

Duración del desarrollo de *Leucoptera Coffeella* (Guer) (Lepidoptera: Lyonetiidae) a temperaturas constantes

E. KONNOROVA Y A. NODARSE

*Estación Biológica Docente de la Facultad de Biología,
Universidad de la Habana, Cuba*

Recibido: 20 de septiembre de 1979

Recibido: 23 de abril de 1981

ABSTRACT. The effect of temperature on the development of *Leucoptera coffeella* (Guer) was studied at constant temperature: 21°, 24°, 27° and 30°C. At 21°C duration the of egg development in days is $7,71 \pm 0,06$; of the larvae $23,35 \pm 0,28$; of the pupae $10,22 \pm 0,25$ and of the generation $41,29 \pm 0,67$; at 24°C $\pm$ of the egg $5,35 \pm 0,55$; of the larvae $13,58 \pm 0,36$; of the pupae $8,04 \pm 0,19$ and of the generation $26,71 \pm 0,58$; at 27°C — of the egg $4,13 \pm 0,03$; of the larvae $11,17 \pm 0,16$; of the pupae $6,11 \pm 0,12$ and of the generation $21,50 \pm 0,26$ at 30°C — of the egg $4,06 \pm 0,04$; of the larvae $10,11 \pm 0,26$; of the pupae $5,38 \pm 0,11$ and of the generation $19,23 \pm 0,41$. The lowest temperature limits of development for the embryonic larval and pupal stage and the generation were found to be 10,5°; 13,1°; 11,4°; 12,6°C respectively. The total of effectives temperature for embryonic development was found to be 68,1°C; for larval development 155,2°C; for the pupal stage 95,3°C and for the generation 309,6°C. Significant differences are present in the duration of the generation development of male and female. At 21°C the female developed in shorter time than the male, and at 30°C in a longer time. These differences were found to be at 21°C in the pupal stage-1,03 days and at 30°C in the larval stage —1,15 days.

RESUMEN. Se estudió la influencia de la temperatura en el desarrollo de la *Leucoptera coffeella* (Guer) a las temperaturas constantes de 21°, 24°, 27° y 30°C. A 21°C la duración del desarrollo en días del huevo fue $7,71 \pm 0,06$; de la larva $23,35 \pm 0,28$; de la pupa $10,22 \pm 0,25$ y de la generación $41,29 \pm 0,67$; a 24°C — del huevo $5,35 \pm 0,55$ de la larva $13,58 \pm 0,36$; de la pupa $8,04 \pm 0,19$ y de la generación $26,71 \pm 0,58$; a 27°C — del huevo $4,13 \pm 0,03$; de la larva $11,17 \pm 0,16$; de la pupa $6,11 \pm 0,12$ y de la generación $21,50 \pm 0,26$; a 30°C — del huevo $4,06 \pm 0,04$; de la larva $10,11 \pm 0,26$, de la pupa $5,38 \pm 0,11$ y de la generación $19,23 \pm 0,41$. Los umbrales inferiores del desarrollo son 10,5°; 13,1°; 11,4° y 12,6° para los estadios embrionario, larval, pupal y la generación respectivamente. Las sumas de temperaturas efectivas para los huevos,

las larvas y la generación del minador son las siguientes: 68,1°; 155,2°; 95,3°; 309,6°C respectivamente. En la duración del desarrollo de la fase de la hembra y del macho se presentaron diferencias significativas a la temperatura de 21°C, desarrollándose la hembra en menor tiempo que el macho y a la temperatura de 30°C en mayor tiempo que el macho; estas diferencias se encontraron a 21°C en el estadio pupal — 1,03 días y a 30°C en el estadio larval — 1,15 días.

INTRODUCCION

La influencia del medio tiene una gran importancia en la vida de los insectos. De la temperatura ambiental depende mucho la abundancia de las poblaciones de los insectos y su conducta. Sin embargo, se ha prestado poca atención al estudio de la influencia de la temperatura sobre la duración del desarrollo en trabajos dedicados específicamente al minador de las hojas del café.

