

INFLUENCIA DE DOS TEMPERATURAS EN EL DESARROLLO DE
Sitotroga cerealella (OLIVIER, 1819) (LEPIDOPTERA,
GELECHIIDAE) EN MAIZ ALMACENADO¹

Irene Mondragón²

Armando A. de Almeida

ABSTRACT

Influence of two temperatures on the development of
Sitotroga cerealella (Olivier, 1819) (Lepidoptera,
Gelechiidae) on stored corn

The influence of two temperatures on the development of
Sitotroga cerealella (Olivier, 1819) on stored corn, variety
C-111, was studied. Temperatures investigated were $20 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$
and 25 ± 0.5 with a relative humidity of $70 \pm 2\%$ and photoperiodicity of 12 hours.

The mean duration of each developmental stage of the insect at both temperatures was measured and the following results were obtained: at 20°C , the larval stage lasted 46.44 ± 0.90 days; the pupal stage, 15.86 ± 0.35 days; the evolutive cycle, 72.22 ± 0.88 days; and longevity of the emergent adults, 28.40 ± 1.29 days. At 25°C , the corresponding periods were 29.38 ± 0.45 ; 10.43 ± 0.14 ; 46.76 ± 0.45 and 15.00 ± 0.81 days respectively. The developmental periods of males and females were also calculated separately. The pre-pupal period was one day at both temperatures and the larvae had four instars with mortality occurring only in the first instar. A correlation of 92% was found between size and age of the larvae at both temperatures. In this work, it is shown that 25°C is more favourable than 20°C for the development of *S. cerealella*.

Recebido em 06/05/88

¹ Parte da Tese de Maestrado apresentada pelo primer autor, a Coordenação do Curso de Pós-graduação em Entomologia do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Paraná em 1984.

² Instituto Pedagógico de Caracas. Apartado de Correos 3405, Carmelitas 1010. Caracas-Venezuela.

³ Departamento de Zoología de la Universidad Federal del Paraná. Caixa Postal 3034. 80001 Curitiba-Paraná, BRASIL.

RESUMEN

Se estudió la influencia de dos temperaturas en el desarrollo de *Sitotroga cerealella* (OLIVIER, 1819), en maíz almacenado de la variedad C-111.

El experimento se realizó bajo condiciones controladas de temperatura (20 ± 0.5 y 25 ± 0.5 °C), humedad relativa ($70 \pm 2\%$) y fotoperiodicidad (12 horas). La duración media de cada uno de los períodos de desarrollo del insecto fue determinada en ambas temperaturas y los resultados fueron los siguientes: a 20°C el período larval fue de 46.44 ± 0.90 días, el pupal, de 15.86 ± 0.35 , el ciclo evolutivo de 72.22 ± 0.88 y la longevidad de los adultos emergidos, de 28.40 ± 1.29 días. A 25 °C estos períodos fueron 29.38 ± 0.45 ; 10.43 ± 0.14 ; 46.76 ± 0.45 y 15.00 ± 0.81 días, respectivamente.

Cada uno de estos períodos fue también calculado, separadamente, para machos y hembras. En ambas temperaturas el período pre-pupal duró un día y las larvas presentaron cuatro instares ocurriendo mortalidad únicamente en el primero de ellos.

Igualmente se encontró una correlación entre el tamaño y la edad de las larvas, tanto a 20°C como a 25°C. En este trabajo se evidencia que de las dos temperaturas utilizadas, 25°C fue la más favorable para el desarrollo de *S. cerealella*.

INTRODUCCION

La *Sitotroga cerealella* (OLIVIER, 1819) es un insecto cosmopolita que ocupa un lugar destacado dentro de la Familia Gelechiidae del Orden Lepidoptera, por ser una de las principales plagas de maíz almacenado y de otros cereales en las regiones tropicales y subtropicales.

De acuerdo con el grado de importancia de los insectos que causan daño a los granos almacenados, la *S. cerealella* ocupa en el Brasil el segundo lugar debido a los prejuicios que ocasiona. (ROSETTO, 1966).

