subpopulations, which represent each one of the larval instars of this species. The coefficient of increase (r) had an average value of 0.712 mm, with a regular progression in successive instars.

Key words: Red worm, agave, head capsule measurement, Dyar's rule.

INTRODUCTION

The agave red worm *Comadia redtenbacheri* (Hamm) is greatly demanded in the export mescal industry since, for example, the Chinese market demands that this drink have 20 worms per bottle (Encabo, 2000). As food, it is valued by domestic and foreign consumers, who pay around 40 US dollars per dish of red worm (Conconi, 1993)³. The nutritional value of the larvae is higher than that of chicken, beef and pork (Ramos and Pino, 1989); it contains 58.3% protein and 30.1% fat (Granados, 1993). The consumption of this insect has acquired importance recently in Japan, the United States and some European countries (Encabo, 2000).

The precise identification of the larval instars requires basic entomological studies to define maturity of the wild larva populations, to determine which larvae are mature in order to control quality in the process of its future

reciente en Japón, Estados Unidos y algunos países de Europa (Encabo, 2000).

La identificación precisa de los instares larvales requiere estudios básicos de entomología que permitan definir la madurez de larvas de poblaciones silvestres, saber cuáles son las larvas maduras para tener un control de calidad en el proceso de su eventual reproducción comercial para industrias de alimentos y licores, y para hacer un uso más adecuado del recurso, ya que el procedimiento típico de recolección consiste en localizar las plantas infestadas para extraer todas las larvas, incluyendo las que no han completado su desarrollo (Granados, 1993). Esto significa pérdidas para el recolector, pues son larvas sin valor comercial, además de que si permanecieran en la planta de maguey permitirían la emergencia de adultos para la repoblación natural.

La regla de Dyar parte de la base de que una área esclerosada del cuerpo de un insecto, como la cápsula cefálica, permanece más o menos constante durante un mismo instar, con una progresión geométrica regular de una muda a otra. Esta conclusión resultó del análisis de 28 especies de Lepidoptera, mediante la cual es posible pronosticar matemáticamente el número de instares larvales de especies de lepidópteros y compararlos con el número de instares reales (Chapman, 1998).

El concepto de regularidad del ancho de la cápsula cefálica se ajusta perfectamente (Linares, 1987) para cada uno de los seis instares de *Diatraea saccharalis* (Fabricius). Fernández y Álvarez (1988), al aplicar la regla de Dyar en *Plutella xylostella* (L.), demostraron que los valores promedio del ancho de las cápsulas cefálicas siguieron también una progresión regular en instares sucesivos.

Llanderal (1993) determinó, por medición de la anchura de la cápsula cefálica, que la palomilla de la papa *Phthorimea operculella*, presenta cuatro instares larvales. La distribución de frecuencias de la variable mostró que no hay superposición de los valores que separan los límites de cada instar y que la población de la palomilla fue homogénea en cuanto al número de instares larvales. Gunasena *et al.* (1989) reconocieron la influencia del alimento en el desarrollo larval de *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: noctuidae), especie en la que observaron cinco y seis instares.

Muchos estudios concuerdan con el concepto de Dyar, pero algunos resultados no se ajustan a él, como lo reportan García y Haro (1987) para larvas de *Zeuzera pyrina* (L.) (Lepidoptera: Cossidae).

El objetivo de este trabajo fue identificar el número de instares larvales del gusano rojo del maguey, mediante la medición de la anchura de las cápsulas cefálicas. Esta información permitirá la selección óptima de las larvas para lograr un mejor control de calidad como pie de cría y para su comercialización.

commercial reproduction for the food and liquor industries, and for a more appropriate use of the resource, since the typical procedure of collecting consists in localizing the infested plants to extract all of the larvae, including those that have not yet completed their development (Granados, 1993). This means losses for the collector since these larvae have no commercial value, and if they were left on the agave plant they would be able to emerge into adults for natural repopulation.

Dyar's rule parts from the basis that a sclerotized area of the insect body, such as the head capsule, remains more or less constant during a single instar, with a regular geometric progression from one molt to the next. This conclusion was reached from the analysis of 28 species of Lepidoptera and made it possible to predict mathematically the number of larval instars of Lepidoptera species and compare them with the number of real instars (Chapman, 1998).

