

EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA TABLA DE VIDA DE *Oligonychus yothersi* EN *Coffea arabica*

Jaime Orozco-Hoyos^{*}; Myriam Cristina Duque-Echeverry^{**};

Nora Cristina Mesa-Cobo^{***}

RESUMEN

OROZCO H., J.; DUQUE E., M.C.; MESA C., N.C. Efecto de la Temperatura sobre la Tabla de vida de *Oligonychus yothersi* en *Coffea arabica*. *Cenicafé (Colombia)* 41(1): 5-18. 1990.

Con la finalidad de precisar el efecto de la temperatura sobre la tabla de vida de *Oligonychus yothersi*, se realizó una cría masiva sobre plantas de *Coffea arabica* var. Caturra sembradas en materos en invernaderos del CIAT e infestados con colonias provenientes del Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, colocadas bajo condiciones de 15, 20, 25 y 30°C y 70 ± 5% de humedad relativa, en cabinas controladas. El tiempo de desarrollo de huevo a adulto fue: 33,8, 15,7, 12,9 y 11,7 días a 15, 20, 25 y 30°C respectivamente; se constató que el estado de huevo es el de mayor duración bajo todas las temperaturas estudiadas. *O. yothersi* requiere para completar su desarrollo desde huevo a adulto 274,95 grados-día y el umbral mínimo de temperatura requerido para alcanzar a desarrollarse es de 4,8°C. En cuanto a la fecundidad, se observó que el promedio de huevos/hembra/día fue: 0,87; 2,7; 2,7 y 2,3 a 15, 20, 25 y 30°C en su orden. En lo referente a la tasa reproductiva neta (Ro), se obtuvieron valores de 0,088; 15,1; 9,6 y 1,03 y el tiempo regeneracional (T) fue: 40,1; 25,4; 20,8 y 16,4 días a 15, 20, 25 y 30°C respectivamente. La tasa intrínseca de incremento natural (Rm) presentó a las temperaturas estudiadas en su orden los siguientes valores: 0,06, 0,10, 0,10 y 0,002.

Palabras claves: Café, ácaros fitófagos, ciclo de vida, variedad caturra.

ABSTRACT

With the aim of precisely defining the effect of temperature on the life table of *Oligonychus yothersi*, colonies were established on *Coffea arabica* var Caturra in the glasshouses at CIAT, with material supplied by the National Coffee Research Centre, CENICAFE. Colonies were kept at 15, 20, 25 or 30°C and a relative humidity of 70 ± 5% in controlled cabinets. The time for development from egg to adult was 33.8, 15.7, 12.9 and 11.7 days at 15, 20, 25 and 30 degrees respectively. The time in the egg stage was the longest stage under the temperatures studied. *O. yothersi* requires 274.95 degree-days to complete its development from egg to adult, and a minimum threshold temperature of 4.8°C. In terms of fecundity, it was found that the mean number of eggs/female/day was: 0.87, 2.7, 2.7 and 2.3 at 15, 20, 25 and 30°C respectively. In respect of the net reproductive rate (Ro) values of 0.088, 15.1, 9.6 and 1.03 and the generation time (T) was 40.1, 25.4, 20.8 and 16.4 days at 15, 20, 25 and 30°C respectively. The intrinsic rate of growth (Rm) at the temperatures studied, in order, was 0.06, 0.10, 0.10, 0.002.

Keywords: Coffee, phytophagus acarine, life cycle, Caturra variety

* Asistente de Investigación. Entomología. Centro Nacional de Investigaciones de Café. CENICAFE, Chinchiná, Caldas, Colombia.

** Consultora Estadística. Biometría. CIAT. Cali, Colombia.

*** Asociada de Investigación. Entomología de yuca-Proyecto Acaros. CIAT. Cali, Colombia.

Los ácaros fitófagos constituyen una plaga importante del follaje del cafeto en varios países del mundo, Le Pelley (14). Su importancia radica en que poseen un alto potencial reproductivo y rápido desarrollo, es decir una alta capacidad de incremento de sus poblaciones. Con relación al cultivo del cafeto, los estudios de los ácaros presentan particular interés. Se encuentran especies de la familia Tetranychidae, como también de otras familias.

