

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL DESARROLLO DE *Oligota centralis* Sharp
(COLEOPTERA: STAPHYLINIDAE), PREDADOR DE ACAROS TETRANIQUIDOS EN YUCA
Manihot esculenta Crantz**

Jorge Iván Lenis C.
Anthony Belloti;
José Iván Zuluaga C.
Nora Cristina Mesa C.
Myriam Cristina Duque*

RESUMEN

Los estafilínidos son coleópteros predadores asociados a los ácaros tetránquidos, los cuales les sirven de presa. En el cultivo de la yuca, *Manihot esculenta* Crantz, se han encontrado dos especies del género *Oligota*, determinadas como *O. minuta* y *O. centralis*, con predominancia de la segunda, objeto del presente estudio. *O. centralis* está registrada como importante predador de los ácaros *Mononychellus* spp. y *Tetranychus urticae* en el cultivo de la yuca, en diferentes regiones de América Tropical. Se estudió la biología de este insecto y algunos parámetros vitales como: tiempo y velocidad de desarrollo, umbral mínimo de temperatura y tiempo fisiológico en condiciones de laboratorio, a cuatro temperaturas (15, 20, 25 y 30°C) y 70 + 5% de H.R. Se observó además, el efecto de las dos presas ofrecidas *T. urticae* y *M. progresivus*, sobre el desarrollo total de huevo a adulto. El predador presentó tres instares larvales, con un tiempo de desarrollo total desde huevo hasta adulto, de 58,9; 31,9; 18,9 y 16,4 días a 15, 20, 25 y 30°C de temperatura, respectivamente. Los estados de huevo, larva 1, larva 2, larva 3, y pupa, requieren de 76,9; 19,6; 27,3; 38,6 y 166,32 grados-día, respectivamente para completar su desarrollo. El umbral mínimo de temperatura fue de 7,3; 12,9; 3,7; 9,2 y 9,8°C para cada uno de dichos esta-

dos. En cuanto al efecto de la presa sobre el desarrollo total se determinó una duración de 18,9 días, cuando consumió *T. urticae* y 18,2 días al tener como presa *M. progresivus*.

SUMMARY

Staphylinid beetles are predators of tetranychid mites. On cassava, *Manihot esculenta* Crantz two species, belonging to genus *Oligota*, have been found: *O. minuta* and *O. centralis* being the first one predominant and the object of this study. *O. centralis* has been recorded preying upon the cassava green mite *Mononychellus progresivus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* in various regions of tropical America. Experiments were established under laboratory conditions at four temperatures (15, 20, 25 and 30°C) and 70 + 5% R.H. to study developmental time, minimum developmental threshold and physiological time for *O. centralis*. Additionally the effect of the two prey, *M. progresivus* and *T. urticae*, on egg to adult development was studied. The predator showed three larval instars and a total developmental time from egg to adult of 58,9, 31,9, 18,9 and 16,4 days at 15, 20, 25 and 30°C respectively. The egg stage, first, second and third instar larvae and pupae required 76,9; 19,6; 27,3; 28,6 y 166,32 degree-days to complete development. The minimum developmental threshold was 7,3, 12, 1,3,7, 9,2 and 9,8°C for each stage. Egg-to-adult duration was 18,9 days when preying on *T. urticae* and 18,2 days on *M. progresivus*.

INTRODUCCION

La yuca *Manihot esculenta* Crantz, es una Euphorbiaceae nativa de América Tropical, que se ha constituido en un cultivo de gran importancia en todas las regiones tropicales del mundo, tanto por el consumo de raíces frescas como por su uso agroindustrial.

Los ácaros tetránquidos de las especies *Mononychellus progresivus* y *Tetranychus urticae* se consideran entre las plagas más serias que atacan la yuca, inciden con mayor frecuencia durante la época seca y causan severos daños en la mayoría de las regiones donde se presentan.

Estos ácaros muestran características como: ciclos de vida cortos, capacidad de incremento y de daño elevada, facilidad de dispersión y una alta capacidad para adquirir resistencia a los plaguicidas, razones por las cuales se les presta tanta atención y exigen que se analicen tácticas para su control.

En el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, una de las tácticas consideradas por el "Proyecto de Control Biológico de Acaros Fitófagos de Yuca", es la búsqueda de enemigos naturales de dichas plagas.

En el grupo de los insectos se ha reportado la presencia de los coleópteros *Stethorus tridens* (Coccinellidae) y *Oligota centralis* (Staphylinidae), asociados con frecuencia a los ácaros fitófagos de la yuca, y que podrían ser considerados como reguladores biológicos en sistemas de control integrado de plagas.

* Respectivamente: Estudiante de Tesis, Univ. Nal. Palmira; Entomólogo Asociado Investigación Proyecto Acaros-CIAT; Profesor Asociado Univ. Nal. Palmira, Programa de Biometría-CIAT.

Con base en lo anterior, se planeó el presente trabajo con el objetivo de conocer algunos aspectos del ciclo de vida de la especie *O. centralis* y de su comportamiento alimenticio. Para ello se propusieron los siguientes objetivos específicos.

1. Determinar una metodología de cría y colonización para *Oligota centralis*.
2. Establecer el efecto de la temperatura sobre el tiempo y la velocidad de desarrollo del predador.
3. Calcular el umbral mínimo de temperatura y la constante térmica en grados-día, requeridos para el desarrollo de dicha especie.
4. Establecer el efecto de dos presas, los tetraníquidos *Tetranychus urticae* y *Mononychellus progresivus*, sobre el desarrollo del coleóptero predador.
5. Elaborar la tabla de vida de esta especie, a cuatro temperaturas, en función de tasa intrínseca de incremento natural (R_m) y tasa finita de incremento (λ).

REVISION DE LITERATURA

Borror et al (4) afirman que la familia Staphylinidae, cuyos representantes son conocidos como "escarabajos errantes", son delgados y alargados y pueden ser reconocidos generalmente por sus élitros muy cortos.

Los estudios efectuados sobre los estafilínidos hallados en cultivos de yuca, alimentándose de ácaros, indican la presencia de un complejo formado por dos especies del género *Oligota*: *O. centralis* y *O. minuta*.

La relación entre temperatura y el tiempo de desarrollo arroja como resultado una curva en forma de "J" invertida; la misma relación, pero de una manera diferente, la temperatura versus tasa de desarrollo (inverso del tiempo

de desarrollo), resulta en una curva sigmoidea en forma de "S" (11).

Los mismos autores consideran que para cada especie se presenta un límite inferior (umbral mínimo), debajo del cual el desarrollo cesa. En la práctica una estimación de este umbral se obtiene por la proyección del segmento recto de la curva (tasa de desarrollo vs. temperatura) hasta interceptar el eje de la temperatura. Este método de "aproximación lineal", normalmente exagera el umbral mínimo de desarrollo, pero éste es de poco interés en la práctica, ya que ocurre muy poco desarrollo en los puntos cercanos al umbral. Zalom et al. (12), expresan que al incrementarse la temperatura, el tiempo invertido en el desarrollo decrece, pero la acumulación de calor requerida para completar éste permanece aproximadamente igual. Esta unidad de medida de calor acumulado es conocida como "tiempo fisiológico". El tiempo fisiológico proporciona una referencia común para el desarrollo de los organismos.

