

EFFECTO DE LA TEMPERATURA, HUMEDAD Y DIETA SOBRE EL DESARROLLO DE *Gnathocerus cornutus* Fab. (Coleopera: Tenebrionidae)

**Fernando Núñez (1)
René Viloria (2)**

RESUMEN

Se estudió la influencia de la temperatura, la humedad relativa y la composición de la dieta sobre la duración del ciclo de desarrollo y la velocidad del mismo en *Gnathocerus cornutus* Fab. Para el efecto, cada una de las dos dietas (A y B) se ensayó en presencia de 5 combinaciones distintas de temperatura y humedad. Se encontró que las condiciones óptimas para el desarrollo, son: 28°C y 85-90% H.R., en las cuales, el ciclo completo se desenvuelve en 54 días. El estado crítico en cuanto al desarrollo, es el larval, en el cual es notoria una alta variación entre los individuos en velocidad y tiempo de desarrollo. La duración del ciclo es virtualmente la misma en ambas dietas, pero en la A se observa una mejor adaptabilidad, expresada en proporción de descendientes. Se construyeron tablas de vida y curvas de supervivencia.

SUMMARY

The influence of temperature, relative humidity and diet composition in the duration and velocity of the development cycle of *Gnathocerus cornutus* Fab., was studied.

Each of two diets (A and B) was tried in presence of 5 different combinations of temperature and humidity. Optimal conditions for development were found to be: 28°C and 85-90% R.H., in which the complete cycle lasts 54 days. the larval stage is the critical one in the development, in which a

(1) Profesor asociado, Depto. de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Apdo. Aéreo 23227, Bogotá, D.E.

(2) Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Ap. Aéreo 23227, Bogotá, D.E.

high variation among individuals in both, velocity and span of development, are notorious. The cycle duration is virtually the same for both diets, but in the diet A, a better adaptability, expressed as a proportion of descendents, was observed. Life tables and surviving curves were made.

INTRODUCCION

A pesar de la importancia económica de *G. cornutus*, la literatura, a nivel mundial, ha sido parca en suministrar información sobre su ciclo biológico y hábitos, en general. En Colombia, hasta el momento, no se conoce información alguna sobre investigaciones realizadas en este tenebriónido, excepto el registro efectuado por Trochez (1977). Una posible explicación a este hecho es la aparente dificultad en mantener cultivos de la especie en condiciones de laboratorio (Sokoloff, A.: Comunicación personal).

G. cornutus es una plaga secundaria de cereales, que frecuentemente ha sido encontrada en molinos de harina (TDRI, 1984). También se la ha localizado en cereales, pan, galletas, salvado de trigo, arroz, trigo y tortillas de harina. En Colombia, en el departamento del Valle del Cauca, ha sido ubicado en harinas, trigo, maíz y salvado de maíz. (Trochez, 1977).

El macho de *G. cornutus* es fácilmente distinguible de todos los otros géneros de la familia Tenebrionidae, mientras que la hembra puede ser confundida con machos y hembras del género *Tribolium*. Hay, sin embargo, diferencias nitidas en la forma del extremo apical del proceso prosternal, que pueden servir como criterios de diagnosis en la separación de los géneros (Rowley, 1983): En el género *Tribolium*, dicha estructura es corta y tiene forma achatada; en el género *Gnathocerus*, por el contrario, ésta es alargada y forma tres lóbulos en su extremo apical.

El presente estudio se propone:

Determinar la duración del ciclo biológico de *Gnathocerus cornutus* en dos dietas alimenticias diferentes y cinco combinaciones distintas de temperatura y humedad. Precisar la influencia ejercida por temperatura, humedad y dieta en la velocidad de desarrollo. Elaborar curvas de supervivencia para la especie en las condiciones experimentales.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realizó en el laboratorio de *Tribolium* del departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Los insectos utilizados pertenecen a una cepa mantenida en el mismo laboratorio, la cual se originó en una muestra colectada en un granero de Sevilla (Valle del Cauca) en 1983.

FACTORES AMBIENTALES: Se ensayaron dos mezclas dietéticas diferentes (A y B). Los grupos de insectos se criaron en una u otra de ellas y fueron sometidos a cinco combinaciones de temperatura y humedad.

DIETA A: Componentes pulverizados y mezclados peso a peso: Germen de trigo: Harina de trigo: Salvado de trigo: Levadura de cerveza. Proporciones: 4:3:2.5:0.5, respectivamente.