Por lo general, los autores se limitan solamente a señalar la duración del desarrollo de los distintos estadios de *Leucoptera coffeella*, tales datos se pueden encontrar en los trabajos de Cook y Horne (1905), Wolcott (1923), Bruner (1938), Molinary (1959), Martínez (1963) y otros, siendo pocos los autores en cuyos trabajos se encuentren algunos datos de la duración del desarrollo en dependencia de la temperatura.

Da Fonseca en su trabajo (1944) cita estos datos para todos los estadios a una temperatura media del laboratorio de 21°C en las condiciones de Brasil

Pruna y Licor (1973) presentan los resultados de su experiencia efectuada en condiciones de laboratorio, a una temperatura de 26,1°C y Motte (1976) a una temperatura ambiental, ambos para Cuba.

En el trabajo de Katiyar y Ferrer (1968) en Guatemala, podemos encontrar datos sobre la duración del desarrollo a una temperatura constante de 15°, 20°, 25°, 30° y 35°.

En 1969-1971, realizamos una experiencia en condiciones naturales, cuyos resultados fueron publicados (Suris y cols., 1975). En ella se investigó la influencia de los factores ecológicos y la temperatura resultó ser un factor apreciable. Es el objetivo de este trabajo precisar la magnitud de este factor.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se llevaron a cabo en condiciones ambientales creadas artificialmente, empleando 4 temperaturas constantes de 21°, 24°, 27° y 30° con una humedad relativa que oscila entre 70-80%.

Fueron utilizadas veinte plantas en cada uno de los 4 cubículos, y fueron expuestas a la luz durante 12 horas, para lo cual se emplearon 5 lámparas de luz fluorescente de 20 watts.

El minador fue criado en plantas de *Coffea arábica*, var, Caturra.

Las puestas de huevos fueron obtenidas de adultos colectados en el campo, e introducidos en un aislador donde previamente fueron situadas las posturas de cafeto.

Pasadas aproximadamente 14 horas, las plantas infestadas, fueron extraídas del aislador y colocadas en los cubículos con las temperaturas constantes anteriormente indicadas. Se observaron todas las hojas dibujando cada una de ellas en la libreta de trabajo, anotando los huevos encontrados, teniendo en cuenta que su situación correspondiera exactamente a su ubicación sobre las hojas del cafeto.

Al observar que la larva se hallaba en el último instar, las hojas fueron arrancadas de la postura con las mismas y colocadas separadamente en cajas plásticas de 10 × 10 × 8 cm envolviéndole el peciolo con un algodón húmedo y echándole agua diariamente con un gotero. Las cajas fueron rotuladas con el número de la planta y la hoja correspondientes.

Previamente las tapas de las cajas fueron caladas, cubriéndose las aberturas con una tela de malla fina para impedir la salida del adulto a emerger, permitiendo además una aireación adecuada con igual temperatura, humedad y fotoperiodicidad que las aplicadas al cubículo.

Fue establecida una revisión diaria para observar el principio y fin de cada estadio.

Para el análisis del desarrollo embrionario, larval y pupal se utilizó un diseño completamente aleatorizado y en base a los resultados del análisis de varianza se compararon las medias utilizando el test de rango múltiple de Duncan (Steel y Torrie, 1960).

La duración de la generación fue analizada utilizando un modelo factorial, donde los factores considerados fueron: sexos y temperaturas.

Para conocer a que temperatura y en que estadio se hallaba la diferencia en la duración del desarrollo de la generación de la hembra y del macho, se llevó a cabo una comparación de medias "*a priori*" utilizando el test "t" de Student para un nivel de $\alpha = 0,05$.

Basado en los datos sobre la velocidad del desarrollo se estimaron umbrales inferiores mediante los mínimos cuadrados por la ecuación:

$$Y = a \pm bX$$

donde: Y — velocidad del desarrollo

X — umbral de la temperatura

a y b — valores que se obtienen en el transcurso del cálculo.

Las experiencias se realizaron en el insectario de la Estación Biológica Docente de la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana.

RESULTADOS Y DISCUSION

Desarrollo embrionario. La duración del desarrollo embrionario se da en la Tabla I. En ella se ve que a temperatura de 21°C el huevo necesitó como promedio 7,71 días para completar su desarrollo; a 24°C el desarrollo duró como promedio 5,35 días; a temperaturas de 27°C — 4,13 días y 30°C — 4,06 días.