Son las larvas quienes caracterizan a esta especie como plaga primaria, por ser en esta fase cuando destruyen los granos enteros que utiliza como alimento, ocasionándoles una drástica reducción de la calidad fisiológica de la semilla, que se refleja en la disminución de su capacidad germinativa (POPINIGIS, 1977; MOORHERJEE, *et al.*, 1969); pérdida de peso, aumento del tenor de humedad y otros efectos nocivos considerables, (PUZZI, 1977).

En los lugares de almacenamiento intermedio después de la cosecha, mientras el maíz espera para entrar en los silos o para ser consumido de inmediato, este producto queda sometido a variaciones no controladas de temperatura. Como las temperaturas altas, que no llegan a ser letales, favorecen el desarrollo de las plagas de productos almacenados (PUZZI, 1977) y los daños ocasionados por *S. cerealella* aumentan con el aumento de la temperatura (BITRAN, 1978), se consideró de interés investigar la influencia de este factor en el desarrollo del insecto, ya que los perjuicios producidos por esta polilla tienen carácter de más importancia que el ocasionado a plantas vivas, pues se trata de lo cosechado, que es el resultado de todos los esfuerzos y lo que representa el valor máximo desde el punto de vista económico.

MATERIAL Y METODOS

Se inició el estudio del desarrollo de *S. cerealella* a partir de una cría masiva de esta especie en maíz almacenado de variedad C-111. A partir de su emergencia, los primeros adultos fueron sexados, separados en parejas de la misma edad y cada para colocado en frasco plástico (3.5 cm de diámetro y 5 cm de altura) con la tapa perforada en el centro y protegida la abertura con un pedazo de tul para facilitar la aireación y evitar la fuga de los insectos.

En el fondo de cada frasco fue colocado un círculo de papel de filtro para recoger las posturas y observar el período de incubación de los huevos. El experimento se llevó a cabo en ambientes con temperatura controlada de $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ y $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ respectivamente; humedad relativa de $70 \pm 2\%$ y fotoperiodicidad de 12 horas. La humedad de los granos fue determinada en 14%.

Para la determinación del período larval, el prepupal, el pupal, el ciclo evolutivo, la mortalidad larval y la longevidad de los adultos, fueron colocadas en cada ambiente, tres cápsulas de petri conteniendo veinte granos de maíz cada una y veinte larvas neonatas, de la misma edad, provenientes de una misma postura hecha en cada ambiente. Los granos fueron numerados para facilitar su posterior revisión. Los bordes de las capsulas fueron sellados con tirro para impedir la entrada de ácaros. La observación diaria de cada grano se inició diez días después del montaje del experimento. La aparición de un opérculo en cada grano indicaba que las larvas habían alcanzado el último instar. El opérculo era levantado cuidadosamente con una aguja de disección para observar a la larva dentro de su galería. Se considerará que la larva había alcanzado la fase de prepupa el día en que, después del levantamiento mecánico del opérculo, la larva no la unía nuevamente al grano para cerrar la galería por ella elaborada, hallándose al día siguiente la pupa formada.

Las pupas fueron pesadas y medidas. Los adultos emergidos fueron sexados. La mortalidad larval fue determinada por la diferencia entre larvas iniciales y adultos emergidos.

Un procedimiento similar al anteriormente descrito se realizó para determinar el número de instares larvales, perlo utilizando mayor número de granos y, esta vez, cortados longitudinalmente para facilitar la localización de la larva dentro del grano. Cada três días, una muestra al azar de los granos era revisada; localizada la larva y levemente inmovilizada dentro del grano acercándole un pequeñísimo pedazo de algodón embebido en líquido removedor de esmalte para uñas (Cutex). De esta forma se facilitaba la medición de la larva y de su cápsula cefálica, así como el registro de su peso. El número de instares fue determinado agrupando las medidas de las cápsulas cefálicas. Solamente el peso y el tamaño de las larvas de primero y cuarto instar fue registrado debido a que las larvas de segundo y tercer instar morían en el proceso de inmovilización, expulsando casi totalmente el líquido corporal, por lo que no se consideró conveniente registrar el peso de las larvas en estas condiciones.

