

# EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL DESARROLLO Y LA MORTALIDAD DE LOS ESTADOS INMADUROS DE *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) EN GARBANZO (1)

Héctor Miguel Aldana Alfonso (2)

## RESUMEN

Se estudió la acción de la temperatura sobre el desarrollo y la mortalidad de los estados inmaduros del gorgojo del caupí, *Callosobruchus maculatus* F., con el fin de establecer la temperatura o umbral mínimo de desarrollo y el estado más sensible a la temperatura.

En frascos de vidrio y usando el método de un huevo por grano de garbanzo se conformaron 6 lotes de 30 individuos para cada una de las temperaturas estudiadas, (20 y 25°C). La humedad relativa fue de 75± 5% y los dos ensayos se condujeron siempre en obscuridad.

Se determinó la duración de cada uno de los estados inmaduros así como también la duración total del desarrollo, de huevo a adulto. Por medio de la fórmula y  $(t-a) = K$  se calculó el umbral mínimo de desarrollo para la especie.

Los resultados muestran que la temperatura o umbral mínimo de desarrollo fue de 12,96°C y que la constante termal es de 517,09 grados-días. Se encontró que existe una relación inversamente proporcional entre temperatura de cría del insecto y duración de su desarrollo el cual fue de 73,46 días a 20°C y de 42,94 días a 25°C. Además se pudo comprobar que el estado larval es el más sensible a la acción de la temperatura ya que su mortalidad fue de 49,11% y 25,49% a 20°C y 25°C respectivamente.

## SUMMARY

The temperature effect on the development and mortality on the immature stages of *Callosobruchus maculatus* F. was investigated, to establish the minimum temperature of development as well as the most sensible stage to the temperature.

Using one egg per chickpea seed, six groups with 30 individuals for each temperature used (20 and 25°C) were formed. The relative humidity was 75± 5% and both experiments were carried out under dark conditions.

The duration for each one of the immature stages was determined as well as the total duration of development, from egg to adult stage. By using the formula  $y (t-a) = K$  it was possible to calculate the minimum temperature of development for the species.

The results showed that the minimum temperature of development was 12,96°C. Furthermore, the thermal constant was 517,09 degrees-days. There is an inverse relationship between the rearing temperature of insect and its development duration, that was of 73,46 days at 20°C and 42,94 days at 25°C. Moreover, it was possible to prove that the larval stage is the most sensible to the temperature since the mortality was 49,11% and 25,49% at 20 and 25°C respectively.

## INTRODUCCION

En los últimos años la producción mundial de alimentos muestra una tendencia decreciente. Los especialistas en la materia señalan como factores de este fenómeno entre otros, las pérdidas post-cosecha causadas por ataques de insectos, hongos y roedores en los lugares de almacenamiento. A este propósito Boerma (1975) señala que estas pérdidas pueden llegar hasta el 40% según el tipo de grano y según la situación geográfica del país.

Los diferentes métodos de lucha conocidos y los que se desarrollen en el futuro, se basan y se basarán en el conocimiento de la biología, la ecología y la etología de cada una de las especies perjudiciales.

El desarrollo de los insectos está influenciado tanto por factores intrínsecos o constitucionales como por factores extrínsecos o del medio ambiente. Entre los factores extrínsecos, la temperatura juega un papel importante en el desarrollo y la mortalidad de los estados inmaduros de los insectos.

El gorgojo del caupí, *Callosobruchus maculatus* F., generalmente comienza su desarrollo, incubación y parte de la vida larval en el campo, donde la temperatura presenta variaciones que pueden influenciar en el desarrollo del insecto. Aunque las variaciones de temperatura no son muy grandes bajo condiciones de almacenamiento, ellas pueden presentarse como consecuencia de la manipulación del grano durante el mismo.

(1) Este trabajo es parte de la Tesis de Post-grado.

(2) Profesor Asociado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Cuando se hacen estudios de la influencia de la temperatura sobre el desarrollo de los insectos se deben tener en cuenta los límites superior e inferior de desarrollo. El umbral mínimo de desarrollo está definido por la temperatura a la cual el desarrollo se detiene (Peairs, citado por Uvarov, 1931).

Según Brett (1958), el límite inferior de desarrollo para *C. maculatus* se sitúa en 19°C, pero según Howe y Currie (1964) este es de 20°C. En cuanto al límite superior, Brett (1958) lo señala en 36°C.