Es evidente que con el aumento de la temperatura ambiental en el intervalo estudiado se acorta la duración del desarrollo del huevo.

El test de rango múltiple de Duncan, mostró que entre todas las medias existían diferencias altamente significativas.

Desarrollo larval. El tiempo que necesitó consumir este estadio para su desarrollo a 21°C es igual a 23,35 días; a 24°C — 13,58 días y a 27°C y 30°C — 11,17 y 10,11 días respectivamente (Tabla II).

Al igual que en el caso del huevo, se presentó la misma regularidad con el aumento de la temperatura, a una disminución de la duración del desarrollo.

La comparación de las cuatro medias mediante el test de Duncan confirmó la existencia de diferencias altamente significativas entre ellas.

TABLA I

Duración media del desarrollo embrionario de Leucoptera coffeella en días a cuatro temperaturas constantes

Temperatura °C	N	$\bar{X} \pm \text{E.S.}$	Resultados del test de rango múltiple de Duncan
21	156	$7,71 \pm 0,06$	a
24	160	$5,35 \pm 0,55$	b
27	90	$4,13 \pm 0,03$	c
30	130	$4,06 \pm 0,04$	d

E.S. = 0,005

$\bar{x}_i - \bar{y}_j$

N — número de individuos
X — duración del desarrollo

TABLA II

Duración media del desarrollo larval de Leucoptera coffeella en días a cuatro temperaturas constantes

Temperatura °C	N	$\bar{X} \pm \text{E.S.}$	Resultados del test de rango múltiple de Duncan
21	70	$23,35 \pm 0,28$	a
24	36	$13,58 \pm 0,36$	b
27	68	$11,17 \pm 0,16$	c
30	61	$10,11 \pm 0,26$	d

E.S. = 0,015

$\bar{x}_i - \bar{y}_j$

N — número de individuos
X — duración del desarrollo

Desarrollo pupal. Analizando el comportamiento de este estadio en relación a las distintas temperaturas se pudo observar una disminución gradual con el aumento de la misma. En la Tabla III se observa que para la temperatura de 21°C la duración del desarrollo de la pupa fue de 10,22 días; a 24°C – 8,04 días; a 27°C – 6,11 días y a 30°C – 5,38 días.

Por medio del test de Duncan se determinó que todas las medias difieren entre sí a un nivel del 1%.

TABLA III

Duración media del desarrollo pupal de Leucoptera coffeella en días a cuatro temperaturas constantes

Temperatura °C	N	$\bar{X} \pm E.S.$	Resultados del test de rango múltiple de Duncan
21	50	10,22 $\pm$ 0,25	a
24	30	8,04 $\pm$ 0,19	b
27	52	6,11 $\pm$ 0,12	c
30	54	5,38 $\pm$ 0,11	d

E.S. = 0,019

N — número de individuos

$\bar{X}$ — duración del desarrollo

$\bar{x}_i - y_j$

Duración de la generación

La generación tenía una duración a las distintas temperaturas de: 41,29 días a 21°C; 26,71 días a 24°C; 21,50 días a 27°C y 19,23 días a 30°C (Tabla IV).

Un análisis de varianza de modelo factorial mostró con un nivel del 1% que existían diferencias y mediante el test de rango múltiple de Duncan se confirmó que todas las medias diferían entre sí, a nivel de 1%.

Además, el modelo factorial utilizado, desechó la idea de la existencia de una interacción entre la temperatura y el sexo. Ambos caracteres resultaron independientes.

TABLA IV

Duración media del desarrollo de la generación de Leucoptera coffeella en días a cuatro temperaturas constantes

Temperatura °C	N	$\bar{X} \pm \text{E.S.}$	Resultados del test de rango múltiple de Duncan
21	49	41,29 $\pm$ 0,67	a
24	30	26,71 $\pm$ 0,58	b
27	51	21,50 $\pm$ 0,26	c
30	49	19,23 $\pm$ 0,41	d

E.S. = 0,016

N — número de individuos
X — duración del desarrollo

$\bar{x}_i - \bar{y}_j$

En la literatura revisada (Katiyar y Ferrer, 1968) aparecen resultados semejantes a los nuestros. En esta publicación se encuentran datos sobre la duración del desarrollo de todos los estadios de *Leucoptera coffeella* a temperaturas constantes de 15°, 20°, 25°, 30° y 35°C, pero estas temperaturas no coinciden con las temperaturas de nuestro experimento, existiendo solamente un caso en el cual el valor de la temperatura que trabajaron estos investigadores coincide con la nuestra y es la de 30°C.