La pesada de las larvas de primer instar se realizó inmediatamente después de su eclosión, en lotes de 35 individuos, debido a su bajo peso individual.

El análisis estadístico de los datos obtenidos fue realizado mediante el Test t de Student, y los valores expresados en todos los cuadros corresponden a la media \pm el error patrón. El tamaño de la muestra aparece debajo de cada cuadro representado por la letra (N).

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se observa en el Cuadro 1, esta especie presentó cuatro instares larvales tanto a 20 como a 25°C y no hubo diferencia significativa en la anchura de la cápsula cefálica entre una temperatura y otra.

CUADRO 1 - Ancho promedio (en mm) de las cápsulas cefálicas de *S. cereale* Lla.

	20°C	25°C
Primer instar	0.150 \pm 0.002	0.161 \pm 0.002
Segundo instar	0.289 \pm 0.003	3.303 \pm 0.003
Tercer instar	0.497 \pm 0.003	0.512 \pm 0.003
Cuarto instar	0.792 \pm 0.004	0.797 \pm 0.010

N = 20 individuos para cada temperatura.

Igual número de instares y anchuras similares fueron reportadas por CROMBIE (1943). Los trabajos de CARVALHO (1963) MILLS (1965), MILLS & WILBUR (1967) y SIMMONS & ELLINGTON (1933) mencionan que el número de instares alcanzados por *S. cerealella* puede oscilar entre cuatro y siete, cuando factores como la temperatura, humedad, o la dieta larval inciden sobre su desarrollo.

CUADRO 2 - Duración (en días) de las fases inmaduras de *S. cerealella*.

	20°C		25°C	
Huevo	9.91	0.02	6.00	0.02
Larva	46.44	0.90	29.38	0.45
Prepupa	1.00	0.00	1.00	0.00
Pupa	15.86	0.35	10.43	0.14
TOTAL	72.22	0.88	46.76	0.45

N = 36 y 39 individuos a 20°C y 25°C, respectivamente.

La duración de las fases inmaduras se resume en el Cuadro 2; por su análisis se constata que hubo influencia de la temperatura en la duración de las mismas, excepto en la de prepupa. Las medias son significativamente diferentes ($P < 0.01$) por lo que 25°C es más favorable de las dos temperaturas.

CROMBIE (1943) determinó una duración de cinco días para el período pupal, a 30°C y 70% de humedad relativa. GREWAL & ATWAL (1969) utilizaron cuatro temperaturas y tres niveles de humedad relativa. Ellos hallaron que el menor período larval y el menor período pupal lo alcanzaron las larvas sometidas a temperaturas entre 25 y 30°C y humedad relativa entre 60 y 80%.

Para mostrar si hubo diferencia en la duración del período larval y larval-pupal con relación al sexo, estos estadios fueron determinados para machos y hembras separadamente, como se evidencia en el Cuadro 3, constatándose que el sexo no tuvo influencia alguna en la duración de estos períodos, pero la temperatura sí, siendo mayor y significativamente diferente a 20°C que a 25°C ($P = 0.01$).

De los trabajos de CANDURA, (1926; 1950) y HAMMAD *et al.* (1967) se deduce que la temperatura, además de otros factores como la variaciones estacionales, la dieta larval y la humedad relativa, es determinante en la duración del período larval-pupal de *S. cerealella*.

CUADRO 3 - Duración (en días) de la fase larval-pupal de *S. cerealella*.

	20 °C		25 °C	
	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS
Larva	48.00 ± 1.08	45.45 ± 0.77	28.90 ± 0.53	30.00 ± 0.40
Prepupa	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00
Pupa	16.00 ± 0.54	15.77 ± 0.19	10.81 ± 0.12	9.94 ± 0.14
TOTAL	64.78 ± 1.70	62.22 ± 0.93	40.63 ± 0.66	40.94 ± 0.60

N = 36 y 35 individuos a 20°C y 25°C respectivamente.