En Colombia se conoce la existencia de la aracnosis en café desde 1928. Murillo (17) menciona que en el municipio de Fredonia (Antioquia), se presentó una plaga de las hojas del cafeto y cuyo responsable era un ácaro. En 1958 la Federación Nacional de Cafeteros (9) indicó que se trataba de *Paratetranychus coffea*. Benavides en 1972 (3) se refirió a *Tetranychus* sp. (Acari: Tetranychidae) que causó grave daño en los municipios cafeteros de los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío, Tolima, Cundinamarca, Valle del Cauca, Huila y Antioquia. Durán en 1973 (7) relacionó al ácaro con el género *Oligonychus* en las zonas tolimeses del Líbano, Anzoátegui, Rovira y Ortega que causó daños severos, especialmente en cafetales sin sombra o con sombrero deficiente. Urueta en 1975 (18) reportó que *Oligonychus yothersi* (McG) (Acari: Tetranychidae) atacó cafetales en Antioquia. Esta especie es de distribución tropical y subtropical y fuera de Colombia ha sido encontrada en los Estados Unidos (California y Florida), México, Costa Rica, Ecuador, Brasil, Argentina y Chile, Beker y Pritchard (2); Ehara (8).

Las fases de desarrollo de *O. yothersi* son las de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. En CENICAFE, bajo condiciones de laboratorio (23°C y 85% de humedad relativa) los diferentes estados biológicos tuvieron la siguiente duración en promedio: Huevo

6,06 días; larva 2,07 días; protoninfa 1,40 días; deutoninfa 2,18 días; adulto macho 2,5 días y la hembra 14,6 días. La duración promedio del ciclo es de 17 días, lo cual representa de 15 a 18 generaciones por año, Cárdenas (5).

La magnitud de una población, en un momento dado, depende de un proceso de entradas y salidas de individuos a la colonia. Estos cambios en la población obedecen a razones intrínsecas, como nacimientos y muertes, ó extrínsecas como inmigración y emigración. En los estudios en invernadero sólo se cuenta con cambios intrínsecos. Las tablas de vida específicas por edad u horizontales, se construyen con base en los hechos reales ocurridos en una cohorte observada permanentemente, en términos de duración y mortalidad de estados inmaduros, de la relación de sexos, oviposición y mortalidad por edad.

Este trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de la temperatura sobre el tiempo y la velocidad de desarrollo a través del tiempo de *O. yothersi*, calcular el umbral mínimo de temperatura para cada estado biológico y el tiempo fisiológico (grados-día) requeridos para el desarrollo del ácaro, medir el efecto de la temperatura sobre la fecundidad y oviposición de las hembras, establecer la duración de los períodos reproductivos y la longevidad a las diferentes temperaturas, y elaborar la tabla de vida de la especie: tasa reproductiva neta (R_0); la tasa intrínseca de incremento natural (R_m), tasa finita de crecimiento (λ) y el tiempo promedio de generación (T).

MATERIALES Y METODOS

Cría masiva de *O. yothersi*. Se utilizaron plantas de café *Coffea arabica* var. Caturra, de 6 meses de edad provenientes de CENICAFE.

Estas se sembraron en materas de 12 kg y se ubicaron en un invernadero del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, a una temperatura de $30 \pm 5^\circ\text{C}$ y $70 \pm 5\%$ de humedad relativa. Con posterioridad a un período de recuperación, se procedió a infestar las plantas con hojas altamente pobladas, que presentaban todos los estados de desarrollo del ácaro. Estas hojas se dispusieron sobre el follaje con el fin de que la hembra y los estados móviles realizaran el proceso de colonización.

Para confirmar la identificación taxonómica, se enviaron especímenes hembras y machos a la Universidad de Sao Paulo, Escuela Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", donde el doctor Carlos Fletchmann los clasificó como pertenecientes a la especie *O. yothersi*.