A esta temperatura la duración del desarrollo del huevo, la larva y la pupa fue igual a 4,0; 9,0 y 5,3 días respectivamente. Comparando estos valores con los nuestros, podemos concluir que en caso del huevo y la pupa el desarrollo es idéntico — 4,06 y 5,38 días. Sin embargo, la duración del desarrollo de la larva difiere en 1,11 días prolongándose en las condiciones de nuestro experimento 10,11 días.

Analizando la duración del desarrollo de todos los estadios para el resto de las temperaturas estudiadas, encontramos valores de la duración semejantes entre sí, para las temperaturas de 21° y 20°C, en el desarrollo de la larva — 23,25 y 23,20 días; a 24°C y 25°C, en el desarrollo del huevo — 5,35 y 5,50 días y de la larva — 13,58 y 13,10 días respectivamente.

Duración de la generación de la hembra y del macho

Para el desarrollo de este período se necesitó un tiempo igual a 40,34 días para la hembra y 42,25 días para el macho a la temperatura de 21°C; 26,76 días para la hembra y 26,66 días para el macho a 24°C; 21,35 días para la hembra y 21,65 días para el macho a 27°C y 19,87 días para la hembra y 18,59 días para el macho a 30°C (Tabla V).

TABLA V

Duración media del desarrollo de la generación de Leucoptera coffeella en días a cuatro temperaturas constantes

Temperatura °C	N	Hembra	N	Macho
		$\bar{X} \pm \text{E.S.}$		$\bar{X} \pm \text{E.S.}$
21	29	40,34 $\pm$ 0,57	20	42,25 $\pm$ 0,78
24	21	26,76 $\pm$ 0,60	9	26,66 $\pm$ 0,57
27	28	21,35 $\pm$ 0,28	23	21,65 $\pm$ 0,24
30	24	19,87 $\pm$ 0,40	25	18,59 $\pm$ 0,42

N — número de individuos

X — duración del desarrollo

Se observa una diferencia significativa en la duración del desarrollo de la generación de la hembra y del macho a temperaturas de 21°C y 30°C. El test de Student mostró que esta diferencia significativa se hallaba con la duración del desarrollo de la larva a 30°C y de la pupa a 21°C. El desarrollo larval de las hembras fue más lento que el desarrollo larval de los machos, pero el desarrollo pupal de las hembras resultó ser más rápido que el de los machos.

Se conoce que las fluctuaciones de la temperatura aceleran el desarrollo. Se llevó a cabo un ensayo con el fin de observar el comportamiento de los estadios del desarrollo del minador de las hojas del cafeto a temperatura variable.

Para esto tomamos una temperatura entre 21° y 24°C; las oscilaciones máximas correspondían a un período entre 2:00 a.m. y 8:00 a.m. y las mínimas entre 10:00 a.m y 4:00 p.m.

Los resultados del análisis de varianza mostraron que existe una diferencia altamente significativa en la duración del desarrollo del huevo, la larva y la generación entre los individuos que se estudiaron a la temperatura constante de 21°C y la varianza (21°C - 24°C). Este fue más rápido en las condiciones con fluctuaciones de la temperatura (Tabla VI). Sin embargo, ella no se manifestó ni en la duración de la pupa, ni en la duración de la generación de la hembra y del macho.

TABLA VI

Duración media en días de los estadios del desarrollo de Leucoptera coffeella a una temperatura variable de 21 - 24°C

Estadios	N	$\bar{X} \pm E.S.$
Huevo	149	7,97 $\pm$ 0,68
Larva	76	19,22 $\pm$ 0,34
Pupa	59	10,30 $\pm$ 0,21
Generación:		
Hembra	32	36,46 $\pm$ 0,63
Macho	26	37,15 $\pm$ 0,74

N — número de individuos

X — duración del desarrollo

Al comparar estos datos con los de Motte (1976) es evidente una diferencia en la duración de cada estadio.