Tanigoshi (10) enfatiza en la necesidad de cuantificar la capacidad de multiplicación de una especie con base en la estimación de su tasa intrínseca de incremento (R_m) a partir de las tablas de vida de Birch (3).

Según Deevy (6) las tablas de vida son la reunión de ciertos parámetros vitales de una población, comenzando con una cohorte real o imaginaria con todos sus miembros vivos, registrando para cada intervalo de edad el número de muertes, sobrevivientes y la esperanza de vida.

De acuerdo con Rabinovich (9) las tablas de vida representan la manera sinóptica y sintética de plasmar en forma cuantitativa y numérica, las principales características de la mortalidad específica por edades. Así como también, es un punto de partida para elaborar parámetros poblacionales, y de esta manera evaluar importantes características concernientes a la población en estudio.

MATERIALES Y METODOS

Establecimiento de Colonias de *T. urticae* y *M. progresivus*

Para establecer las colonias de las especies de Tetranychidae, se utilizó la variedad de yuca CMC-40, porque produce abundante follaje, hojas de tamaño grande y es susceptible al ataque de ácaros fitófagos.

En casas de malla, a $30 \pm 10^\circ\text{C}$ y $70 \pm 10\%$ de HR, se colocaron plantas de yuca de 1 a 2 meses de edad y se infestaron con hojas atacadas por las especies fitófagas; al cabo de dos semanas, las plantas presentaban poblaciones altas de los tetraníquidos. Cabe anotar que cada especie se colonizó en forma separada.

Establecimiento de Colonias de *Oligota centralis*

Con el propósito de establecer la cría masiva de este predador, se probaron los dos métodos que se describen a continuación:

Sistema de cría en jaula

Para este método se usó una jaula de madera de 90 cm de ancho, 110 cm de alto y 120 cm de largo, (forrada en tul), dentro de la cual se colocaron 15 plantas de yuca (Figura 1) provenientes de las casas de malla infestadas con las dos especies de tetraníquidos. En la base de la jaula se colocó tierra colectada en lotes experimentales del CIAT, la cual se mezcló con arena, en una proporción de cuatro partes de arena por una de tierra y cada dos días, se le agregó agua.

Semanalmente se colocaron plantas nuevas y sobre éstas se depositó el follaje de las plantas anteriores, que tenían estados inmaduros de *O. centralis*. De otra parte, se removió la parte superficial de la tierra que estaba en las materas, dentro de la jaula, tratando así de recuperar pupas.

Este experimento se efectuó bajo tres condiciones ambientales:

- En condiciones de la casa de malla, es decir, $30 \pm 10^{\circ}\text{C}$ y $70 \pm 10\%$ de H.R.
- En condiciones de laboratorio en una cabina a 25°C y $70 \pm 5\%$ de H.R.
- En un área bajo techo, a $25 \pm 10^{\circ}\text{C}$ y $60 \pm 5\%$ de H.R.

Sistema de cría en bandeja

Simultáneamente se estableció la segunda metodología, que consistió en colocar hojas de yuca infectadas con los ácaros fitófagos, en un recipiente (bandeja) plástico transparente de $30 \times 25 \times 20$ centímetros, con tapa hermética acondicionada con un orificio de 10 centímetros de diámetro, cubierto con tul para facilitar la aireación de las hojas (Figura 2). Acopladas a distintos niveles se dispusieron dentro de la bandeja dos parrillas, la primera, ubicada aproximadamente, a cinco centímetros de la base de la bandeja y consistía en una malla de hierro. La segunda, se colocó a cinco centímetros de distancia de la primera. Esta se construyó con un marco de aluminio atravesado por hilos de nylon.

En el fondo de la bandeja se colocó una toalla de papel para evitar el exceso de humedad.

Inicialmente se utilizaron 15 hojas de yuca infestadas con los ácaros fitófagos, cada una de ellas con el pecíolo dentro de un frasco con agua, la boca de cada vial se aseguró con parafilm, para evitar la salida del agua.

El follaje preparado en esta forma se colocó en la bandeja junto con los adultos de *Oligota centralis*. Después de cuatro a cinco días, los insectos consumieron los ácaros de las hojas; en este follaje se encontraban huevos y los diferentes instares larvales del predador; luego se procedió a transferir las hojas a otra bandeja con las mismas características, pero con tierra en el fondo para facilitar el proceso de empupamiento de las larvas del último



Figura 1. Jaula de madera forrada en tul para la cría masiva de *O. Centralis*.

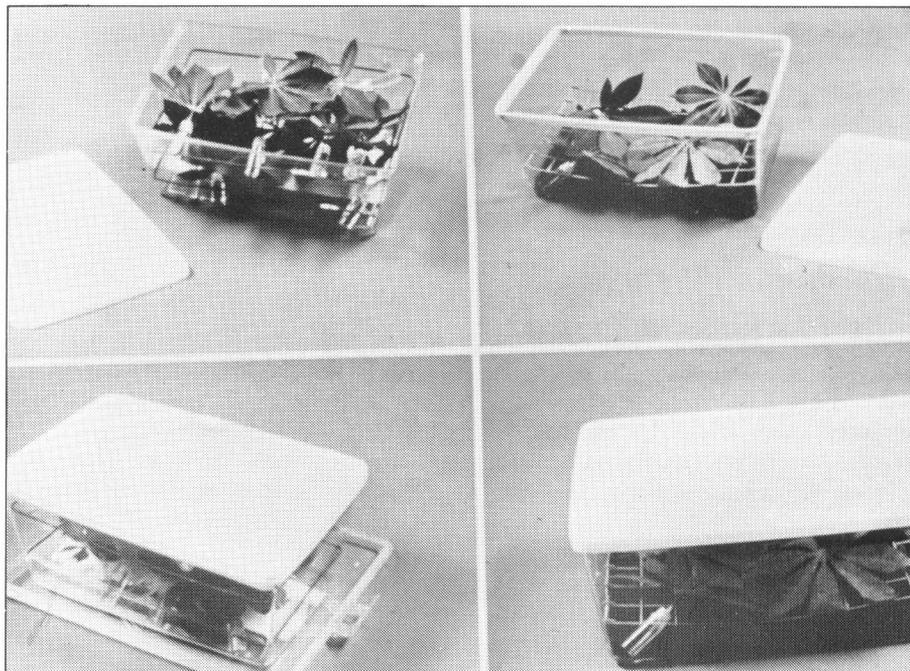


Figura 2. Sistema de cría en bandeja para la cría de *O. centralis*.

instar de *O. centralis*. Es decir, en la primera bandeja se obtienen los huevos y transcurren el primer y segundo instar larval y en la segunda, se desarrolla el tercer instar y ocurre el em-

pupamiento y la emergencia de los adultos. Los nuevos adultos se transfirieron a una bandeja con las características ya anotadas.

Con este intercambio sucesivo de una bandeja a otra y de renovación del follaje, se estableció el presente método. Esta unidad de cría se dispuso en una cabina a 25°C y 70 ± 5% de H.R.