The concept of regularity of the head capsule width adjusts perfectly (Linares, 1987) for each of the six instars of *Diatraea saccharalis* (Fabricius). Fernández and Álvarez (1988), applying Dyar's rule to *Plutella xylostella* (L.), demonstrated that the average values of the width of the head capsules also followed a regular progression in successive instars.

By measuring the head capsule width, Llanderal (1993) determined that the potato moth *Phthorimea operculella*, has four larval instars. The distribution of frequencies of the variable showed that there is no overlapping of the values that delimit the boundaries of each instar, and that the moth population was homogeneous in terms of the number of larval instars. Gunasena *et al.* (1989) recognized food influence on the larval development of *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: noctuidae), species in which they observed five and six instars.

Many studies coincide with Dyar's rule, but some of the results do not fit to it, as reported by García and Haro (1987) for *Zeuzera pyrina* (L.) (Lepidoptera: Cossidae) larvae.

The objective of this study was to identify the number of larval instars of the agave red worm, using head capsules width. This information will permit optimum selection of the larvae to achieve better quality control for rearing stock and commercialization.

MATERIALS AND METHODS

Biological material

In October 11, 2001, 270 agave red worms were acquired in San Miguel Xolco, municipality of Otumba, State of México, located at 2400 m above sea level. The individuals were medium to large, with the range in size that is characteristic of the larvae sold by the collectors

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del material biológico

El 11 de octubre de 2001 se adquirieron 270 larvas de gusano rojo del maguey en San Miguel Xolco, municipio de Otumba, Estado de México, ubicado a 2400 m de altitud. Los individuos eran de tamaño mediano a grande y presentaban el intervalo de tamaño característico de las larvas que son vendidas por los recolectores de la región a los consumidores, las cuales se separaron visualmente por tamaños similares, considerando 30 ejemplares por grupo, formando nueve muestras. Además, se obtuvieron 67 larvas pequeñas de la eclosión de huevos depositados por adultos procedentes de pupas mantenidas en el laboratorio de Fisiología de Insectos del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. Después de la eclosión, las larvas se confinaron en cajas Petri que contenían trozos pequeños de cogollo de plantas de maguey (*Agave salmiana* Salm-Dick) como alimento. Periódicamente se revisaba el material para recolectar las exuvias dejadas por las larvas, de las cuales se obtuvieron las cápsulas cefálicas de los tres primeros instares. Para los demás instares se supuso que estaban representados dentro de los ejemplares del material comercial.

Preparación de las cápsulas cefálicas

Éstas se sumergieron en agua caliente durante 3 min, se sacaron y se sacudieron para eliminar el agua y enseguida se fijaron en alcohol 70% durante 3 d; después la cabeza se separó del cuerpo para poder colocarla en vista frontal en una caja Petri con parafina durante su análisis. Las cápsulas cefálicas se conservaron en alcohol al 70%.

Medición de las cápsulas cefálicas

Se registró la anchura de 337 cápsulas cefálicas usando el método de medición por análisis computarizado de imágenes. Las imágenes de las cápsulas cefálicas fueron obtenidas en un fotomicroscopio Carl Zeiss Tessovar, con una cámara digital Pixera Professional. A cada una de las 337 imágenes se le asignó un número de muestra progresivo. Las imágenes se archivaron en formato JPG⁴. De la misma forma, se capturó la imagen de la reglilla de un micrómetro graduado en centésimas de milímetro, para calibrar el analizador de imágenes.

Para medir las imágenes de las cápsulas cefálicas se usó el programa Image Tool 3.0 (Wilcox *et al.*, 2002). Con la imagen de la reglilla micrométrica se calibró el programa y se utilizó la micra como unidad de medida. De cada imagen se obtuvo la dimensión de su anchura, ordenándola de acuerdo con su número de muestra, para ubicar la imagen del mismo ejemplar cuando fuera necesario. La medición de la anchura se tomó uniendo los puntos más externos de los bordes laterales de cada cápsula (genas) con la línea de las herramientas de medición del programa.

of the region to consumers. The larvae were separated by sight into groups of similar size; 30 specimens per group formed 9 samples. Also, 67 small larvae were obtained from eclosion of eggs deposited by adults that emerged from pupae kept in the Insect Physiology laboratory of the Colegio de Postgraduados, Montecillo, State of Mexico. After eclosion, the larvae were kept in Petri dishes that contained small pieces of agave (*Agave salmiana* Salm-Dick) stem as food. Periodically, the material was checked to collect the exuviae left by the larvae, from which the head capsules of the first three instars were obtained. For the rest of the instars, it was assumed that they were represented in the commercially acquired material.