DIETA B: Componentes pulverizados y mezclados peso a peso: Germen de trigo: Harina de avena: Nuez: levadura de cerveza. Proporciones: 5:5:1:1, respectivamente.

TEMPERATURAS Y HUMEDADES: Las temperaturas utilizadas, fueron: 18-21°C (temperatura ambiente), 25°C y 28°C.

Las humedades relativas fueron las siguientes: 70-80% (humedad ambiente), 65-70% y 85-90%. Los diferentes tratamientos de combinaciones temperatura-humedad, se registran en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos combinados de temperatura-humedad

Tratamiento	T (C)	H.R. (%)	dieta
A-1	18-21	70-80	A
B-1	18-21	70-80	B
A-2	25	65-70	A
B-2	25	65-70	B
A-3	25	85-90	A
B-3	25	85-90	B
A-4	28	65-70	A
B-4	28	65-70	B
A-5	28	85-90	A
B-5	28	85-90	B

DETERMINACION DEL CICLO BIOLOGICO: En la determinación del ciclo biológico, se procedió según cada fase del desarrollo. Al inicio de los experimentos, 25 hembras adultas y fecundadas fueron aisladas durante un periodo de 24 horas, con el fin de obtener huevos. Estas hembras fueron colocadas en frascos de vidrio esterilizados, de 120 cc. con 10 gr. de alimento estandar (19 partes de harina de trigo: 1 parte de levadura de cerveza, p./p.). Los frascos fueron tapados con retazos de muselina y asegurados con banditas de caucho. Cada 24 horas, las hembras fueron transferidas a otro recipiente con las mismas especificaciones, por 4 veces (2a., 3a., 4a., y 5a. réplicas). El medio de cultivo con los huevos se cernió a través de un tamiz muy fino. Los huevos obtenidos se depositaron en sendas cajas de Petri en las respectivas condiciones experimentales. Estos huevos se observaron diariamente hasta su eclosión. También se midieron 200 huevos con la ayuda de un estereoscopio dotado de micrómetro ocular.

Las larvas recién emergidas se transfirieron a frascos de vidrio esterilizados, con una cantidad de 20-30 gr. del correspondiente medio alimenticio, y se depositaron en las condiciones experimentales prescritas. A estos frascos se les cambió el alimento cada 30 días. El desarrollo de las larvas se observó macroscópicamente cada 5 días. Tan pronto como algunas larvas se consideraron totalmente desarrolladas, fueron observadas día de por medio, hasta que entraron en estado de pre-pupa. Una vez en estado de pre-pupas, éstas se aislaron en frascos de vidrio esterilizados de 15 cc. con alimento fresco, y se observaron diariamente hasta que pasaron al estado de pupa, las cuales también fueron observadas cada día. Las pupas obtenidas se sexaron y aislaron hasta cuando emergieron los imagos.

La metodología antes descrita, sirvió también para construir tablas de vida específicas por edades (horizontales) en cada una de las condiciones experimentales investigadas. Estas tablas, a su vez, suministraron elementos para elaborar curvas de supervivencia. Los cálculos para la construcción de tablas de vida, se efectuaron siguiendo el procedimiento de Rabinovich (1978).

Para evaluar el efecto de las variables ambientales: Temperatura, humedad y dieta sobre el desarrollo del huevo, larva, pupa y desarrollo total de *G. cornutus*, se diseñó un modelo completamente al azar, sometiendo los diferentes resultados a análisis de varianza y comparaciones de promedios

(pruebas t). La velocidad de desarrollo se estimó para cada estado metamórfico y para el desarrollo total, mediante la relación $1/Z \times 100$ empleada por Mesa (1986).

RESULTADOS Y DISCUSION

CICLO DE VIDA: El gorgojo "cuerniancho" de las harinas, es un insecto holometábolo que pasa durante su desarrollo, por un estado de huevo, seguido por una larva que se alimenta y crece sobre el medio; ésta última entra en un estado de semilatenia (prepupa) antes de empupar, para finalmente, emerger como adulto (fig. 1).