En los dos sistemas se colocó una población inicial de 100 adultos colectados en lotes experimentales del CIAT, con ayuda de un aspirador bucal. A los 30 y 60 días después del confinamiento de los primeros adultos en los dos sistemas, se procedió a contar los nuevos adultos.

Efecto de la temperatura sobre el tiempo de desarrollo de *O. centralis*

Para este experimento se adoptó la metodología utilizada en ciclos de vida de los Phytoseiidae, en el mismo Proyecto Acaros. Consistió en colocar en el interior de un frasco plástico transparente, de un centímetro de alto por tres centímetros de diámetro, discos superpuestos de papel filtro humedecido con agua y discos de hoja de yuca del mismo diámetro.

Para evitar el escape tanto de los ácaros ofrecidos como presa, así como de

los predadores, los frascos se taparon con plástico adhesivo transparente, lo cual permitió realizar fácilmente las observaciones.

Los experimentos se realizaron a 15, 20, 25 y 30°C y 70 ± 5% de H.R. constantes. Para la obtención de los huevos del predador e iniciación de los experimentos, se colocaron 100 adultos de *O. centralis* en la unidad de cría descrita anteriormente, por espacio de 12 horas; al día siguiente se aspiraron los adultos y se aislaron los huevos que se encontraban en estas hojas, y luego se iniciaron los experimentos. Cada individuo se observó diariamente durante su desarrollo y se registraron los cambios en cada instar hasta llegar al estado adulto. Al ocurrir el tercer instar larval, se colocó tierra a los frascos, se adicionó agua pero evitando la saturación; en esta forma se propició que las larvas llegaran a su estado de pupa. Con el propósito de mantener un microclima adecuado y un ambiente de penumbra, se colocaba encima de la tierra de cada frasco un disco de hoja de yuca y dependiendo del grado de humedad de la tierra se adicionaba agua.

Los ciclos de vida realizados a diferentes temperaturas tuvieron como presa a *T. urticae*. De otra parte, el ciclo de vida de *O. centralis*, alimentado con *M. progresivus*, se desarrolló a 25°C de temperatura.

Cálculo de la velocidad de desarrollo, umbral mínimo de temperatura y tiempo fisiológico o constante térmica

El cálculo de estos parámetros vitales se hizo de acuerdo con lo indicado por Zalon et al. (12); para cada estado biológico se calculó la velocidad de desarrollo (VD) a cada temperatura (T), multiplicando por 100 el inverso del tiempo de desarrollo (y) con la ecuación que ajusta la recta. ($VD = b_0 + b_1 t$), se calculó la temperatura a la cual la velocidad de desarrollo sería cero, temperatura conocida como "umbral mínimo de temperatura" (UM); se procedió de la siguiente manera:

$$0 = b_0 + b_1 (UM)$$

es decir,

$$UM = \frac{-b_0}{b_1}$$

A partir del conocimiento del umbral mínimo es posible estimar el valor de la constante térmica (K) con la fórmula propuesta: $K = y (T - UM)$

Donde:

y = Tiempo de desarrollo a la temperatura T.

T = Temperatura

UM = Umbral mínimo

Tablas de vida

Las tablas de vida fueron construidas de acuerdo con los principios establecidos por Andrewartha y Birch (1).

Los cálculos se hicieron a partir de los datos de sobrevivencia y fecundidad para cada edad específica. La información se organizó en forma de tabla de vida con las siguientes columnas:

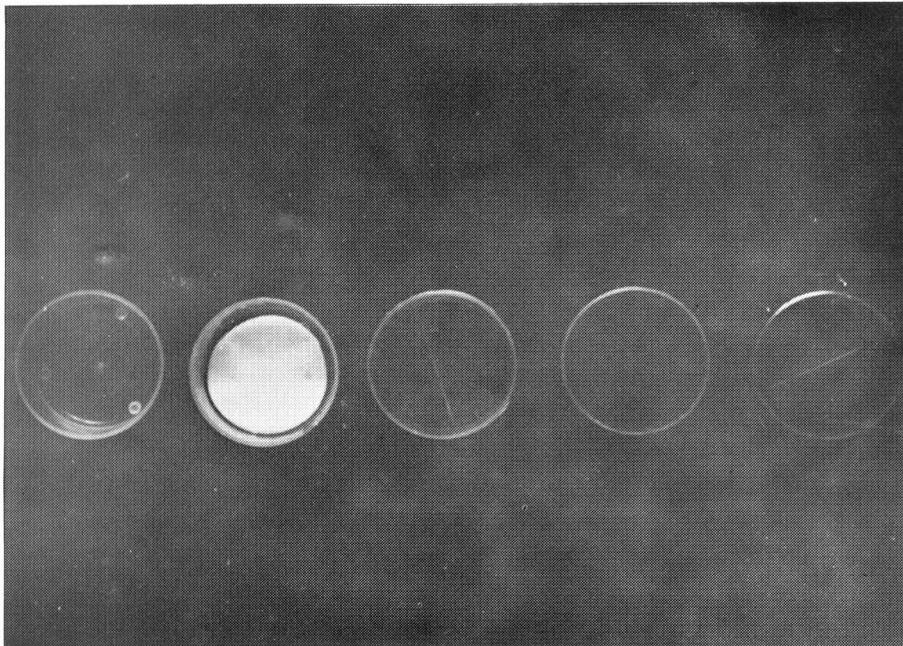


Figura 3. Frascos utilizados para las biologías de *O. Centralis*.

Lx = Probabilidad de sobrevivencia específica por edad.

Mx = Tasa de natalidad o fecundidad específica por edad.

La sumatoria del producto ($1 \times Mx$) sobre todos los grupos proporciona el valor de (R_0) o tasa reproductiva neta, conocida como tasa de reemplazo y refleja el número promedio de prole hembra que es capaz de producir cada hembra de la población durante toda la vida, es decir, la capacidad de multiplicación, en el lapso de una generación.

El tiempo promedio de generación (T) es el tiempo que transcurre entre el nacimiento de los padres y el nacimiento de hijos y se calculó así:

$$T = \frac{\sum LxMxX}{\sum LxMx}$$

La tasa intrínseca de incremento natural (R_m) que indica la capacidad reproductiva máxima de un organismo o sea su poder de aumentar numéricamente fue calculada con la ecuación:

$$R_m = \frac{\ln(R_0)}{T}$$

Otros parámetros básicos que se estimaron fueron: la tasa finita de incremento (λ), es decir, el número de hembras adicionadas a la población, por hembra por día, con la ecuación:

$$\lambda = e^{R_m}; e = 2,71828$$

El tiempo de duplicación, es decir, el tiempo necesario para que la población de cada especie estudiada se duplique, se calculó con la fórmula:

$$T_D = \frac{\ln^2}{R_m}$$

RESULTADOS

Establecimiento de la Colonia de *O. centralis*

Como lo muestra la Tabla 1, se pudo establecer que el método más eficiente

TABLA 1. Resultados comparativos entre dos métodos de colonización para *O. Centralis*.

Número de adultos	Bandejas	Jaula
Número Inicial	100	100
30 días después	136	15
60 días después	121	1

fue el de la bandeja, ya que 30 días después de colocar los adultos iniciales, se obtuvo una población de 136 adultos, mientras que en la jaula sólo se contabilizaron 15 adultos.