El objetivo principal de este estudio fue conocer la influencia de la temperatura sobre el desarrollo y la mortalidad del *C. maculatus*.

### MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en la Facultad de Ciencias Agronómicas de Gembloux (Bélgica). Se estudiaron las temperaturas de 20 y 25°C que son las que se encuentran en los lugares de almacenamiento de granos de leguminosas; se mantuvo una humedad relativa de  $75 \pm 5\%$  y condiciones de obscuridad constantes. La humedad relativa fue escogida de acuerdo con la literatura. La luz fue eliminada de los ensayos considerando que el desarrollo del insecto ocurre en los lugares de almacenamiento, es decir bajo obscuridad. El insecto se crió en granos de garbanzo, los cuales contenían una humedad del 12% en el momento de iniciar los ensayos.

Para cada temperatura se tomaron 100 parejas de adultos recién emergidos y se pusieron a ovipositar durante 24 horas en pequeños frascos de vidrio provistos de tapa con malla metálica, los cuales contenían garbanzo sano y seco.

Algunos días después de la oviposición, pero antes de la eclosión, se hizo una selección con el objeto de dejar solamente un huevo sobre cada grano de garbanzo. Cada grano, infestado con un huevo, fue aislado dentro de un tubo de vidrio tapado con algodón; cada tubo fue numerado y diariamente se hicieron observaciones del huevo,

luego de la larva y, finalmente de la pupa. Para cada temperatura se tomaron 6 lotes de 30 granos, en fechas diferentes.

La duración de la incubación se consideró como el tiempo transcurrido entre la oviposición y la penetración total de la larva de primer instar en el grano. A partir de este día y hasta la aparición de una mancha circular translúcida sobre el grano (opérculo o ventana) se consideró la duración del estado larval. El período pupal correspondió al número de días transcurridos entre la aparición de la mencionada mancha circular translúcida sobre el grano y la emergencia del adulto.

La mortalidad de los huevos se constató observándolos directamente bajo el microscopio. La mortalidad de las larvas y de las pupas se estableció mediante la rotura de los granos, una vez terminada la emergencia de los adultos.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### a. Efecto de las temperaturas constantes.

En la tabla 1 se presentan los datos sobre el desarrollo del *C. maculatus* en garbanzo a 20°C. Se observó una emergencia promedio de 3,17 adultos, con una duración promedio de desarrollo de 73,45 días, distribuidos así: Incubación 13,41 días; Estado larval 41,47 días; y el estado pupal 18,57 días.

Es interesante señalar que el primer adulto emergió a los 60 días y el último a los 100 días, contados desde el día de la oviposición.

En relación con la mortalidad de los individuos (Tabla 2) sometidos a esta temperatura, se encontró que fue del 19,19% para los huevos, 49,11% para las larvas y el 16,26% para las pupas.

TABLA 1. Desarrollo de *Callosobruchus maculatus* F. sobre garbanzo (*Cicer arietinum* L.) a 20°C (Humedad relativa:  $75 \pm 5\%$  oscuridad).

	L O T E S						Promedio	Desviación estándar (días)
	1	2	3	4	5	6		
Número de huevos fértiles (a partir de 30).	23	22	24	28	22	27	24,33	—
Duración de la incubación (días)	13,16	13,00	13,00	14,33	13,00	14,00	13,41	0,48
Duración del estado larval (días)	38,17	37,00	47,00	46,67	31,00	49,00	41,47	5,86
Duración del estado pupal (días)	18,50	18,75	17,67	18,00	18,00	20,50	18,57	0,84
Duración total del desarrollo (días)	69,83	68,75	77,67	79,00	62,00	83,50	73,46	6,51
Duración de la emergencia (días)	11	9	27	32	1	9	14,83	—
Número total de adultos emergidos	6	4	3	3	1	2	3,17	—
Porcentaje de mortalidad total	73,32	81,82	87,50	89,29	95,46	92,60	86,77	—
Relación de sexos (Macho/hembra)	1:2,0	0:4,0	0:3,0	1:0,5	1:0,0	1:1,0	—	—

**TABLA 2. Porcentaje de mortalidad de los estados inmaduros de *C. maculatus* F. sobre garbanzo a 20 y 25°C (Humedad relativa: 75 ± 5°/o; oscuridad)**