Este autor cita una duración del huevo igual a 4,5 días; de la larva igual a 15 días; de la pupa de 8 días y la generación entre 29 y 31 días, lo que muestra un desarrollo más rápido en su experimento, representando una diferencia de 3,47; 4,22; 2,30 y 5,8 días para el huevo, la larva, la pupa y la generación respectivamente.

Uno de los índices de la acción de la temperatura es la velocidad del desarrollo. En el rango de las temperaturas estudiadas se vio que por lo general, con el aumento de este factor aumenta la velocidad del desarrollo en los diferentes estadios del minador. Por ejemplo, como se ve en la Tabla VII, a la temperatura de 21°C la velocidad del desarrollo del huevo es igual a 12,97% a 24°C es de 18,96%; a 27°C – 24,21% y a 30°C – 24,63%. Lo mismo se puede decir sobre la larva, sobre la pupa y la generación.

TABLA VII

Relación entre la temperatura y la velocidad del desarrollo de los estadios y generación de Leucoptera coffeella

Temperatura °C	Huevo	Larva	Pupa	Generación	
				Hembra	Macho
21	12,97	4,28	9,78	2,47	2,36
24	18,69	7,36	12,39	3,37	3,75
27	24,21	8,95	16,36	4,68	4,61
30	24,63	9,89	18,58	5,03	5,37

Sin embargo, en el desarrollo embrionario se observa una desviación de la regularidad; la velocidad del desarrollo a 30°C no aumenta proporcionalmente con el aumento de la temperatura. Se observa una disminución de la misma.

Fueron calculados los umbrales inferiores del desarrollo mediante las ecuaciones producto de los mínimos cuadrados y ellos son: para el estadio embrionario 10,5°C; para el estadio larval 13,1°C para el estadio pupal 11,4°C y para el desarrollo de la generación 12,6°C.

El umbral inferior del desarrollo para esta especie fue calculado también para condiciones naturales de Cuba, como hemos señalado en la introducción (*Suris y cols., 1975*). En estas condiciones no se observó que por debajo de 11,5°, 13,6° y 14,2°C existiera el desarrollo embrionario, larval y pupal respectivamente. El límite inferior para toda la generación fue igual a 13,3°C.

En condiciones naturales los valores obtenidos son superiores a los valores de temperaturas controladas. Se observan diferencias de 1,0°C; 0,5°; 2,8°; 0,7°C entre los límites inferiores del desarrollo para cada etapa de las señaladas.

Además, Pruna y Licor (1973) calcularon los límites inferiores basándose en los datos de Katiyar y Ferrer (1968) para temperaturas constantes y sus resultados fueron: 13,8°; 13,6°, 13,0° y 13,5°C para los estadios de huevo, larva, pupa y la generación respectivamente.

Estos valores son más altos que los nuestros. Es difícil enjuiciar esta diferencia ya que no sabemos en detalle las condiciones de este experimento.

Conociendo el límite inferior del desarrollo se puede estipular la suma de las temperaturas efectivas. Como resultado de los cálculos, recibimos que, para el desarrollo del estadio de huevo se necesitan 68,1°C; para la larva 155,2°C; para la pupa 95,3°C; para la generación 309,6°C.

En condiciones naturales (Suris y cols., 1975) estos valores son los siguientes: para el huevo 72,0°C; para la larva, la pupa y la generación completa 129,7°; 59,8°; 259,6°C respectivamente.

Según Pruna y Licor (1973) el huevo para completar su desarrollo necesita una suma de temperaturas efectivas de 63,7°C; los estadios de larva y pupa necesitan 146,1° y 79,3° y el ciclo completo 288,9°C.

Al comparar los datos de los autores señalados en el párrafo anterior con los de nuestro experimento, encontramos que hay diferencias en todos los casos, siendo más altos los valores de nuestro experimento.

CONCLUSIONES

La duración del desarrollo del minador a 21°C es para el estadio embrionario a $7,71 \pm 0,06$; larval $-23,35 \pm 0,28$; pupal $-10,22 \pm 0,25$ y la generación $-41,29 \pm 0,67$ días.