En la segunda evaluación, a los 60 días, se encontraron 12 adultos nuevos en la bandeja, mientras que en la jaula sólo se encontró un adulto.

El método de la bandeja, conocido en el proyecto como método de cría Mesa y Bellotti para la cría de Phytoseiidae, resultó ser el más exitoso en cuanto al número de individuos obtenidos; además, se pudo establecer un mejor manejo de todos los estados del insecto y así mantener condiciones climáticas más apropiadas.

Descripción de los estados de desarrollo de *O. centralis*

Huevo

Es de forma ovalada (Figura 4); recién colocados son lisos y de color amarillo claro; un día después aparece una fina reticulación en su superficie. Las hembras ovipositan aisladamente y a veces en grupos de tres a cuatro y hasta cinco huevos, a lo largo de la nervadura central de la hoja; inmediatamente después los cubren con exuvias y cadáveres de ácaros, para protegerlos. Los huevos tienen 0,32 mm. de diámetro polar y 0,22 mm de diámetro ecuatorial.

El período de incubación varió en función de la temperatura; el huevo tardó 9,9 días a 15°C y sólo 3,5 cuando se sometió a 30°C (Tabla 2). En cuanto al porcentaje de eclosión (Tabla 3) se constató que el mayor valor se presen-

ta a 25°C con un 86% de huevos eclosionados y el menor valor fue 79% a 15°C, lo cual está indicando un efecto marcado de tal factor ambiental en el desarrollo del huevo.

Larva

O. centralis pasa por tres instares (Figura 5), cuya duración depende de la temperatura y de la disponibilidad de alimento. La larva después de emerger inicia la búsqueda de las presas, representadas por todos los estados de desarrollo de los tetraníquidos. El primer instar, como es normal, es el más pequeño, mide en promedio 0,82 mm de longitud; se observa una característica que perdura en todos los estados larvales y una mancha negra en el dorso del octavo segmento abdominal, constituida por dos placas fuertemente pigmentadas y quitinizadas, con una hendidura entre ellas por donde se proyecta, cuando se disturba, un órgano interno de color naranja a rojizo llamado osmeterio; según Quiñones (8), éste órgano aparentemente es un mecanismo de defensa y es muy posible que libere una sustancia repelente como sucede con ciertas larvas de Lepidoptera.

En el segundo instar la larva adquiere mayor tamaño, con una longitud promedio de 1,3 mm y se torna más activa. Antes de cada muda las larvas entran en un estado de quiescencia de corta duración; se puede observar que ocurre un rompimiento a lo largo de la línea media dorsal del tórax, emergiendo, en primer lugar, la cabeza y luego el resto del cuerpo. El tercer instar, de coloración amarillo intenso, es de mayor tamaño, su longitud promedio es de 1,8 mm; es el período de mayor actividad y consumo de presa.

Prepupa

La larva completamente desarrollada, inicia la búsqueda de un sitio para empupar; se observó que si no encuentra un lugar adecuado, en el término de dos días, ésta muere.

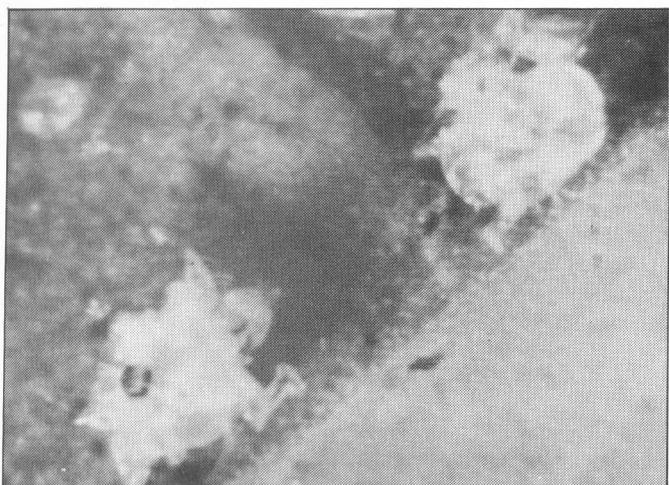


Figura 4. Aspecto del huevo de *O. Centralis*

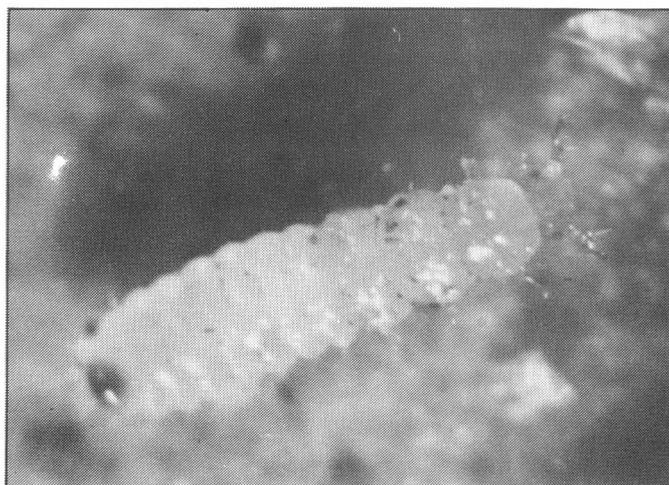


Figura 5. Aspecto de una larva de tercer instar de *O. centralis*

TABLA 2. Duración (días) de los estados de desarrollo de *Oligota centralis* Sharp.

Temperatura (°C)	Huevo	Estados Larvales			Pupa	Desarrollo Total
		I	II	III		
15	9,9 A*	5,4 A	2,6 A	7,8 A	33,4 A	59,0 A
20	6,3 B	2,4 B	1,7 B	3,4 B	18,2 B	32,0 B
25	4,2 C	2,0 C	2,0 C	2,5 C	9,1 C	19,0 C
30	3,5 D	1,0 D	1,4 D	2,0 D	9,0 D	16,5 D
N ≥	87	85	66	66	34	34

* Duncan P=0,05

TABLA 3. Efecto de la temperatura sobre el porcentaje de eclosión de *O. centralis*.

Temperatura (°C)	Huevos (N)	Eclosión (%)
15	100	79
20	120	82,5
25	100	86
30	100	84

La larva empupa en el suelo a una profundidad de 0,5 a 1 cm, y penetra en dicho sustrato en posición de "S", dejando el abdomen afuera; allí empieza a tejer un capullo de seda, secretada por glándulas situadas al final del abdomen, y para ello se dispone con la cabeza inclinada hacia abajo y el abdomen curvado hacia el dorso.

Todas estas observaciones coinciden con lo expresado por Badgley y Fleschner, citados por Quiñones (8).