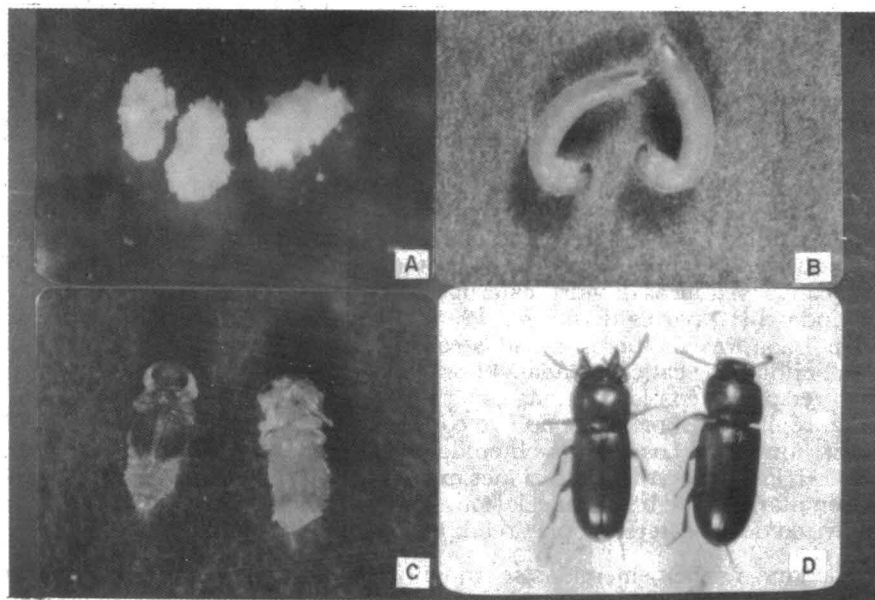


Fig. 1 Ciclo biológico de *Gnathocerus cornutus* Fab. **A**, huevos impregnados de partículas alimenticias. **B**, larvas. **C**, pupas. **D**, adultos: A la izquierda, macho; a la derecha, hembra.

Dos estados del desarrollo de estos insectos son relativamente cortos y, además, susceptibles al canibalismo: El huevo y la pupa. El estado larval es más prolongado y determina la longitud total del ciclo biológico.

En el laboratorio se midieron 200 huevos que tuvieron dimensiones promedio de 0.76 mm. de largo y 0.42 mm. de ancho, las cuales coinciden con lo anotado por Pimentel (1949). La duración de cada uno de los estados metamórficos varía según la clase de alimento, temperatura y humedad, así como también según las condiciones inherentes a cada individuo, las cuales son controladas por factores genéticos. Para una mejor interpretación de los resultados obtenidos, se dilucidará la influencia de la temperatura, humedad y dieta sobre la duración de cada una de las fases del desarrollo.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA: Los números promedios en días de duración (Z), y la velocidad de desarrollo obtenidos para cada estado

inmaduro y para el ciclo biológico completo, se presentan de manera sucinta en la tabla 2.

Tabla 2 - Duración (días) del desarrollo de los estados inmaduros y el ciclo total de *Gnathocerus cornutus* Fab. en las distintas temperaturas.

TEMPERATURA (°C)	N	Tiempo Promedio Desarrollo (Z)	Velocidad Desarrollo (1/Z x 100)
<u>HUEVO</u>			
25	240	7.22 ± 0.64	13.84
28	287	5.38 ± 0.56	18.58
Amb.	54	14.63 ± 1.08	6.83
<u>LARVA</u>			
25	240	56.08 ± 8.39	1.78
28	287	45.23 ± 10.69	2.21
Amb.	54	114.76 ± 10.50	0.87
<u>PUPA</u>			
25	240	7.21 ± 0.62	13.85
28	287	6.30 ± 0.58	15.86
Amb.	54	15.90 ± 1.77	6.28
<u>CICLO</u>			
25	240	70.52 ± 8.28	1.41
28	257	56.92 ± 10.72	1.75
Amb.	54	145.30 ± 11.51	0.68

Como se puede observar en la tabla, existen diferencias altamente significativas entre los periodos de duración en cada una de las temperaturas investigadas, en todos los estados biológicos. Con base en estos resultados se puede afirmar que la temperatura tiene un efecto marcado sobre la longitud y velocidad del desarrollo de *G. cornutus*. En otras especies relacionadas, como *Tribolium castaneum*, *T. confusum* y *T. madens*, se ha encontrado también un efecto notorio de la temperatura sobre el desarrollo (Howe, 1956, 1960 y 1962).

EFFECTO DE LA HUMEDAD RELATIVA: Se aprecia que en el único estado inmaduro donde existen diferencias altamente significativas entre los tiempos de duración en las humedades relativas ensayadas, es en el larval (tabla 3).