Estudios biológicos. Los estudios del ciclo de vida y desarrollo se realizaron a 4 temperaturas constantes (15, 20, 25 y 30°C) y $75 \pm 5\%$ de Humedad Relativa, y 12 horas de fotoperíodo en cabinas climatizadas, en el CIAT. Estas observaciones se realizaron en cajas de petri de 15 cm de diámetro por 2 cm de alto, dentro de las cuales se colocó una espuma de 1 cm de espesor saturada de agua y sobre ésta, discos de hojas de 26 mm de diámetro.

Al iniciar el estudio se tomaron hembras grávidas de *O. yothersi* y se colocaron en cada unidad experimental durante 12 horas, asegurándose que hubiera bajo cada temperatura un mínimo de 100 huevos. Al momento de la eclosión se transfirió una larva por cada disco de hoja y se observó su desarrollo hasta adulto registrando el momento en que ocurrió cada muda.

Las observaciones se realizaron cada 6 horas. Cuando los individuos alcanzaron el estado de teliocrisálida, se colocó en cada

disco de hoja un macho para conseguir el apareamiento.

La separación de promedios (\bar{X}) se hizo con una prueba de rango múltiple de Duncan, cuando en el análisis de varianza se encontraba significativa alguna fuente de variación.

Los experimentos sobre fecundidad y longevidad de las hembras, también se realizaron a 15, 20, 25 y 30°C y $70 \pm 5\%$ de humedad relativa (4 temperaturas constantes). Para ésto, las hembras fecundadas se aislaron en unidades de cría, similares a las usadas para el desarrollo de huevo a adulto y se hizo conteo diario del número de huevos puestos. Luego se determinó la duración de los períodos reproductivos y la longevidad de cada individuo.

Cálculo de la velocidad de desarrollo, umbral mínimo y constante térmica. Estos parámetros vitales se calcularon de acuerdo con Zalon *et al.* (19). La velocidad de desarrollo (V.D.) en cada temperatura para cada estado biológico, se obtuvo multiplicando por 100 el inverso del tiempo de desarrollo (Y).

Con la ecuación que ajustó la recta $V.D. = b_0 + b_1 T$ y se calculó la temperatura a la cual la velocidad de desarrollo sería cero (0) conocida como Umbral Mínimo (U.M.) de la siguiente manera:

$$0 = b_0 + b_1 (\text{U.M.})$$

$$\frac{-b_0}{b_1} = \text{U.M.}$$

A partir del conocimiento del Umbral Mínimo es posible estimar el valor de la

constante térmica o tiempo fisiológico (K) con la fórmula propuesta:

$$K = Y(T - U.M.)$$

donde:

Y = tiempo de desarrollo a la temperatura T

T = temperatura

U.M. = Umbral Mínimo

Tabla de vida. Cálculo de los parámetros.

La tabla de vida fue construida de acuerdo con los principios establecidos por Andrewartha y Birch (1).

Los cálculos se realizaron a partir de los siguientes datos:

X = Edad

Lx = Porcentaje de sobrevivencia específica por edad

Mx = Tasa de natalidad o fecundidad específica por edad

Que permiten estimar los siguientes valores: Ro ó Tasa Reproductiva Neta, conocida como tasa de remplazo, que refleja el número promedio de progenies de hembras que produce cada hembra de la población durante toda su vida, es decir la capacidad de multiplicación en el lapso de una generación. Es la sumatoria del producto Lx.Mx.

T ó tiempo promedio de generación. Es el tiempo que transcurre entre la emergencia de los padres y la de los hijos y se calcula:

$$T = \frac{\sum Lx \cdot Mx \cdot X}{\sum Lx \cdot Mx} = \frac{\sum Lx \cdot Mx \cdot X}{R_0}$$

Rm ó tasa intrínseca de incremento natural, que indica la capacidad reproductiva

máxima de un organismo o sea su poder de aumentar numéricamente. Es calculada con la ecuación:

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

λ ó tasa finita de incremento, es decir, el número de hembras adicionadas por hembra por día a la población. Se calcula con la ecuación:

$$\lambda = e^{R_m}$$

$$e = 2,71828$$

TD ó tiempo de duplicación. Es el tiempo necesario para que la población de cada especie estudiada se duplique y se calcula con la fórmula:

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

Es importante aclarar que el primer valor de edad (X) que se registra incluye el tiempo de huevo a adulto y la sobrevivencia (Lx) debe incluir la mortalidad de inmaduros.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de la temperatura sobre el tiempo de desarrollo de *Oyotherysi* (días). La Tabla 1 muestra la duración en días, para cada estado de desarrollo del ciclo de vida, discriminada para cada sexo y en conjunto, a las diferentes temperaturas. En general se puede afirmar que el tiempo de desarrollo de los diferentes estados se afecta de una manera inversa con la temperatura: se incrementa su valor en ambientes fríos y decrece al aumentar la temperatura.