Preparation of the head capsules

The head capsules were submerged in hot water for 3 min; then removed and shaken to eliminate water, and immediately fixed in 70% alcohol for 3 d. Later the head was separated from the body and placed in frontal view in a Petri dish with paraffin during analysis. The head capsules were conserved in 70% alcohol.

Measurement of the head capsules

The width of 337 head capsules was recorded using the method of measurement by computerized image analysis. The images of the head capsules were obtained in a photomicroscope Carl Zeiss Tessovar with a digital Pixera Professional camera. A progressive sample number was assigned to each of the 337 images. The images were saved in JPG⁴ format. In the same way, the image of the one micrometer ruler graduated into hundredths of a millimeter was captured to calibrate the image analyzer.

To measure the images of the head capsules, the software Image Tool 3.0 (Wilcox *et al.*, 2002) was used. With the image of the micrometric ruler, the software was calibrated and the micra was used as the unit of measurement. From each image width was obtained and ordered by its sample number to locate the image of the same specimen when necessary. The measurement of width was taken by joining the extreme points of the lateral edges of each capsule (genae) with a line integrated in the measurement tools of the software.

Statistical analysis

The data obtained from the measurements were classified in simple frequency tables, placing the class marks on the x-axis and class frequency on the y-axis. The data were graphed on a frequency distribution diagram to define the groups of observations corresponding to each of the instars. With the assumption that each instar fits a normal distribution, the parameters were estimated (SAS, 1995).

On the basis of the data obtained and using the graphic analysis, a discriminant analysis (SAS, 1995) was performed, which allows to separate two or more groups defined *a priori* minimizing the probability of erroneous classification. The procedure consist in

⁴ Joint Photographic Expert Group.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las mediciones se clasificaron en tablas de frecuencias simples, disponiendo las marcas de clase en el eje de las abscisas y las frecuencias de clase en el de las ordenadas. Los datos se graficaron en un diagrama de distribución de frecuencias, para definir los grupos de observaciones correspondientes a cada uno de los instares. Con el supuesto de que cada instar se ajusta a una distribución normal, se estimaron los parámetros (SAS, 1995).

Con base en los datos obtenidos mediante el análisis gráfico, se hizo un análisis discriminante (SAS, 1995) que permite separar dos o más grupos definidos a priori, de modo que se minimice la probabilidad de una clasificación errónea. El procedimiento consiste en asignar a cada individuo u objeto de la muestra un valor que esencialmente es un promedio ponderado de los valores de los individuos u objetos en el conjunto de variables independientes. Una vez que se determina tal valor, puede ser transformado a una probabilidad *a posteriori*, que define la probabilidad de que un individuo u objeto pertenezca a cada uno de los grupos.

También se calcularon las probabilidades de traslapo, para definir los límites mínimo y máximo de cada grupo. Las variables que se requieren para una separación óptima de los grupos se calculan con el supuesto de que la distribución de la cápsula cefálica para cada instar es normal, y que la distribución observada es la suma de las distribuciones normales individuales (Got, 1988; Logan, 1998).

Finalmente se aplicó la regla de Dyar (Taylor, 1931) para obtener la tasa promedio de incremento y los valores esperados de los tamaños de cápsula cefálica (tc) para los diferentes instares de larvas de *C. redtenbacheri* Hamm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Graficando los valores de las marcas de clase de las anchuras de las cápsulas cefálicas en el eje de las abscisas y las frecuencias de clase en el eje de las ordenadas, de los 337 ejemplares, se obtuvo una curva multimodal en la que se supuso que los diferentes máximos observados corresponden a distribuciones normales con media μ y varianza σ^2 . Se observan siete distribuciones, lo que sugiere que en *C. redtenbacheri* se presentan siete instares (Figura 1).

La agrupación de los valores en frecuencias permitió definir los límites de clase ($p=0.05$) correspondientes a la primera aproximación de la identificación de instares larvales de *C. redtenbacheri* (Cuadro 1), que sólo incluyó 86 ejemplares del total de 337, porque el método empleado discrimina a los individuos menos representativos de cada clase.