Pupa

La pupa es de tipo exarata (Figura 6), tiene la cabeza deflejada y el abdomen curvado hacia arriba. Mide 1,12 mm de longitud, en promedio, su color es amarillo intenso al inicio de este período y se va tornando más oscuro a medida que avanza su desarrollo, hasta alcanzar el negro característico del adulto y una consistencia más quitinizada. La exuvia de la larva permanece

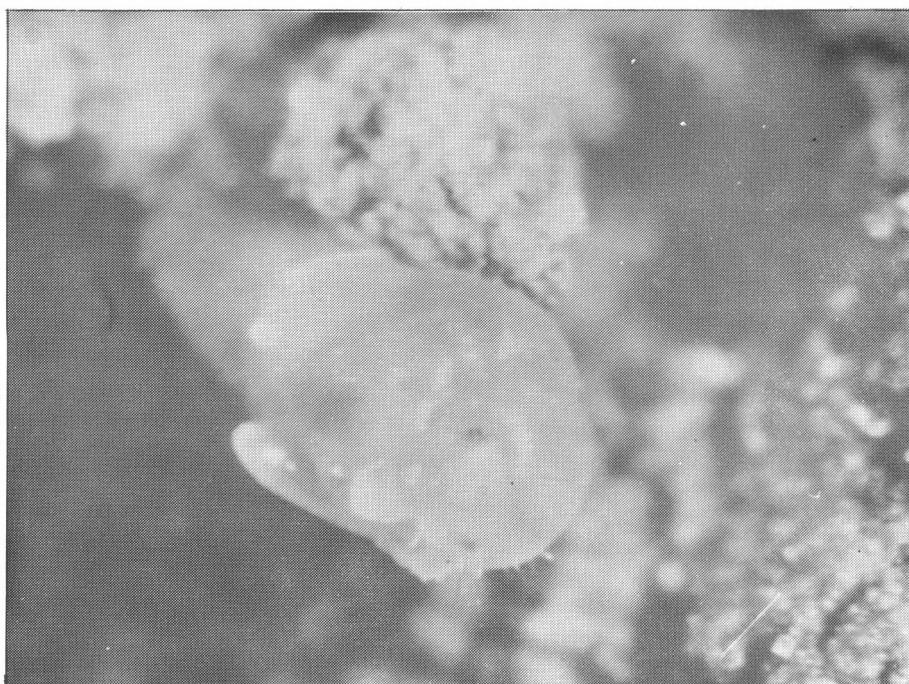


Figura 6. Aspecto de la pupa de *O. centralis*

dentro del capullo, pero no adherida a la pupa. La duración de este estado varía de 9 a 33,4 días dependiendo de la temperatura.

Adulto

Es un pequeño escarabajo, típico estafilínido de color negro brillante, de élitros cortos, que no alcanzan a cubrir totalmente el abdomen, con el hábito característico de levantar los últimos segmentos abdominales hacia el dorso

(Figura 7). El macho mide 1,2 mm y la hembra 1,4 mm de longitud, una vez se forma el adulto, éste inicia la búsqueda de su alimento en las colonias de ácaros más próximas a su lugar habitual sobre el follaje de la yuca.

En la Figura 8 se resume la duración del ciclo biológico de *Oligota centralis*: huevo, larva (tres instares), pupa y adulto a 25°C y 70% de H.R. Seguidamente se discuten aspectos complementarios de la duración del ciclo de

vida de tal especie, con relación a las cuatro temperaturas a las cuales se sometió, en condiciones de laboratorio.

Efecto de la temperatura sobre el tiempo de desarrollo

La Tabla 2 muestra la duración en días, para cada estado de desarrollo del ciclo de vida a diferentes temperaturas. Se puede apreciar que el desarrollo, desde huevo hasta adulto, se alcanzó en 59, 32, 19 y 16,5 días a 15, 20, 25 y 30°C, respectivamente. La menor duración en días ocurrió a la temperatura más elevada, es decir 30°C, lo que indica una relación inversamente proporcional entre dichas variables, pues a medida que se incrementa la temperatura, decrece el tiempo de desarrollo total; es así como el tiempo requerido a la más baja temperatura (15°C), equivale casi al triple del tiempo que se necesita a 30°C.

Quiñones (8) indica que *O. oviformis*, criado sobre maíz y teniendo como presa *Oligonychus mexicanus*, presentó un tiempo de desarrollo, de huevo a adulto, de 32,1 y 18,1 días a 20 y 25°C de temperatura, respectivamente.

Vale la pena mencionar que aunque se trata de dos especies diferentes de *Oligota*, el tiempo de desarrollo es muy similar y sólo se presentan variaciones en la duración para algunos estados, probablemente debido a la diferencia de presa utilizada en los dos experimentos.

En general, se puede afirmar que el tiempo de desarrollo de los diferentes estados de *O. centralis* se afecta de manera inversamente proporcional con la temperatura, lo que concuerda con lo expresado anteriormente para el desarrollo total. Esta relación se presenta gráficamente para cada estado biológico en la Figura 9, al situar los valores correspondientes a la temperatura en el eje X y el del tiempo de desarrollo en el eje Y (dichos valores están corregidos por la ecuación de la recta a cada temperatura, como se indica en la metodología); el resultado obtenido en



Figura 7. Aspecto de la posición de los adultos de *O. centralis* en la cópula.

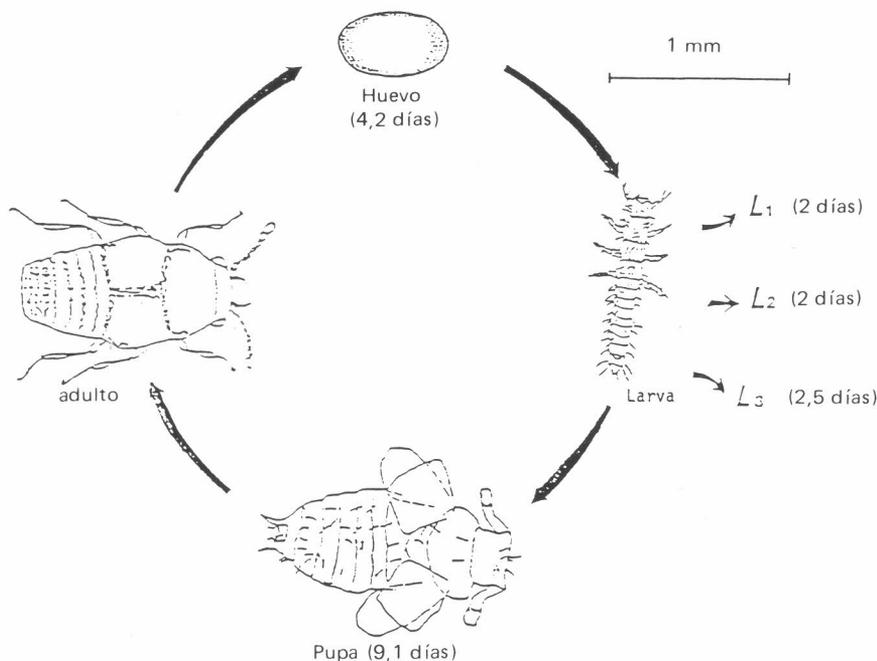


Figura 8. Esquemización del ciclo de vida de *Oligota centralis* SHRP. Condiciones: Temperatura 25°C, humedad relativa 70%.

todos los casos es una curva en forma de J invertida, la cual manifiesta y corrobora la relación inversamente proporcional indicada anteriormente frente a dicho factor ambiental.

Como se observa, el estado de desarrollo que requiere más tiempo, con todas las temperaturas, es la pupa, con un rango de 9,0 a 33,4 días a 30° y 15°C, respectivamente.