Temp.	Estados de desarrollo	L O T E S						Promedio
		1	2	3	4	5	6	
20°C	Huevos	13,04	18,18	20,83	32,14	27,27	3,70	19,19
	Larvas	40,00	55,55	63,16	21,05	68,75	46,15	49,11
	Pupas	14,25	20,00	25,00	00,00	00,00	38,33	16,26
25°C	Huevos	10,34	10,34	6,90	6,90	6,67	7,14	8,05
	Larvas	19,23	19,23	25,93	40,74	28,57	19,23	25,49
	Pupas	26,32	9,52	10,53	31,58	15,00	30,00	20,49

Al romper los granos para observar la mortalidad de larvas y de pupas se pudo constatar que después de cuatro meses, desde el día de la oviposición, había un cierto número de larvas (32°/o) que permanecían aún vivas dentro del grano. Estas larvas mostraban un aspecto general subdesarrollado y sus movimientos eran lentos, lo que hizo suponer que tales individuos no podrían completar su desarrollo hasta adultos. Se ha observado también la presencia de larvas retardativas de *Acanthoscelides obtectus* Say en ensayos a diferentes temperaturas (\*). Este prolongado período larval parece ser la consecuencia de una deficiente nutrición, aunque podrán existir otras causas hasta ahora no investigadas.

En la Tabla No. 3 se presentan los resultados obtenidos a 25°C. La duración promedio del desarrollo total del insecto fue de 42,94 días. distribuidos así:

Incubación 9,00 días; Estado larval 20,62 días; Estado Pupal 13,32 días.

El primer adulto emergió a los 37 días y el último a los 53 días contados desde el día de la oviposición. La mortalidad de los diferentes estados inmaduros (Tabla 2) fue la siguiente: Huevos 8,05°/o; Larvas 25,49°/o; Pupas 20,49°/o.

De nuevo, y tal como ocurrió a 20°C, se observaron larvas sobrevivientes dentro del garbanzo dos meses después de la oviposición, pero sólo fue el 2°/o.

## CURVA DE DESARROLLO Y UMBRAL MINIMO DE DESARROLLO

Al graficar las duraciones del desarrollo obtenidas a 20 y 25°C, y las calculadas con base en la fórmula explicada por Wigglesworth (1965) de  $y(t-a) = K$ , en donde:  $y$  = Duración del desarrollo a la temperatura;  $t$  = temperatura de cría del insecto;  $a$  = constante (Temperatura del umbral mínimo de desarrollo);  $k$  = Constante termal expresada en grados-días, se obtiene una curva de tendencia exponencial (Figura 1), la cual demuestra claramente que a mayor temperatura menor es el tiempo de duración del desarrollo.

La curva recíproca muestra la variedad de desarrollo según la temperatura, y se obtiene multiplicando por 100 el inverso de la duración a cada temperatura ( $1/y \times 100$ ). Esta línea

**TABLA 3. Desarrollo de *Callosobruchus maculatus* F. sobre garbanzo (*Cicer arietinum* L.) a 25°C (Humedad relativa 75 ± 5°/o; oscuridad).**

	L O T E S						Promedio	Desviación estándar (días)
	1	2	3	4	5	6		
Número de huevos fértiles (a partir de 30)	29	29	29	29	30	28	29,00	—
Duración de la incubación (días)	8,71	8,84	8,83	9,38	9,06	9,21	9,00	0,22
Duración del estado larval (días)	21,86	19,10	22,64	19,16	19,94	21,00	20,62	1,20
Duración del estado pupal (días)	16,07	12,84	12,88	12,61	12,94	12,57	13,32	1,11
Duración total del desarrollo (días)	46,64	40,78	44,35	41,15	41,94	42,78	42,94	1,83
Duración de la emergencia (días)	9	7	10	8	11	9	9,00	—
Número total de adultos emergidos	14	19	17	13	17	14	15,67	—
Porcentaje de mortalidad	51,73	34,49	41,38	55,18	43,34	50,00	46,02	—
Relación de sexos (Macho/Hembra)	1:1,8	1:1,1	1:2,4	1:1,16	1:1,83	1:1,33	—	—

(\*) Bollaerts, D. Comunicación personal. 1975.