TABLA 1. Efecto de la temperatura sobre la duración de los estados de desarrollo (días) de *Oligonychus yotheri*.

Temperatura °C	Hembras			Machos			Total	
	N	\bar{X}	S*	N	\bar{X}	S*	N	\bar{X}
HUEVO								
15	9	16,7 a	21,7	6	18,3 a	9,0	92	17,7
20	65	7,8 b	7,0	28	8,0 b	10,0	110	7,8
65	52	6,4 c	11,0	25	6,3 c	13,8	109	6,3
30	13	5,2 d	8,0	3	5,3 d	9,0	50	5,3
LARVA								
15	9	4,6 a	32,7	6	4,6 a	47,0	59	4,9
20	65	1,9 b	7,3	28	1,7 b	8,9	103	1,8
65	52	1,4 c	10,7	25	1,7 c	18,0	97	1,5
30	13	1,4 c	9,5	3	1,5 d	12,0	23	1,4
PROTOCRISALIDA								
15	9	1,7 a	10,3	6	2,1 a	9,5	55	2,0
20	65	1,0 b	6,0	28	1,1 b	9,1	102	1,1
65	52	0,7 c	8,9	25	0,6 c	8,0	95	1,5
30	13	1,0 b	0,4	3	1,0 d	0,6	22	1,0
PROTONINFA								
15	9	2,7 a	19,7	6	2,6 a	31,0	46	3,0
20	25	1,3 b	13,2	28	1,2 b	10,0	96	1,3
25	52	1,2 b	11,0	25	1,2 b	9,5	84	1,2
30	13	1,0 c	0,4	3	1,0 b	0,5	16	1,0
DEUTOCRISALIDA								
15	9	2,0 a	16,3	6	2,0 a	52,0	45	2,0
20	25	1,1 b	3,9	28	1,1 b	26,0	94	1,1
25	52	0,8 c	5,0	25	0,8 b	16,0	84	0,8
30	13	1,0 bc	0,0	3	1,0 b	24,0	16	1,0
DEUTONINFA								
15	9	2,0 a	15,6	6	2,8 a		32	2,1
20	25	1,2 bc	10,2	28	1,2 b		94	1,2
25	52	1,4 b	12,4	25	1,3 b		78	1,3
30	13	1,0 c	0,7	3	1,0 b		16	1,0
TELIOCRISALIDA								
15	9	2,0 a	13,8	6	2,1 a		15	2,1
20	65	1,3 b	10,8	28	1,0 b		92	1,2
25	52	1,0 b	7,5	25	1,0 b		77	1,1
30	13	1,0 b	0,8	3	1,0 b		16	1,1

Valores en cada columna seguidos por la misma letra, no presentan diferencia estadística según prueba de rango múltiple de Duncan ($P < 0,05$). * S = Desviación estándar.

Para todas las temperaturas el estado de desarrollo que duró más tiempo fue el huevo y los de menor duración, los correspondientes a los de quietud o muda denominados como protocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida.

Cárdenas (5) indicó que el tiempo de desarrollo del huevo para *O. yotheri*, criado sobre hojas de cafeto, fue de 6,06 días y la duración de los estados de quietud entre 12 y 18 horas. Heinrich (12) encontró que el período de incubación para *O. ilicis* McG. criado sobre hojas de cafeto, tuvo una duración entre 4 y 7 días a temperaturas de 27,2 y 24,0°C.

Se puede afirmar entonces que el huevo es el estado de desarrollo de mayor duración, como se confirma con los trabajos de otros autores.