Velocidad de desarrollo

En la Tabla 4 se presentan los resultados de velocidad de desarrollo de *O. centralis* expresada en porcentaje de desarrollo por día, para cada estado biológico, a las cuatro temperaturas estudiadas.

Dichos datos indican que a 15°C se

presentan los menores porcentajes de desarrollo para todos los estados; mientras que a 30°C, la velocidad de desarrollo adquiere sus valores máximos, es decir, 28,9%, 100%, 88,5%, 51,3% y 11,2%, para huevo, instares larvales (I, II, III) y pupa, respectivamente.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede afirmar que la velocidad de desarrollo se afecta en forma directamente proporcional con la temperatura, ya que aumenta su valor al incrementarse este factor abiótico.

En la Figura 9 se describe gráficamente esta relación, colocando la temperatura en el eje X y la velocidad de desarrollo en el eje Y; se detallan allí los resultados encontrados respecto a estas variables para cada uno de los distin-

tos estados de desarrollo de la especie, es decir, para huevo, instares larvales, pupa y duración total desde huevo hasta adulto.

La curva describe una tendencia sigmoidea, indicando que a las más altas temperaturas se obtienen las más altas velocidades de desarrollo.

Según estos resultados, se puede concluir que los estados larvales presentan las más altas velocidades de desarrollo y las duraciones de desarrollo más cortas, todo lo cual está en función de la temperatura.

Umbral mínimo de desarrollo

Este concepto expresa en grados centígrados, el límite térmico por debajo del cual un organismo suspende su desarrollo; los resultados correspondientes se presentan en la Tabla 4 para cada estado biológico. Se señala allí que el huevo, los instares larvales primero, segundo y tercero, y la pupa, requieren de un umbral mínimo de 7,3; 12; 3,6; 9,2 y 9,8°C respectivamente para iniciar su desarrollo, o lo que es lo mismo, por debajo de dichos valores cesa todo desarrollo.

Quiñones (8) en estudios efectuados en México sobre otra especie de estafilínido, indica que *O. oviformis* requiere para su desarrollo total un umbral mínimo de 12,5°C, lo cual contrasta con el valor de 9,3°C encontrado en este trabajo para *O. centralis*.

Tiempo fisiológico o contante térmica

En la Tabla 4 se presenta los valores del tiempo fisiológico (grados-día) requeridos para el desarrollo de cada estado biológico de *O. centralis*. Como se puede apreciar, los estados de huevo y pupa exigen más calor acumulado para desarrollarse; es así como en huevos dicho valor es de 76,9°D y en pupa 166,3°D; dichos resultados son explicables si se tiene en cuenta que estos estados muestran la mayor duración dentro del proceso total de desarrollo de la especie.

TABLA 4. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *Oligota centralis* Sharp.

Temperatura (°C)	Tiempo de desarrollo (días)	Velocidad de desarrollo (%)	Umbral mínimo de temperatura (°C)	Tiempo fisiológico (°D)
HUEVO				
15	9,9	10,1	7,3	76,9
20	6,3	15,8		
25	4,1	24,4		
30	3,5	28,9		
I INSTAR				
15	5,4	18,5	12,0	19,6
20	2,4	41,3		
25	1,8	54,6		
30	1,0	100,0		
II INSTAR				
15	2,6	38,3	3,6	27,3
20	1,7	58,5		
25	1,1	91,7		
30	1,1	88,5		
III INSTAR				
15	7,8	12,8	9,2	38,6
20	3,4	29,6		
25	2,3	4,2		
30	1,9	51,3		
PUPA				
15	33,4	2,3	9,8	166,3
20	18,2	5,5		
25	9,3	10,8		
30	8,9	11,2		

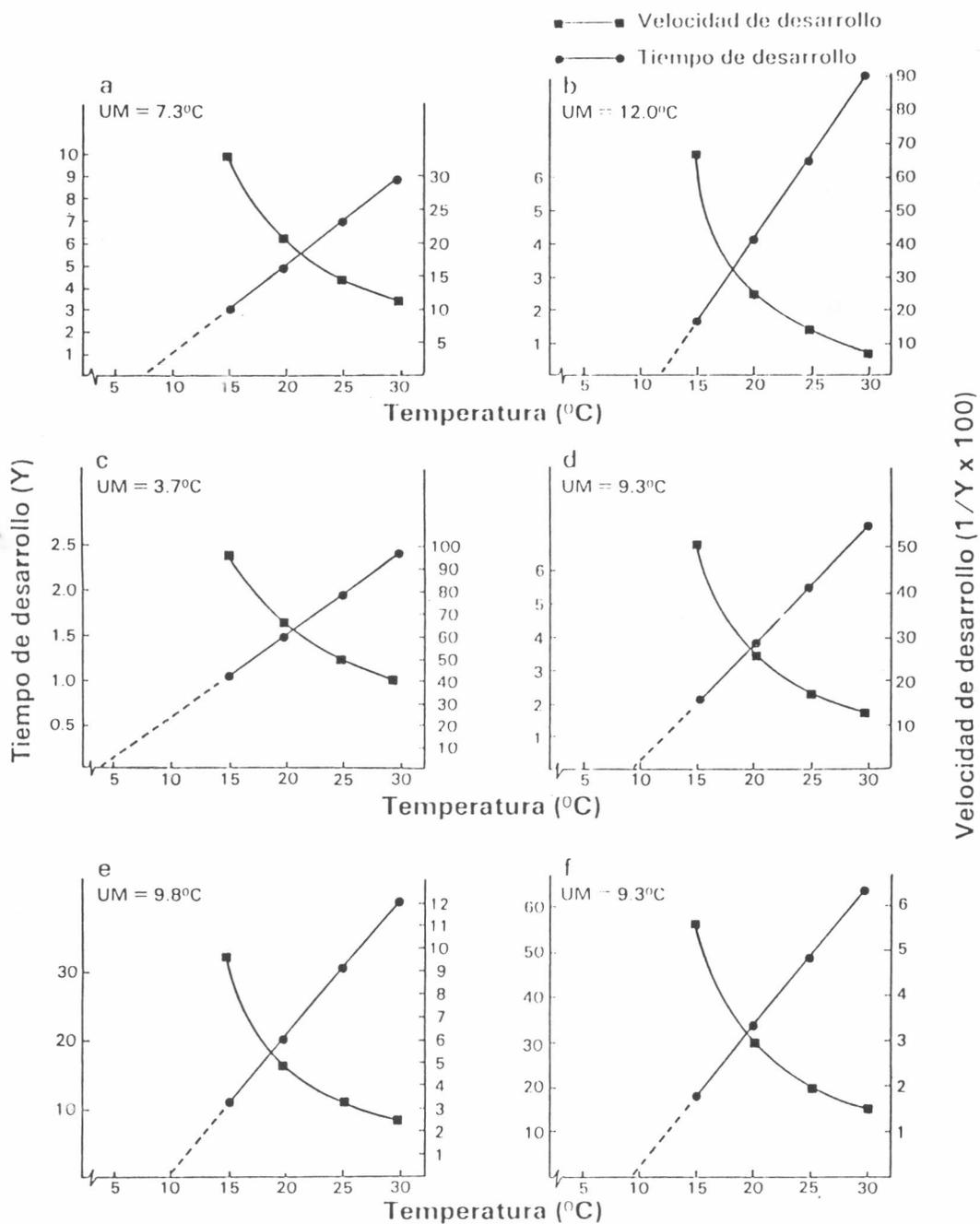


Figura 9. Efecto de la temperatura sobre el tiempo y velocidad de desarrollo de los estados inmaduros y el desarrollo total de *O. centralis*. a) huevo; b) larva I; c) larva II; d) larva III; e) pupa; f) desarrollo huevo-adulto.