En el Cuadro 4 se presenta el tamaño promedio alcanzado por las larvas durante los cuatro instares, así como también el peso promedio registrado en el primero y en el cuarto instar.

CUADRO 4 - Tamaño promedio (en mm) y peso promedio (en mg) de las larvas de *S. cerealella*.

	20 °C		25 °C	
	TAMAÑO (mm)	PESO (mg)	TAMAÑO (mm)	PESO (mg)
Primer instar	1.06 ± 0.04	0.081 ± 0.001	1.10 ± 0.02	0.073 ± 0.007
Segundo instar	1.43 ± 0.06	no registrado	1.41 ± 0.06	no registrado
Tercer instar	3.15 ± 0.17	no registrado	3.86 ± 0.14	no registrado
Cuarto instar	5.15 ± 0.21	11.50 ± 0.65	5.99 ± 0.12	14.88 ± 0.51

N = 35 individuos para el primer instar a ambas temperaturas.

N = 20 individuos en segundo, tercero y cuarto instar a 20°C como a 25°C.

De su análisis se deduce que el tamaño de las larvas comienza a ser mayor y significativamente diferente a partir del tercer instar ($P < 0.01$) por lo que 25°C es más favorable para el desarrollo de la larva que 20°C.

Para cada temperatura hay una relación entre la variación del tamaño de las larvas y la edad, la cual se expresa en las siguientes ecuaciones:

$$Y = 0.637 e^{0.05x}; \text{ a } 20^{\circ}\text{C}$$

$$Y = 0.88 - 0.23x; \text{ a } 25^{\circ}\text{C}$$

confirmando que a 20°C el tamaño alcanzado por las larvas de último instar es menor que a 25°C, por lo que necesita mayor número de días para llegar a la fase pupal. Esto evidencia nuevamente la importancia del factor temperatura en el desarrollo de *S. cerealella*.

Cuando se comparan los datos aportados por CROMBIE (1943) con los obtenidos en el presente trabajo, se observa que a 30°C las larvas alcanzan mayor tamaño en cada uno de sus cuatro instares.

Del cuadro 4 se deduce que tal como para el tamaño, el peso de las larvas del cuarto instar es mayor a 25°C que a 20°C y que esta diferencia es significativa. ($P < 0.01$).

CUADRO 5 - Tamaño promedio (en mm) y peso promedio (en mg) de las pupas de *S. cerealella*.

20°C		25°C	
TAMAÑO (mm)	PESO (mg)	TAMAÑO (mm)	PESO (mg)
5.80 ± 0.09	8.60 ± 0.35	5.93 ± 0.07	11.11 ± 0.50

N = 20 individuos para cada temperatura.

El tamaño y el peso de las pupas se muestra en el Cuadro 5. Su análisis demuestra que a 25°C el peso de las pupas fue significativamente mayor ($P < 0.01$) que a 20°C, pero no hubo diferencia significativa entre el tamaño alcanzado en cada temperatura.

CUADRO 6 - Longevidad promedio (en días) de las hembras y los machos de *S. cerealella*.

	20°C		25°C	
	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS
	24.91 ± 1.65	31.85 ± 1.72	13.60 ± 1.06	16.42 ± 1.20
TOTAL (♂ y ♀)	28.40 ± 1.29		15.00	0.81

N = 35 individuos para cada temperatura.

En el análisis del Cuadro 6 cuando se considera la longevidad de los adultos sin tomar en cuenta el sexo, se constata que a 25°C los insectos viven menos tiempo que a 20°C, y que esta diferencia es significativa ($P < 0.01$). Al determinar se paradamente la longevidad para cada sexo, se observa que a

20°C las hembras viven más tiempo que los machos y la diferencia es significativa ($P < 0.01$). A 25°C esta diferencia no es significativa. Por lo tanto, la longevidad de los adultos sometidos a temperatura de 20°C fue influenciada por el sexo pero a 25°C esto no ocurrió.