Es importante aclarar que al sumar los valores de N para hembras y machos (Tabla 1) no se obtienen los que aparecen para la población total, debido a que cada individuo era registrado separadamente en la duración de sus estados. Por lo tanto, al llegar a adulto y conocerse su sexo, se podían agrupar bajo esta variable de clasificación para estimar sus

duraciones. Algunos no llegaban a adultos, por lo tanto permitían el cálculo del promedio global, pero no el del respectivo sexo. Los promedios generales se calcularon sobre todos los valores disponibles, los que llegaron a adultos y los que murieron inmaduros, por haber muerto prematuramente. Es posible que el dato de duración refleje, además del efecto de la temperatura, el de su debilidad. Esta razón los excluye de análisis posteriores y sólo se trabajó con los aparentemente sanos.

En la Tabla 2 se muestra el tiempo promedio de desarrollo desde huevo hasta adulto, para machos y hembras, el cual alcanzó 33,8, 15,7, 12,9 y 11,7 días a 15, 20, 25 y 30°C respectivamente. No se apreció diferencia significativa ($P = 0,05$) en la duración del desarrollo de la hembra y el macho (Figura 1).

La relación entre el tiempo de desarrollo en días y la temperatura desde huevo hasta adulto se expresa gráficamente en la Figura 2. Al situar los valores correspondientes a la temperatura en el eje X y el tiempo de desarrollo en el eje Y resulta una curva de tendencia exponencial en forma de J invertida. Al respecto Heinrich (12) halló que la duración

TABLA 2. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo total (días) de *Oligonychus yotheri*.

°C	Hembras				Machos				Total			
	N*	\bar{X}	Min.	Max.	N*	\bar{X}	Min.	Max.	N*	\bar{X}	Min.	Max.
15	9	33,2 a	31,5	36,7	6	34,6 a	31,5	38,5	15	33,8 a	31,5	38,5
20	65	15,7 b	14,6	16,5	28	15,5 b	14,6	17,8	92	15,7 b	14,6	17,8
25	61	12,9 c	11,5	14,4	25	12,9 c	14,4	14,4	77	12,9 c	11,5	14,4
30	52	11,7 d	11,5	12,5	3	11,9 d	12,5	12,5	16	11,7 d	11,5	12,5

Valores en cada columna seguidos por la misma letra no presentan diferencia estadística según prueba de rango múltiple de Duncan. ($P = 0,05$)

* Los valores de N son diferentes pues se partió de un número inicial de huevos, constante. El número de individuos que llegan a adultos está determinado por el efecto de la temperatura.

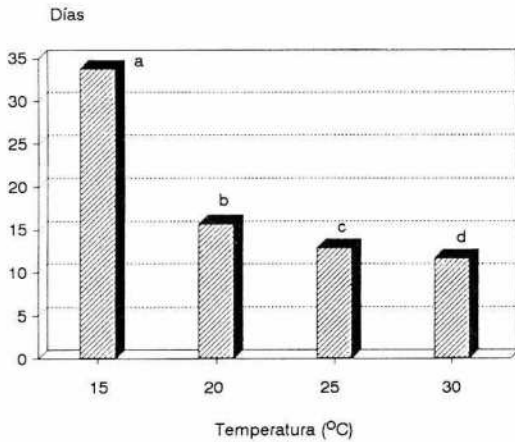


Figura 1. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de huevo a adulto (en días) de *Oligonychus yothersi*. Barras con letras comunes no presentan diferencia significativa ($P=0,05$).

del ciclo de vida para *O. ilicis* McG. fue de 26 a 33 días cuando las temperaturas promedio fueron 21,1 y 18,6°C respectivamente. Moraes et al. (16) que trabajaron sobre hojas de *Solanum douglasii* Dunal, sostiene que *T. evansi* duró 46,3; 22,3; 13,1; 8,2 y 6,5 días a 15, 20, 25, 30 y 35°C respectivamente.