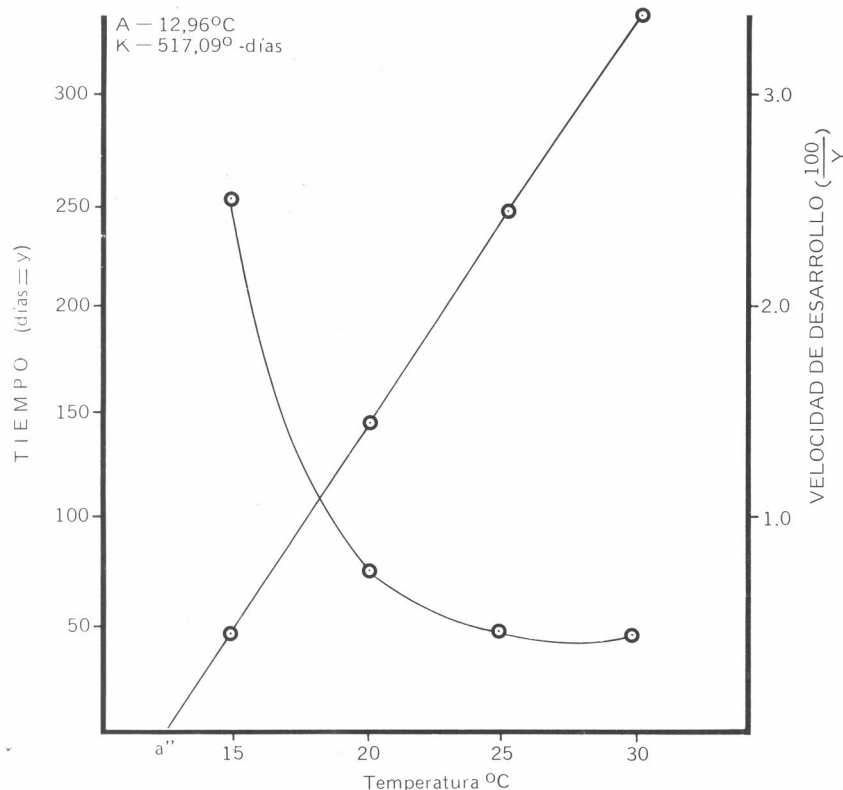


FIGURA 1. Curva de desarrollo de *C. maculatus*  $y = K (t - a)$

corta el eje de las temperaturas en un punto que corresponde al umbral mínimo de desarrollo, es decir la temperatura mínima a la cual el insecto puede conservarse sin perder la vida y sin alterar su organismo (Sanderson, Peairs y Blunck, citados por Uvarov, 1931).

Puesto que se han obtenido experimentalmente las duraciones de desarrollo a 20 y 25°C, es posible determinar el umbral mínimo de desarrollo "a" partiendo de las ecuaciones siguientes:  $y_1 (t_1 - a) = K$ ,  $y_2 (t_2 - a) = K$  de donde:  $a = \frac{y_1 t_1 - y_2 t_2}{y_1 - y_2}$

Al reemplazar valores en esta fórmula se obtiene un valor de "a" = 12,96°C. Este valor no está de acuerdo con el obtenido por Brett (1958) quien lo sitúa en 19°C., ni tampoco con el contenido por Howe y Currie (1964) quienes lo señalan como 20°C.

Con el valor de "a" se puede fácilmente calcular la constante termal "K" utilizando la ecuación inicial. Este valor con base en los datos experimentales fue de 517,09 grados-días, lo cual significa que el *C. maculatus* requiere la acumulación de un total de 517,09

grados para completar su desarrollo de huevo a adulto, en un determinado período.

CONCLUSIONES

Existe una relación inversamente proporcional entre la temperatura de cría del *C. maculatus* y la duración de su desarrollo de huevo a adulto.

El estado larval fue el más sensible a las temperaturas probadas, ya que en él se presentó la mayor mortalidad.

En este trabajo se calculó una temperatura o umbral mínimo de desarrollo para *C. maculatus* de 12,96°C. y una constante termal de 517,09 grados-días. Con las temperaturas empleadas no se pudo definir el límite superior, ni la temperatura óptima.

BIBLIOGRAFIA

BOERMA, A.J. 1975. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Roma, FAO, 1975. 216 p. (Rapport).

BRETT, G.A. Notes on the biology of insects associated with stored products; a revision of Entomological Section Technical. 29 p. 1958. (Circular mimeografiada 1958/6).

HOWE, R.W.; CURRIE, J.E. Some laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. Bulletin of Entomological Research (Inglaterra) V. 55, p. 437-477. 1964.

UVAROV, B. p. 1931. Insects and Climate. Transactions of the Entomological Society of London. V. 79, 247 p. 1931.

WIGGLESWORTH, V.B. The principles of insect physiology. 6 ed. London Butler and Tanner, 1965. 741 p.