La investigación realizada por HAMMAD *et al.* (1967) reporta que al determinar la longevidad a diferentes temperaturas, humedades relativas y dietas larvales, se constató que en los adultos provenientes de larvas alimentadas con maíz, la longevidad fue mayor a la menor temperatura utilizada y con humedad relativa de 69%. GREWAL & ATWAL (1969) mostraron que la temperatura aún cuando se utilicen diferentes humedades relativas. Según CANGARDEL & STOCKEL (1972) hasta una variación de temperatura menor de un grado influye en la longevidad de los adultos, aumentándola cuando la temperatura disminuye.

CUADRO 7 - Duración promedio (en días) del ciclo evolutivo de *S. cerealella*.

	20°C		25°C	
	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS
	73.78 ± 1.70	71.22 ± 0.93	46.63 ± 0.66	46.94 ± 0.60
TOTAL	72.22 ± 0.88		46.76 ± 0.45	

N = 36 individuos a 20°C y 39 individuos a 25°C.

El Cuadro 7 muestra la duración del ciclo evolutivo de *S. cerealella* para machos y para hembras separadamente, y también cuando son considerados en forma conjunta. Según el análisis del mismo, a 20°C este ciclo es significativamente mayor ($P < 0.01$) que a 25°C, para todos los individuos, y no hubo diferencia significativa en la duración del ciclo para machos y para hembras considerados separadamente, ni a 20°C ni a 25°C. Por lo tanto, no existe influencia del sexo en la duración del ciclo evolutivo.

HARUKAWA & KUMASHIRO (1936) usando tres niveles de temperatura, reporten que el ciclo evolutivo de *S. cerealella* fue menor a mayor temperatura. Esta misma conclusión puede deducirse de los datos aportados por (VUKASOVIC, 1940), quien utilizó tres temperaturas y tres dietas diferentes, sin embargo, no reporta si hubo influencia del alimento en el ciclo evolutivo.

De acuerdo con HAMMAD *et al* (1967) quienes determinaron la duración del ciclo evolutivo a diferentes temperaturas y humedad relativa, así como también a temperatura constante, pe

ro con variación de la dieta larval, se evidencia una vez más que entre dos temperaturas diferentes e igual dieta larval, el ciclo fue más corto a la temperatura más elevada. Igualmente se observó que el maíz resultó ser la mejor dieta para las larvas de *S. cerealella*.

La mortalidad larval ocurrió solamente en el primer instar para ambas temperaturas. A 20°C la mortalidad fue de 40% y a 25°C fue de 35%. Estos porcentajes probablemente se deben a la dificultad que varias larvas neonatas presentaron para penetrar en el grano de maíz, ya que fueron observadas larvas muertas parcialmente introducidas dentro del grano, otras sobre los granos o bien dispersas en la placa de petri. Según SIMMONS & ELLINGTON (1933) y CARVALHO (1963) es durante los primeros instares larvales, principalmente en las larvas neonatas, donde la mortalidad es mayor.

Durante la cría masiva de esta polilla, fue detectada la presencia de un parásito identificado como *Pteromalus (Habrocytus) semotus* (Walker, 1834) Himenóptera de la Familia Pteromalidae, según DE SANTIS (1980).

CONCLUSIONES

En esta investigación se verificó la influencia de dos temperaturas en el desarrollo de *Sitotroga cerealella*, ya que la duración promedio de los diferentes períodos fue menor a 25°C que a 20°C. El tamaño y el peso promedio de las larvas y el peso de las pupas fue también mayor a 25°C que a 20°C, siendo las diferencias observadas estadísticamente significativas ($P < 0.01$).

Los datos obtenidos en este trabajo nos muestran que un aumento leve de temperatura favorece el desarrollo de *S. cerealella*, y por lo tanto puede elevar el nivel de daños cualitativos y cuantitativos del maíz almacenado bajo condiciones inadecuadas de temperatura.