La duración media del desarrollo del minador a 24°C es para el estadio embrionario a $5,35 \pm 0,55$; larval $-13,58 \pm 0,36$; pupal $8,04 \pm 0,19$ y la generación $-26,71 \pm 0,58$ días.

La duración media del desarrollo del minador a 27°C es para el estadio embrionario a $4,13 \pm 0,03$; larval $-11,17 \pm 0,16$; pupal $6,11 \pm 0,12$ y la generación $-21,50 \pm 0,26$ días.

La duración media del desarrollo del minador a 30°C para el estadio embrionario es igual a $4,06 \pm 0,04$; larval $-10,11 \pm 0,26$; pupal $-5,26 \pm 0,11$ y la generación $-10,23 \pm 0,41$ días.

La elaboración estadística de los datos mostró que las medias de la duración del desarrollo difieren entre sí significativamente, lo que confirma la influencia de la temperatura sobre la duración del desarrollo.

En la duración del desarrollo de la generación de la hembra y del macho, se presentaron diferencias significativas a la temperatura de 21°C, desarrollándose la hembra en menor tiempo que el macho y a la temperatura de 30°C en mayor tiempo que el macho; estas diferencias se encontraron a 21°C en el estadio pupal $-1,03$ días y 30°C en el estadio larval $-1,15$ días.

La velocidad del desarrollo de todos los estadios es más alta a la temperatura de 30°C.

Los umbrales inferiores del desarrollo de *Leucoptera coffeella* son 10,5° 13,1°; 11,4°; 12,6°C para los estadios embrionario, larval, pupal y la generación respectivamente.

Las sumas de temperaturas efectivas que necesitan los huevos, las larvas, las pupas y la generación del minador para completar su desarrollo son las siguientes: 68,1°; 155,2°; 95,3°; 309,6°C respectivamente.

RECONOCIMIENTOS

Quiero agradecer la colaboración brindada por el Prof. Auxiliar de la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana, M. C. Hiraldo Lima, por las valiosas sugerencias aportadas para la evaluación estadística del trabajo, y al Técnico de Laboratorio, Joaquín Isart, por su ayuda en la parte experimental y su constante entusiasmo y dedicación.

REFERENCIAS

- BRUNER S. C. Reseña de las plagas del cafeto en Cuba. 2a. Estación Experimental Agronómica, Santiago de las Vegas, Prov. de la Habana, Circular No. 68, 1938.
- COOK M. T. Y HORNE W. T. El minador de las hojas y otras plagas del cafeto. Estación Experimental Agronómica, Santiago de las Vegas. La Habana 1905.
- DA FONSECA P. J. O "bicho mineiro" das folhas de cafeiro. Biológico Sao Paulo, 10, 1944.

- KATIYAR P.K. AND FERRER F. Rearing technique, biology and sterilization of the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Guer). Proceeding of Symposium Isotopes and Radiation in Entomology, Viena, 1968.
- MARTÍNEZ A.A. Plagas agrícolas de Cuba. INRA, Departamento de Enseñanza y Divulgación, La Habana, 1963.
- MOLINARY S. Combata los insectos dañinos al café. Agricultura y Ganadería, Cuba, enero-marzo 1959.
- MOTTE G. Investigación sobre la biología y control del "minador" del café (*Leucoptera coffeella* Guer) en café de sol (*Coffea arábica* var. Caturra) en Cuba. Diez años de Colaboración Científica Cuba-RDA, Cuba, 1976.
- PRUNA P.M. Y LICOR L. Estudio del ciclo de vida del minador de la hoja del cafeto *Leucoptera coffeella* (Guérin) (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Serie Biológica*, La Habana, 45, 1973.
- STEEL R.G. AND TORRIE J.H. Principles and procedures in statistics 481, Mc Grow-Hill, New York, 1960.
- SURÍS M., KONNOROVA E. Y JASIC J. La influencia de la temperatura en el desarrollo de *Leucoptera coffeella* (Guer). *Revista CENIC, Ciencias Biológicas*, 6, 153, 1975.
- WOLCOTT G.N. El minador de las hojas del café. La Hacienda. Estados Unidos XVIII (XII), Diciembre, 1923.