Los datos del Cuadro 1 sirvieron como base para obtener los límites del análisis discriminante, de manera que se obtuvieron los valores del Cuadro 2 para 119 individuos del total, los cuales muestran un ajuste de los rangos de los límites de clase, sobre todo para el

asignando a cada individuo o objeto de la muestra a un valor que es esencialmente un promedio ponderado de los valores de los individuos u objetos en el set de variables independientes. Una vez que este valor es determinado, puede ser transformado en una probabilidad *a posteriori* que define la probabilidad de que un individuo u objeto pertenece a un grupo dado.

Además, se calcularon las probabilidades de solapamiento para definir los límites mínimo y máximo de cada grupo. Las variables requeridas para la separación óptima de los grupos se calculan con el supuesto de que la distribución de la anchura de la cápsula cefálica para cada instar es normal y que la distribución observada es la suma de las distribuciones normales individuales (Got, 1988; Logan, 1998).

Finalmente, se aplicó la regla de Dyar (Taylor, 1931) para obtener la tasa promedio de incremento y los valores esperados de los tamaños de cápsula cefálica (tc) para los diferentes instares de *C. redtenbacheri* Hamm.

RESULTS AND DISCUSSION

By graphing the class mark values of the head capsule width of the 337 specimens on the x-axis and the class frequencies on the y-axis, a multimodal curve was obtained in which it was assumed that the different observed maximums fit a normal distribution with μ mean and σ^2 variance. Seven distributions are observed, suggesting that *C. redtenbacheri* has seven instars (Figure 1).

Grouping the values in frequencies allowed the definition of the class limits ($p=0.05$) corresponding to the first approximation toward the identification of *C. redtenbacheri* larval instars (Table 1), which included only 86 specimens of the 337 total because the used method discriminates the least representative individuals of each class.

The data in Table 1 served as the basis to obtain the limits of the discriminating analysis so as to obtain the values of Table 2 for 119 individuals of the total. These fit the ranges of the class limits, especially for the second instar. It is important to consider that the capsules of the first three instars measured were obtained from the corresponding exuviae.

With the test for overlap (Logan, 1988), the class limits in Table 3 were obtained. Table 3 includes the 337 measured specimens and defines precisely the minimum and maximum values to be used in practice for the definition of instars.

To verify Dyar's rule, the average increase rate of the head capsule width was calculated, and with it, the expected values for each instar (Table 4). Average increase rate was 0.69, with rates varying from 0.61 to 0.74 between instars. Progression from one instar to the next is regular, which agrees with reports by Linares (1987) and Fernández and Álvarez (1988) for *D. saccharalis* and *P. xilostella*.

Comparing the difference between observed and expected value in each instar with its respective standard deviation, it is evident that those differences are not

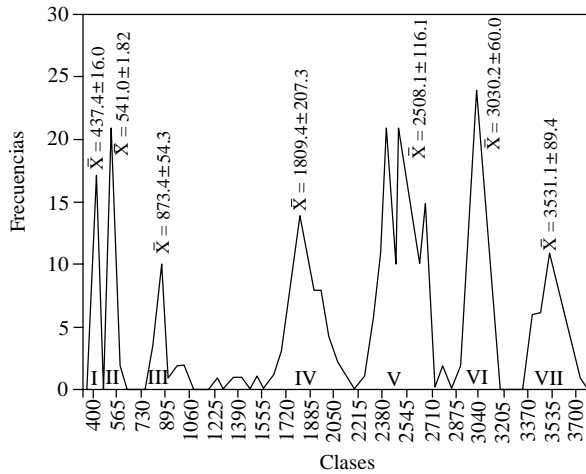


Figura 1. Primera aproximación a la identificación de instares larvales de *C. redtenbacheri* con base en la anchura cefálica (μm).

Figure 1. First approximation toward the identification of *C. redtenbacheri* larval instars on the basis of head capsule width.

segundo instar. Es importante considerar que las cápsulas que se midieron de los tres primeros instares se obtuvieron de las exuvias correspondientes.

Con la prueba de traslape (Logan, 1998) se obtuvieron los límites de clase del Cuadro 3, que incluye a los 337 ejemplares medidos. Estos límites marcan con precisión los valores mínimos y máximos a utilizar para la definición de instares en la práctica.

Para verificar la regla de Dyar se calculó la tasa promedio de incremento del tamaño de cápsula cefálica y, con ella, los valores esperados para cada instar (Cuadro 4). La tasa promedio fue 0.69, con tasas de instar a instar que varían de 0.61 a 0.74. La progresión entre instares es regular, lo que concuerda con lo reportado por Linares (1987) y Fernández y Álvarez (1988) para *D. saccharalis* y *P. xilostella*.