Tablas de vida

Los parámetros estimados de las tablas de vida de *O. centralis* se presentan en la Tabla 5. El ensayo se realizó a 15; 20; 25 y 30°C.

La tasa intrínseca de incremento natural (R_m), o sea la capacidad de multiplicación de una población en el lapso de una generación, se vio afectada por la temperatura, aumentando desde 0,036 hasta 0,108 a 15 y 30°C, respectivamente.

En cuanto a la tasa finita de incremento λ , es decir, el número de hembras adicionadas a la población por día, se presentó entre 1,037 y 1,114 a 15 y 30°C.

En lo referente a la tasa reproductiva neta (r_0), o sea el número promedio de progenie hembra que es capaz de producir cada hembra de la población durante toda su vida, se observó que este parámetro sufre un incremento desde 15 hasta 20°C punto en el cual muestra su valor máximo 67,9, para luego decrecer a 25 y 30°C, esto nos indicaría que la condición óptima para R_0 se sitúa en los 20°C.

En cuanto al tiempo generacional (T), o sea el tiempo promedio entre dos generaciones sucesivas, desde huevo hasta huevo, se observó que la mayor duración se presentó a las temperaturas más bajas con valores que oscilaron entre 94,6 y 29,7 para 15 y 30°C respectivamente.

Con referencia a los parámetros restantes estimados en la tabla de vida (Tabla 5), conviene comentar lo siguiente: En el tiempo de desarrollo (huevo-huevo) se corroboró la tendencia general de que a menor temperatura, la especie emplea más tiempo para su desarrollo mientras que a temperaturas más altas, el tiempo para su desarrollo es menor, por ejemplo, a 15°C se necesitan 102 días, frente a 31,5 días que es lo que dura el tiempo de desarrollo con la temperatura a 30°C.

TABLA 5. Tabla de vida del predador *Oligota centralis* alimentado con *Tetranychus urticae*, a cuatro temperaturas.

Parámetros	Temperatura (°C)			
	15	20	25	30
Tiempo de desarrollo (huevo-huevo)	102	82,9	44,5	31,5
Duración período oviposición	43	50,9	25,5	15,0
Fecundidad total (\bar{X})	36,9	115,3	111,2	47,1
Huevos/hembra/día (\bar{X})	0,9	2,3	4,4	3,1
Proporción de sexos (hembra:macho)	1,6:1	1,6:1	1,6:1	1,6:1
Tiempo de mortalidad del 50%	129	109	53	44
Tasa reproductiva neta (R_0)	32,3	67,9	54,3	25,3
Tiempo promedio de generación (T)	94,6	67,0	39,2	29,7
Tasa intrínseca de incremento (R_m)	0,036	0,062	0,101	0,108
Tasa finita de incremento (λ)	1,037	1,067	1,107	1,114
Días duplicación población	19,25	11,7	6,86	6,41

El período de oviposición presenta el mayor valor a 20°C con 50,9 días. La fecundidad total muestra el mínimo valor de 36,9 a 15°C y el máximo, 115,3 huevos a 20°C. El número de huevos por hembra por día alcanza el valor superior de 4,4 a 25°C.

En la población aparecen con ventaja numérica las hembras con relación a los machos. Condición ésta que desde el punto de vista reproductivo parece ventajosa, poblacionalmente hablando.

En cuanto al tiempo de mortalidad del 50% de la población, se observa que el mayor porcentaje es a los 129 días y a 15°C de temperatura, decreciendo a 44 días a 30°C.

La Figura 10 representa la tasa de fecundidad a diferentes edades de la hembra de *Oligota centralis*; la comparación de este parámetro a las cuatro temperaturas señaladas permite expresar que a 15°C el período es más prolongado, entre 70 y 130 días, en contraste con lo que ocurre a 30°C en que el período sólo se extiende de 20 a 50 días, pero que muestra valores mayores para la tasa de fecundidad. De todas maneras, se debe anotar que en condiciones de 20 y 25°C dicha tasa de fecundidad tiene una duración intermedia pero con valores más elevados que para las dos temperaturas ya comentadas (15 y 20°C).

La tasa de sobrevivencia de *O. centra-*

lis, se puede entender como un valor complementario de la tasa de mortalidad. En nuestro caso se analiza gráficamente (Figura 11) las probabilidades de supervivencia de la población a una edad determinada y en un estado de desarrollo específico, frente a la duración total en días. Como se observa a 15°C, hay una mayor probabilidad de supervivencia que para las restantes temperaturas; en contraste con lo ocurrido a 30°C en donde hay un descenso más drástico en las probabilidades de supervivencia, con un límite de 120 días.

CONCLUSIONES

- La temperatura afecta la duración del ciclo de vida de *Oligota centralis* en forma inversamente proporcional y en forma directamente proporcional a la velocidad de desarrollo de la especie.
- A 30°C se presenta la menor duración del ciclo de vida (16,5 días) y la más alta velocidad de desarrollo (6,1%); mientras que a 15°C se presenta la mayor duración del ciclo de vida (59,1 días) y la más baja velocidad de desarrollo (1,7%) por día.
- *O. centralis* presenta a través de su desarrollo tres instares larvales; el tiempo de desarrollo total del período larval fue de 15,8 días a 15°C y de 4,4 días a 30°C.