Tabla 3 - Duración (días) del desarrollo de los estados inmaduros y el ciclo total de Gnathocerus cornutus Fab. en las distintas humedades.

Humedad Relativa (%)	N	Tiempo Promedio Desarrollo (Z)		Velocidad Desarrollo
<u>HUEVO</u>				
65-70	177	6.25 ±	1.00	15.99
85-90	350	6.20 ±	1.14	16.13
Amb.	54	14.63 ±	1.08	6.83
<u>LARVA</u>				
65-70	177	59.62 ±	6.69	1.67
85-90	350	45.39 ±	9.76	2.20
Amb.	54	114.76 ±	10.50	0.87
<u>PUPA</u>				
65-70	177	6.84 ±	0.77	14.60
85-90	350	6.65 ±	0.73	15.02
Amb.	54	15.9 ±	1.77	6.28
<u>CICLO</u>				
65-70	177	72.73 ±	7.31	1.37
85-90	350	58.25 ±	10.62	1.71
Amb.	54	145.30 ±	11.51	0.68

La humedad relativa no tiene un efecto notorio sobre la duración de los estados de huevo y pupa, pero sí lo tiene sobre el tiempo de desarrollo de la larva. Esta última etapa determina, a su vez, la longitud del desarrollo total; por lo tanto, la humedad relativa tiene un efecto sobre la duración del ciclo biológico de *G. cornutus* (Fig. 2).

En *T. castaneum*, *T. confusum*, *T. madens* y en otras plagas de productos almacenados, se ha observado que la humedad tiene un efecto sobre la duración del estado larval y sobre el desarrollo total, pero los periodos de huevo y pupa no son afectados (Howe, 1956, 1960 y 1962; TDRI, 1984).

EFFECTO DE LA DIETA: Las dietas, probablemente no tienen efecto directo sobre la duración del estado de huevo (tabla 4), porque, según Stanley (1965), citado por Sokoloff (1972), éste es impermeable a los elementos externos, excepto al oxígeno. Toda la energía requerida para el desarrollo del embrión es suministrada por el vitelo, el cual es proporcionado por la madre. Las pequeñas variaciones presentes en el desarrollo del embrión, posiblemente son inherentes a cada huevo.

Las dietas ensayadas, sin embargo, tienen un efecto indudable sobre el desarrollo de la larva (único estado inmaduro que intercambia materia y energía con el medio ambiente); esto es de esperarse, ya que el alimento proporciona, en mayor o menor grado, los requerimientos nutricionales que van a ser utilizados en los distintos procesos metabólicos. Según los análisis estadísticos, lo que no se presentó fue un efecto diferencial significativo entre los tiempos de desarrollo en las dietas A y B, lo cual haría suponer que éstas son nutricionalmente semejantes. Sin embargo, a lo largo del desarrollo larval se observó que en la dieta B, la duración de éste fue un poco menor que en la dieta A (tabla 4). Es muy factible que el medio B haya resultado más adecuado que el medio A, debido a que el primero está integrado en parte por harina de avena, y según Vásquez y Rodríguez (1982), la avena tiene la propiedad de ser muy higroscópica, hecho que pudo contribuir a mantener una mayor humedad que en el medio A. Parece ser que las larvas de esta plaga requieren gran contenido de humedad para alcanzar un desarrollo más rápido, lo cual está confirmado por Shepherd (1924).

Las pupas no toman alimento del medio externo. La energía requerida para los procesos de morfogénesis, probablemente provienen del alimento acumulado durante el estado de larva.

La duración del desarrollo total se vió afectada de igual forma que el desarrollo larval; como ya se ha mencionado, dicho estado inmaduro determina en gran proporción la longitud del ciclo de vida de *G. cornutus*.

En resumen, se puede afirmar que el tiempo de desarrollo de los diversos estados metamórficos de *G. cornutus*, se afectan de manera inversa con la temperatura. La velocidad de desarrollo es también dependiente de la temperatura, y se incrementa cuando esta última lo hace, o disminuye cuando hay un descenso térmico; es decir, guardan una relación directamente proporcional. De lo anterior se puede deducir que a una mayor temperatura, se presenta un menor tiempo de desarrollo y una mayor velocidad del mismo. Entre las temperaturas ensayadas a lo largo del presente estudio, la más eficiente para el desarrollo de *G. cornutus*, corresponde a 28°C (duración del ciclo: 57 días); esta es diferente a la óptima de 21°C señalada por Morison (1926), y se halla dentro del rango óptimo de 24-30°C propuesto por Pimentel (1949).