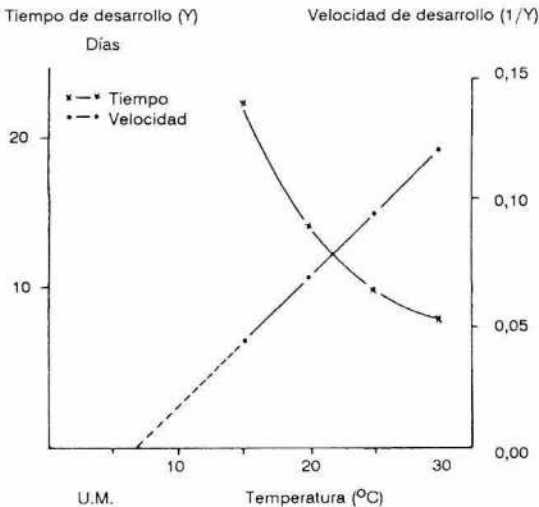


Figura 2. Efecto de la temperatura sobre el tiempo y la velocidad de desarrollo de *Oligonychus yothersi*.

Meza (15) expresa de *T. urticae* Kech presentó una duración de huevo a adulto de 29,7; 15,9; 9,0 y 6,7 días a 15, 20, 25 y 30°C respectivamente, sobre hojas de yuca (*Manihot sculenta* Kranz).

Se puede apreciar que a las menores temperaturas ocurren los mayores tiempos de desarrollo y que estos decrecen al aumentar la temperatura. En cuanto al efecto de la temperatura sobre el porcentaje de mortalidad para cada estado de desarrollo, la Tabla 3 muestra que en forma general el estado de larva y luego el de protoninfa presentan la mayor mortalidad. También se pudo observar que a 15°C se presentó el mayor porcentaje de mortalidad (84%), seguido de 30°C (68%). Además, que a 20°C se presenta la menor mortalidad (17%).

En relación con el porcentaje de mortalidad, Meza (15) expresa que *T. urticae* presentó una mortalidad de 24; 2,0; 5,3 y 6,0% a 15, 20, 25 y 30°C respectivamente.

Velocidad de desarrollo, Umbral mínimo y constante térmica. Al estudiar la velocidad de desarrollo se obtuvieron los resultados que se expresan en la Tabla 4. Ellos indican el porcentaje de desarrollo diario de *O. yothersi* a cada temperatura y para cada estado biológico.

Según los resultados obtenidos se puede afirmar que la velocidad de desarrollo en los diferentes estados es dependiente de la temperatura, es decir, existe una relación directamente proporcional.

Al graficar esta relación colocando la temperatura en el eje (X) y la velocidad sobre el eje (Y), se obtuvo una curva de tendencia lineal que ilustra, cómo a medida que la temperatura aumenta la velocidad se torna proporcional a ésta (Figura 2).

TABLA 3. Efecto de la temperatura sobre el porcentaje de mortalidad de *Oligonychus yothersi*.

Estados de desarrollo	Temperatura (°C)			
	15°	20°	25°	30°
Huevo	0,0	0,0	0,0	0,0
Larva	35,9	6,4	11,0	54,0
Protocrisálida	6,8	1,0	2,0	4,4
Protoninfa	16,4	5,9	11,6	27,0
Deutocrisálida	2,1	2,0	0,0	0,0
Deutoninfa	28,9	0,0	7,2	0,0
Teliocrisálida	53,1	2,1	1,3	0,0
Desarrollo total huevo-adulto	84,0	17,0	30,0	68,0

Los datos para elaborar las gráficas se encuentran corregidos por la ecuación de la recta $VD = b_0 + b_1 T$ como se explicó en la metodología. En la Figura 2 se muestra la velocidad de desarrollo para cada temperatura. Con base en lo anterior se puede concluir que a una mayor temperatura el ácaro presenta menor tiempo de desarrollo y una mayor velocidad de desarrollo.

Entre los resultados biológicos analizados en la Tabla 4, se observa que el huevo presenta las mayores duraciones y las más altas velocidades de desarrollo. Por otra parte, se calculó la velocidad de desarrollo total de huevo a adulto como se presenta en la Tabla 5 y se obtuvieron valores de 2,95; 6,40; 7,75 y 8,55 a 15, 20, 25 y 30°C respectivamente.

En cuanto al umbral mínimo o temperatura básica, entendido como el límite térmico por debajo del cual un organismo suspende su desarrollo, los resultados para cada estado biológico se presentan en la Tabla 4. Se observa que el huevo y la larva tienen los mayores requerimientos de calor. Se calculó el umbral mínimo para el desarrollo total de huevo a adulto y se encontró que éste fue de 4,8°C (Tabla 5).