Comparando la diferencia entre valor observado y esperado en cada instar con su desviación estándar respectiva, es evidente que dichas diferencias no son significativas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Dyar (1890) (citado por Chapman, 1998), para 28 especies de lepidópteros.

Lo anterior se comprobó graficando, en escala logarítmica, los valores promedio de anchura de la cápsula cefálica de cada instar, ya que se obtuvo una regresión lineal (Figura 2) con buen ajuste. Cuando los datos no presentan una progresión regular hay indicio de que una muda ha sido pasada por alto (Llenderal, 1993). Sin embargo, los resultados obtenidos contrastan con lo reportado por García y Haro (1987) para *Z. pyrina*, insecto de la misma familia que *C. redtenbacheri*.

Cuadro 1. Límites de clase (μm) de la distribución de frecuencias de las medidas de anchura de las cápsulas cefálicas de larvas de *C. redtenbacheri*, obtenidos mediante el análisis gráfico ($p=0.05$).

Table 1. Class limits (μm) of the frequency distribution of means for *C. redtenbacheri* larvae head capsule width, obtained using graphic analysis ($p=0.05$).

| Instar | Número de ejemplares | Límite inferior | Límite superior |
|--------|----------------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 7 | 429 | 445 |
| 2 | 20 | 533 | 550 |
| 3 | 4 | 859 | 888 |
| 4 | 16 | 1780 | 1838 |
| 5 | 14 | 2487 | 2530 |
| 6 | 18 | 3015 | 3046 |
| 7 | 7 | 3512 | 3550 |

Cuadro 2. Obtención de los límites inferior y superior (μm) de los instares larvales de *Comadia redtenbacheri* mediante el análisis discriminante.

Table 2. Lower and upper limits (μm) of *Comadia redtenbacheri* larval instars using discriminating analysis.

| Instar | Número de ejemplares | Límite inferior | Límite superior |
|--------|----------------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 17 | 421 | 454 |
| 2 | 1 | 789 | 806 |
| 3 | 7 | 852 | 894 |
| 4 | 30 | 1736 | 1882 |
| 5 | 24 | 2469 | 2547 |
| 6 | 29 | 2994 | 3066 |
| 7 | 11 | 3505 | 3558 |

Cuadro 3. Límites inferior y superior ajustados de las medidas (μm) de la anchura de la cápsula cefálica de cada instar larval de *C. redtenbacheri*.

Table 3. Adjusted lower and upper limits of head capsule width means (μm) of each *C. redtenbacheri* larval instar.

| Instar | Número de ejemplares | Límite inferior | Límite superior |
|--------|----------------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 17 | 370 | 504 |
| 2 | 25 | 505 | 819 |
| 3 | 12 | 819 | 961 |
| 4 | 15 | 961 | 1740 |
| 5 | 146 | 1740 | 2670 |
| 6 | 79 | 2670 | 3180 |
| 7 | 43 | 3180 | 3720 |

significant. These results agree with the ones obtained by Dyar (1890) (cited by Chapman, 1998) for 28 species of Lepidoptera.

The above was corroborated also by graphing, in logarithmic scale, the average values of the head capsule width of each instar, since a linear regression (Figure 2) with a good fit was obtained. When there is not a regular

Cuadro 4. Valores observados (media de cada intervalo) y esperados (calculados con la Regla de Dyar) para la anchura (μm) de las cápsulas cefálicas de *C. redtenbacheri*.

Table 4. Observed (mean of each interval) and expected (calculated with Dyar's rule) values for head capsule width (μm) of *C. redtenbacheri*.

| Instar | Número de ejemplares | Límite inferior | Límite superior | Valor observado | Desviación estándar | Valor esperado |
|--------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------|
| I | 17 | 370 | 504 | 437 | 126 | 441 |
| II | 25 | 504 | 819 | 662 | 197 | 643 |
| III | 12 | 819 | 961 | 890 | 130 | 937 |
| IV | 15 | 961 | 1741 | 1351 | 311 | 1365 |
| V | 146 | 1741 | 2670 | 2206 | 341 | 1990 |
| VI | 79 | 2670 | 3180 | 2925 | 253 | 2909 |
| VII | 43 | 3180 | 3720 | 3450 | 259 | 3822 |