LITERATURA CITADA

- BITRAN, E.A.; CAMPOS, T.B.; OLIVEIRA, D.A. Experimental evaluation of damage caused by pest in stored corn in conditions: II *Sitotroga cerealella*. Olivier, 1819. (Lepidoptera, Gelechiidae). *Archos Inst. Biol., S. Paulo* 45(4): 257-260, 1978.
- CANDURA, G.S. Contributo alla conoscenza della vera tignola del grano. (*Sitotroga cerealella* Oliv.). *Boll. Zool. Gen. agr. R. Scuola Sup. Agr. Portici* 19:19-102, 1926.

- CANDURA, G.S. Reperti sulla *Sitotroga cerealella* Oliv. nell'Italia settentrionale e su altre tignole dei viveri. *Boll. Zoo. agr., Bachic.* 16: 99-146, 1950.
- CANGARDEL, H. & STOCKEL, J. Recherches par élevage en insectarium et par piégeage sexuel, sur le cycle annuel de l'altécite des céréales *Sitotroga cerealella* Oliv. Lep., Gelechiidae et sur le rôle des cultures de blé et demais dans le maintien de l'especie en Aquitaine (France). *Ann. Zool. Ecol. Anim.* 4:311-323, 1972.
- CARVALHO, J.P. Contribuição do método radiofráfico para o estudo da *Sitotroga cerealella* (Oliv.) *Agricultura*, Lisboa 19:22-25, 1963.
- CROMBIE, A.C. The development of the Angoumois grain moth (*Sitotroga cerealella* Oliv.) *Nature* 152: 246, 1943.
- DE SANTIS, L. Catálogo de los Himenópteros brasileños de la serie parasítica incluyendo Bethyloidea. Curitiba. Ed. Universidade Federal do Paraná, p. 234-235, 1980.
- GREWAL, S.S. & ATWAL, A.S. The influence of temperature and humidity on the development of *Sitotroga cerealella* Olivier (Gelechiidae; Lepidoptera). *J. Res. Punjab Agric. Univ.* 6 (2):353-358, 1969.
- HAMMAD, S.M.; SHENOUDA, M.G.; ELDEEB, A.L. Estudios on the biology of *Sitotroga cerealella* Oliv. *Bull. Soc. ent. Egypte.* 51: 257-268, 1967.
- HARUKAWA, C. & KUMASHIRO, S. On *Sitotroga cerealella* Oliv. *Nogaku Kenkyu* 29: 1-44, 1936.
- MILLS, R.B. Early germ feeding and larval development of the Angoumois grain moth. *J. econ. Ent.* 58(2):220-223, 1965.
- MILLS, R.B. & WILBUR, D.A. Radiographic studies of Angoumois grain moth development in wheat, corn, and sorghum kernels. *J. econ. Ent.* 60(3):671-677, 1967.
- MOORHERJEE, P.B.; YADAV, T.D. & SIRCAR, P. Studies on insects damage and germination of seeds. IV. Germination on wheat, jowar, maize, paddy and barley seeds damage by the developing larvae of *Sitotroga cerealella* Oliv. *Indian J. Ent.* 31(3): 279-281, 1969.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasilia, Agiplan, 1977, 289p.
- PUZZI, D. *Manual de armazenamento de grãos, armazéns e silos*. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres, 1977, 405p.
- ROSETTO, C.J. Sugestões para armazenamento de grãos no Brasil. *Agrônomico*, Campinas, 18:38-51, 1966.

SIMMONS, P. & ELLINGTON, G.W. *Life history of the Angoumois grain moth in Maryland.* U.S. Dep. Agric. 1933. (Tech. Bull, 351) 34p.

VUKASOVIC, P. *Contribution a l'etude de Sitotroga cerealella Oliv.* Arth. Min. Pol'oprivr. 18: 3-49, 1940.