La humedad relativa tiene el mismo efecto sobre el desarrollo que el mostrado por la temperatura; pero de las distintas etapas del ciclo, sin duda, la larval es la más afectada. Entre las humedades relativas ensayadas, la más eficiente según tiempo de desarrollo, corresponde a 85-90% (duración del ciclo: 58 días). También cae dentro del rango de 75-90% propuesto por Pimentel (1949).

Tabla 4 - Duración (días) del desarrollo de los estados inmaduros y el ciclo total de *Gnathocerus cornutus* Fab. en las dietas ensayadas.

Dieta	N	Tiempo Promedio Desarrollo (Z)	Velocidad Desarrollo
<u>HUEVO</u>			
A	313	7.03 ± 2.80	14.21
B	268	6.96 ± 2.52	14.37
<u>LARVA</u>			
A	313	56.43 ± 23.97	1.77
B	268	55.88 ± 18.93	1.79
<u>PUPA</u>			
A	313	7.57 ± 2.71	13.21
B	268	7.58 ± 2.93	13.19
<u>CICLO</u>			
A	313	71.03 ± 28.85	1.40
B	268	70.41 ± 23.82	1.42

El ciclo biológico, en las condiciones naturales del laboratorio (18-21°C y 70-80% H.R.) fue el más largo, con una duración promedio de 145 días. A 28°C y 85-90% H.R. se obtuvo el menor promedio de duración del ciclo: 54 días (fig. 2).

Con respecto a las dietas, se recordará que en la B, la duración del desarrollo total fue ligeramente menor que en la A. Sin embargo, en la A se obtuvo mayor descendencia que en la B. Este resultado, interpretado en términos de valor adaptativo o de mayor fecundidad, significa que la dieta A es más adecuada para la especie que la dieta B.

Entre los estados metamórficos analizados, se notó que los huevos y las pupas manifestaron las menores duraciones y las más altas velocidades de desarrollo.

Se pudo observar, además, la existencia de fluctuaciones en los tiempos de desarrollo dentro de cada uno de los diferentes estados metamórficos (tablas 2,3 y 4). El larval fue el estado que presentó las mayores variaciones individuales en el desarrollo, lo cual se reflejó a su vez, en duraciones diferenciales del ciclo completo. El estado larval, es pues, el crítico en cuanto a duración y velocidad del desarrollo. Se ha postulado que la heterogeneidad individual en el desarrollo larval de *T. castaneum* y otras plagas de productos