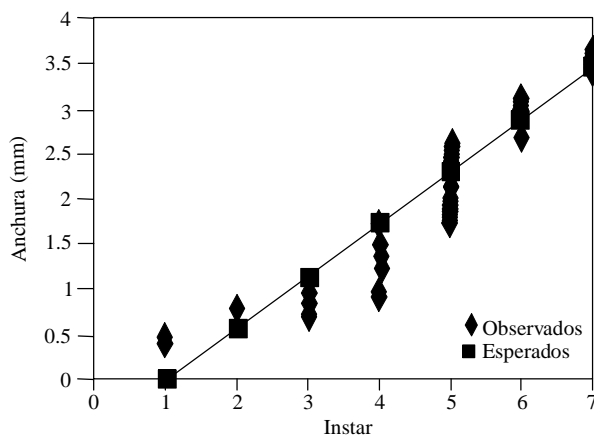


Figura 2. Regresión lineal de los valores promedio de la anchura de la cápsula cefálica para los instares larvales de *C. redtenbacheri*.

Figure 2. Linear regression of the head capsule average values for *C. redtenbacheri* larval instars.

CONCLUSIONES

La larva de *C. redtenbacheri* presentó siete instares larvales bien definidos, con anchuras promedio de la cápsula cefálica de 437, 662, 890, 1351, 2206, 2925 y 3450 μm , del primero al séptimo instar.

La regla de Dyar es aplicable a *C. redtenbacheri* con una tasa promedio de incremento de 0.69.

LITERATURA CITADA

Chapman, R. F. 1998. The Insects Structure and Function. 4th Edition. Cambridge. University Press, England. 374 p.
 Encabo J., E. 2000. Mezcal, bebida de dioses. En línea: <http://www.afuegolento.com/noticias/39firmas/encabo/1610/-44k>.
 Fernández A., S., y C. Álvarez. 1988. Biología de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) polilla del repollo (*Brassica oleraceae* L.) en condiciones de laboratorio. Agronomía Tropical 38: 17-28.
 García P., F., y A. Haro. 1987. Determinación y caracterización de los estadios larvales de *Zeuzera pyrina* (Lepidoptera: Cossidae) en un cultivo de laboratorio. Boletín de la Asociación Española de Entomología. 11: 43-56.

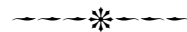
progression in the data, there is evidence that one molt has been ignored (Llanderal, 1993). However, the results obtained contrast with those reported by García and Haro (1987) for *Z. pyrina*, an insect of the same family of *C. redtenbacheri*.

CONCLUSIONS

C. redtenbacheri larvae had seven well-defined larval instars, with average head capsule width of 437, 662, 890, 1351, 2206, 2925 y 3450 μm , from the first to the seventh instar.

Dyar's rule is applicable to *C. redtenbacheri* with an average rate growth of 0.69.

—End of the English version—



Got, B. 1988. Determination of instars of the european corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) based on a distribution model of capsule widths. Ann. Entomol. Soc. Am. 81: 123-131.
 Granados S., D. 1993. Los Agaves en México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 252 p.
 Gunasena, G. H., S. B. Vinson, and H. J. Williams. 1989. Determination of larval instars: Occurrence of supernumerary instars in *Heliothis virescens*. Southwest. Entomol. 14: 83-86.
 Linares F., A. 1987. Influencia de la temperatura en el desarrollo de *Diatrea saccharalis* Fabricius. Caña de Azúcar 5: 43-66.
 Logan, J. A. 1998. General program for determining instar distributions from headcapsule widths: Example analysis of mountain pine beetle (Coleoptera: Scolytidae). Environ. Entomol. 27: 332-340.
 Llanderal C., C. 1993. Definición de instares larvales de *Phthorimaea operculella* por medición de la cápsula cefálica. Agrociencia. Serie Protección Vegetal 4: 179- 186.
 Ramos E., J., y M. J. Pino M. 1989. Los Insectos Comestibles en México Antiguo. Estudio Etnoentomológico. Edit. AGT., S. A. México, D.F. 108 p.
 SAS. 1995. Guide for personal Computers. Version 6.12. Cary, North Carolina, USA. 1028 p.
 Taylor, R. L. 1931. On "Dyar's Rule" and its application to sawfly larval. Annals Entomological Society of America. 34: 451-466.
 Wilcox, C. D., S. B. Dove, W. D. McDavid, and D. B. Greer. 2002. Image tool for Windows Ver 3.0. The University of Texas, Health Science Center, Department of Dental Diagnostic Science, San Antonio, Texas, USA.