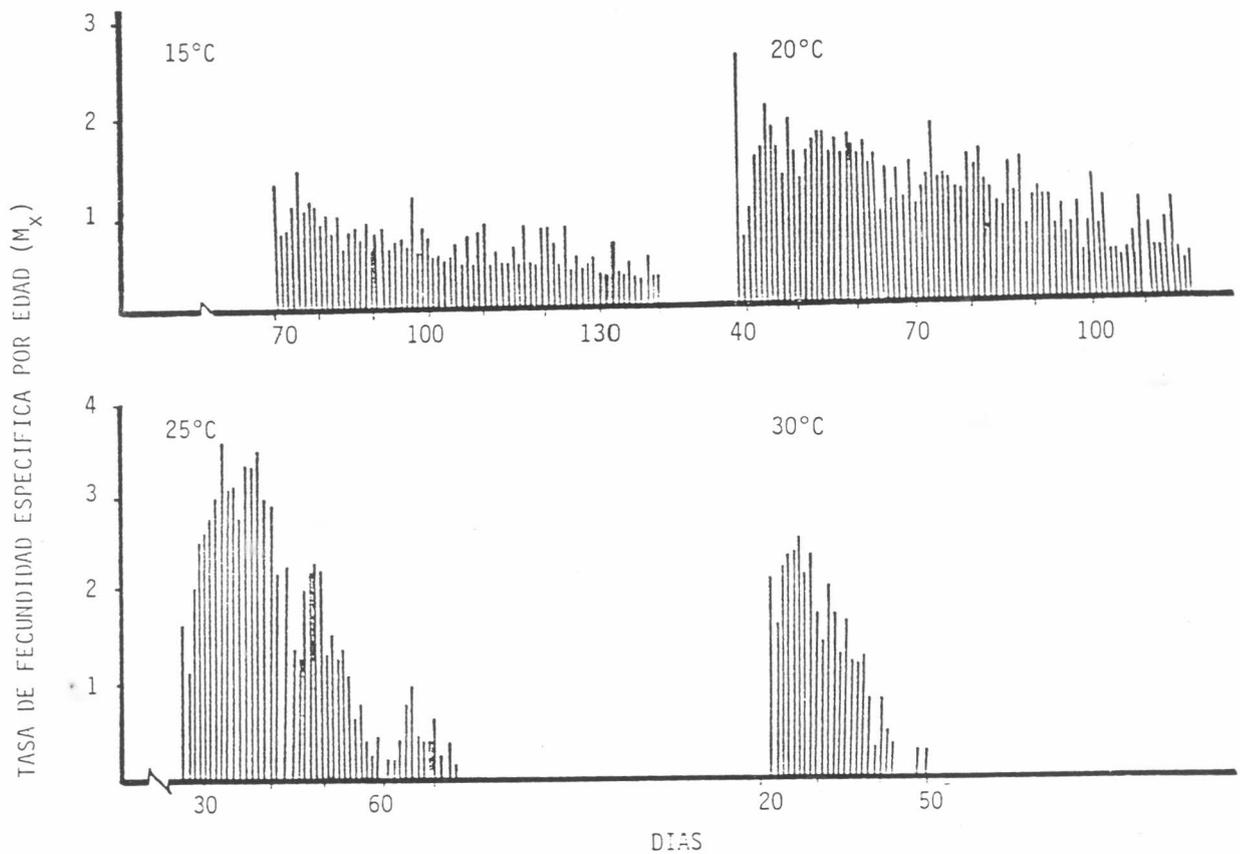


Figura 10. Efecto de la temperatura sobre la tasa de fecundidad específica por edad (M_x) de *Oligota centralis*.

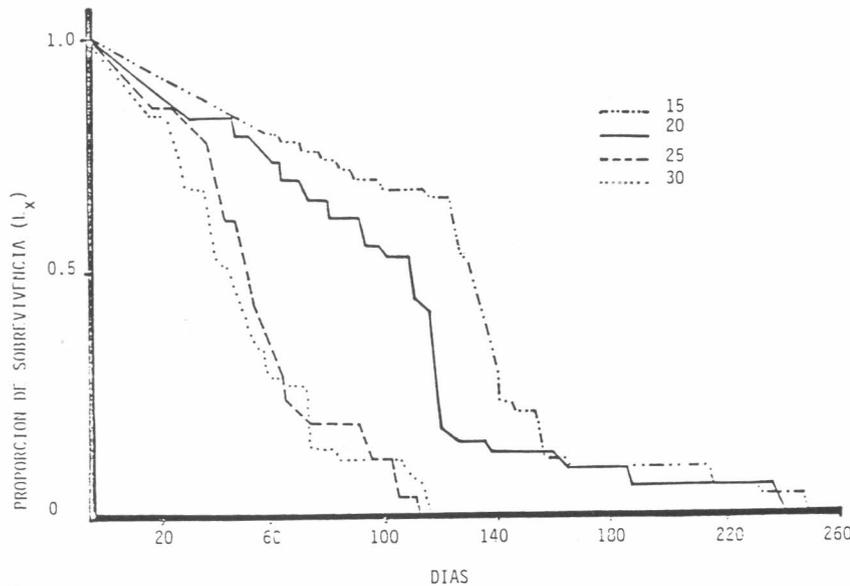


Figura 11. Tasa de sobrevivencia de los estados de desarrollo de *Oligota centralis* a cuatro temperaturas.

- El huevo, los instares larvales I, II, III y la pupa requieren para su desarrollo de 76,9; 19,6; 27,3; 38,6 y 166,32 grados-día, respectivamente.
- El umbral mínimo de temperatura requerido para el desarrollo de huevo a adulto es de 12°C y la constante térmica equivale a 328,7 grados-día.
- El desarrollo total de huevo a adulto registró un mayor promedio cuando el predador consumió *T. urticae*.
- Entre los dos métodos probados para la colonización de *O. centralis*, se constató que el más eficiente fue el usado en el CIAT para la cría de Phytoseiidae.
- La tasa reproductiva neta (R_0) es mayor a 20°C con un valor de 67,9; la tasa de incremento natural (R_m)

y la tasa finita de incremento (λ) presenta mayor valor cuando las temperaturas son más elevadas.

- El tiempo de generación (T) y el tiempo de duplicación es menor a 25 y 30°C.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Andrewartha, H.G.; Birch, L.C. 1954. The distribution and abundance of animals. Univ. of Chicago Press, Chicago p. 31-54.
2. Belloti, A.C. et al. 1983. Acaros presentes en el cultivo de la yuca y su control. **En**: Reyes, J.A. Yuca, control integrado de plagas. Palmira, Centro Internacional de Agricultura Tropical, p. 83-304.
3. Birch, L.C. 1948. The intrinsic rate increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17:15-26.
4. Borror, D.J.; De Long, D.M.; Triplehorn, C.A. 1981. An introduction on the study of insect. 5 ed. CBS. College Publishing. 827 p.
5. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali (Colombia) 1983. Yuca; control integrado de plagas. Palmira, CIAT. 362 p.
6. Deevy, E.S. 1947. Life tables for natural populations of animals. *Quart. Rev. Biol.* 22:283-314.
7. Frank J.H. 1972. The genus **Oligota mannerheim** in the Caribbean Region (Coleoptera: Staphylinidae). *The Coleopterist Bulletin*, 26(4): 125-146.
8. Quiñones, F.J. 1986. Requerimientos térmicos y estadísticos vitales de **Oligota oviformis** CASEY (Coleoptera: Staphylinidae) y su presa **Oligonychus mexicanus** MCGREGOR y ORTEGA (Acariformes: Tetranychidae). Tesis. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México.
9. Rabinovich, J.E. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. México, Compañía Editorial Continental. 313 p.
10. Tanigoshi, L.K. 1982. Advances in knowledge of biology of the phytoseiidae. **En**: Recent advances in knowledge of the phytoseiidae. Proceedings of a formal conference of the Acarology Society of America held at the entomological society of America Meeting. San Diego, December, 1981. p. 1-22.
11. Wagner, T., Wu.; Sharpe, P.; Schoolfield, R.; Coulson, R. 1984. Modeling insect development rates: A literature review and application of a biophysical model. *Forum: Annals of the entomological society of America*, 77 (2):208-220.
12. Zalon, F.G. et al, 1983. Degree-days: The calculation and use of heat units in pest management. Division of Agriculture and natural resources, University of California Leaflet 21373. 10 p.