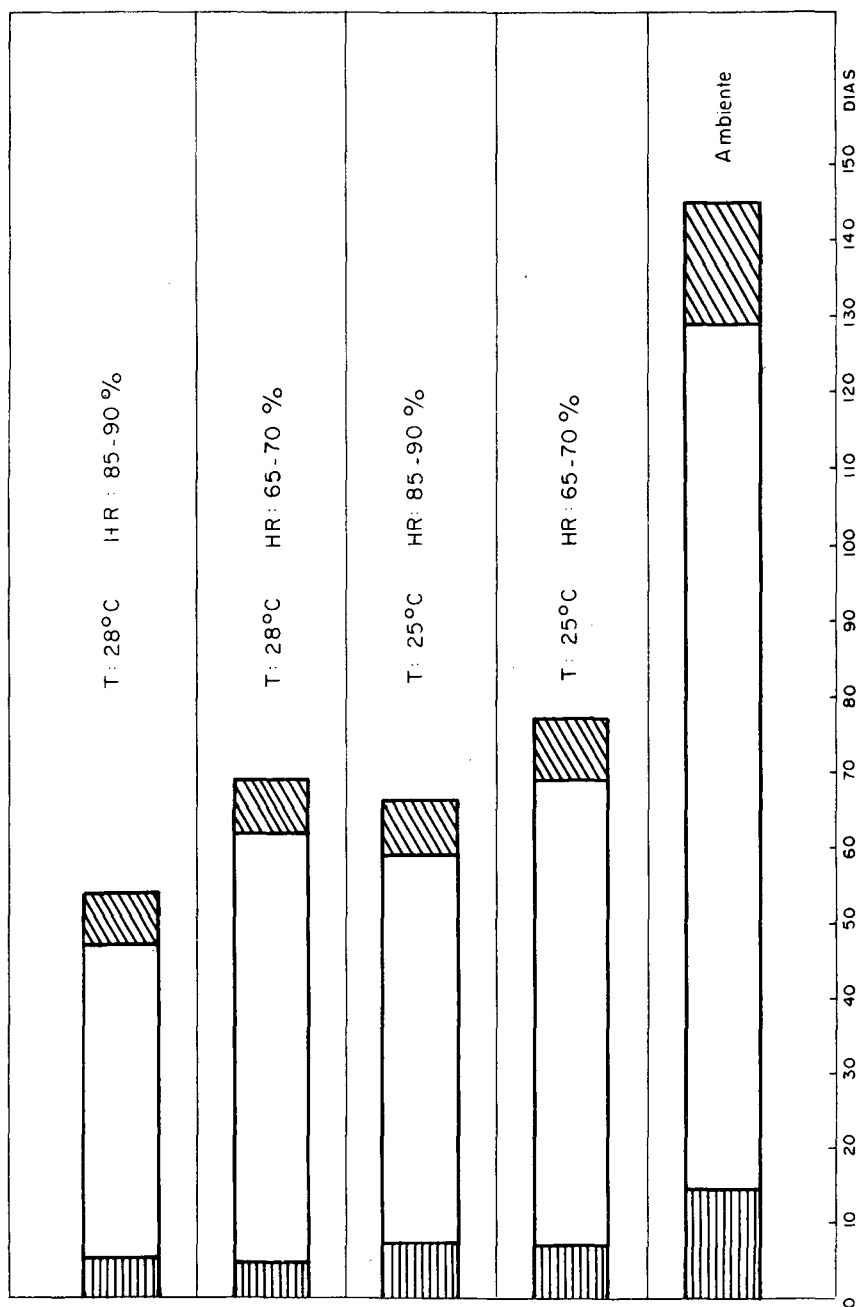
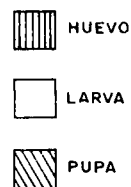


Fig. 2 - Duración promedio (días) del ciclo biológico de *Gnathocerus cornutus* Fab. en las distintas combinaciones de temperatura y humedad.



almacenados, se debe a diferencias genéticas. (Howe, 1956, 1960, 1961, 1962 y 1965). La misma razón podría ser invocada en el caso de *G. cornutus*.

CURVAS DE SUPERVIVENCIA: Se elaboraron tablas de vida y se construyeron gráficas de supervivencia para cada uno de los diferentes tratamientos. En todos los casos, se observó un comportamiento similar, por lo cual, se presenta únicamente la gráfica elaborada a partir de los datos obtenidos en las condiciones óptimas: 28°C y 90% H.R. (fig. 3).

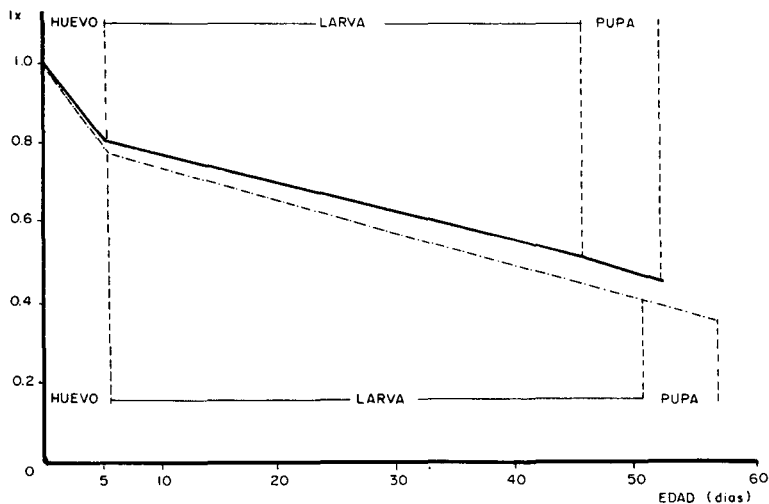


Fig. 3 - Curva de supervivencia de *Gnathocerus cornutus* Fab obtenida a 28°C y en H.R. 85-90, en las dietas A y B

— Dieta A

- - - Dieta B

I_x - Proporción de sobrevivientes a la edad x (etapa), N_x/N_0

N_0 - Número de individuos al inicio del estudio

N_x - Número de individuos vivos en cada edad x

La cohorte de *G. cornutus* desarrollada en la dieta A., se inició con 240 huevos (1.0, columna I_x), de los cuales se obtuvieron 194 larvas (0.8); de éstas, lograron el estado de pupa, 126 (0.52) y, finalmente, emergieron 112 imagos (0.46). Las proporciones de mortalidad diaria en las diferentes fases fueron: 0.037 (huevos), 0.007 (larvas) y 0.009 (pupas). Algo semejante ocurrió con la cohorte obtenida a partir de 258 huevos colocados en las mismas condiciones experimentales, pero en la dieta B (fig. 3). Del examen de estos resultados se puede concluir lo siguiente:

Las curvas de supervivencia para las dietas A y B muestran una caída brusca en la etapa de huevo, la cual puede deberse a la no eclosión de algunos huevos inviables, y a la desaparición de otros, presuntamente por canibalismo larvario.

La etapa larval muestra poblaciones en las cuales hay unas proporciones de sobrevivientes que disminuyen en forma más o menos constante y muy moderada.

En el estado de pupa se observa un ligero incremento en las tasas de mortalidad con respecto a la etapa larval; esto, de nuevo, es atribuible a canibalismo larvario.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestros agradecimientos a la Profesora Indiana Bustos del Departamento de Biología de la Universidad Nacional, Bogotá, por su asesoría y acertadas sugerencias en relación con el tratamiento estadístico de los datos. De igual forma, agradecemos al Dr. Luis E. Aguirre, de la misma Institución, por la versión al Inglés del resumen.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Howe, R.W., 1956. The effect of the temperature and humidity on the rate of development and mortality of *Tribolium castaneum* (Herbst.). Ann. Appl. Biol. 44:356-368.
- Howe, R.W., 1960. The effect of the temperature and humidity on the rate of development and mortality of *Tribolium confusum* (Duv.). Ann. appl. Biol. 43:363-376.
- Howe, R.W., 1961. Developmental time and age in *Tribolium castaneum* (Duv.) Trib. Inf. Bull. 4:21-22.
- Howe, R.W., 1962. the effect of the temperature and humidity on the rate of development and mortality of *Tribolium madens* (Charp.). Ann. appl. Biol. 50:649-660.
- Howe, R.W., 1965. Development period, and the shape of the curve representing it in stored products beetles. J. Stor. Prod. Res. 2: 117-134.
- Mesa, N.C. 1986. Reconocimiento taxonómico de ácaros de la familia Phytoseiidae, estudio biológico y comportamiento de las principales especies en el cultivo de la Yuca (*Manihot sculenta* Crantz) en el departamento del Valle. Tesis de post-grado, ICN-U.N., Bogotá.
- Morison, G.D. 1926. Notes on the broad horned flour beetle. Rev. Appl. Entom. 14A: 371-372.
- Pimentel, D. 1949. biology of *Gnathocerus cornutus*. J. Econ. Entom. 42(2): 229-231.
- Rabinovich, J.E. 1978. Ecología de poblaciones animales. Monografía # 21, serie de Biología. Secretaría general de la Organización de los Estados Americanos (O.E.A.). Washington, D.C.
- Rowley, J.Q. 1983. A simple method for the separation of *Gnathocerus* spp. (Coleoptera: Tenebrionidae). J. Stor. Prod. Res. 19: 139-140.
- Shepherd, D. 1924. Life history and biology of *Echocerus cornutus* (Fab.). J. Econ. Entom. 17: 572-577.
- Sokoloff, A. 1972. the biology of *Tribolium* with special emphasis on genetic aspects. Vol. 1, Oxford Univ. Press.
- Trochez, A.L. 1977. Pérdidas en trigo almacenado por alimentación de *Sitophilus oryzae* y reconocimiento de las plagas que atacan productos almacenados en el Valle del Cauca. Tesis de post-grado, U.N. - I.C.A. (Tibaitatá).
- Tropical Development and Research Institute (TDRI) 1984. Insects and arachnids of tropical stored products, their biology and identification (a training manual). London.
- Vásquez, W. y M. Rodríguez. 1982. Efecto de los factores ambientales, temperatura y dieta en la productividad y la tasa de desarrollo de *Tribolium castaneum* (Herbst.). Bol. Dept. Biol., U.N. 1 (4).