Al respecto Herbert (13), encontró que el umbral mínimo de *T. urticae* criado en hojas de manzana varió desde 9,14°C a 10,96°C y de 8,51°C a 11,22°C para estados activos y quiescentes de la hembra y el macho, respectivamente.

Meza (15) observó que este valor fluctuó entre 7,6 a 13,7°C para *T. urticae*. La larva es el estado de desarrollo que requiere más calor. Para *M. progresivus* los valores encontrados fueron 10,8°C y 13,8°C y la deutoninfa fue el estado de mayor requerimiento de calor.

Otro aspecto importante abordado fue la estimación del calor acumulado, entendido como la cantidad requerida para completar su desarrollo; se expresa por la constante térmica (K) y se mide en "grados-día". Un grado-día equivale a un grado centígrado por encima del umbral mínimo de desarrollo en 24 horas.

Los resultados obtenidos en grados-día para cada estado biológico se expresan en la Tabla 4. Estos muestran que el huevo es el estado que requiere mayor número de grados-día 115,59°C para su cambio al estado de larva. Los grados-día requeridos por *O. yothersi* para desarrollarse desde huevo hasta adulto son

TABLA 4. Efecto de la temperatura sobre los estados de desarrollo de *Oligonychus yotheresi*.

Temperatura °C	Tiempo de desarrollo (Y)	Velocidad de desarrollo (1/Y)	Umbral Mínimo de temperatura (°C)	Tiempo fisiológico (grados-día)
HUEVO				
15	17,7	5,8	7,12	115,6
20	7,8	12,7		
25	6,3	15,8		
30	5,3	19,2		
LARVA				
15	4,9	21,6	5,5	32,4
20	1,8	55,1		
25	1,5	66,3		
30	1,4	69,4		
PROTOCRISALIDA				
15	2,0	53,2	-1,7	24,1
20	1,1	90,8		
25	0,6	155,0		
30	1,0	100,0		
PROTONINFA				
15	3,0	38,1	3,8	24,8
20	1,3	76,6		
25	1,2	81,7		
30	1,0	103,5		
DEUTONINFA				
15	3,3	31,3	3,5	26,0
20	1,2	84,1		
25	1,3	73,9		
30	1,0	98,5		
TELIOCRISALIDA				
15	2,1	47,5	-4,08	32,7
20	1,2	80,0		
25	1,1	93,0		
30	1,1	93,7		

TABLA 5. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de huevo a adulto de *Oligonychus yothersi*.

Temperatura °C	Tiempo de desarrollo (días)	Velocidad de desarrollo	Umbral Mínimo °C	Tiempo fisiológico (grados-día)
15	33,8	2,95		
20	15,7	6,40		
25	12,9	7,75	4,8	274,95
30	11,7	8,55		

274,95 °C bajo las condiciones del ensayo (Tabla 5).

Duración de los períodos reproductivos. La duración en días de los períodos preoviposición, oviposición, postoviposición y la longevidad, aparecen en la Figura 3.

Se aprecia que a 15°C las hembras requieren mayor tiempo para empezar a ovipositar y que a medida que aumenta la temperatura, disminuye el período de preoviposición lo cual presenta diferencia significativa es (P = 0,05).

Heinrich (12) indicó que este período tuvo una duración de 2,5 a 4,8 días entre 23,4°C y 17,1°C y de 1,0 a 2,2 días entre 28,6 y 23,7°C.

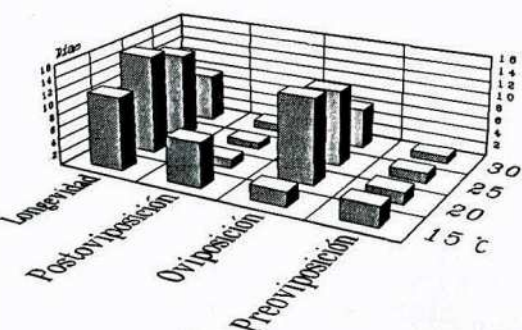


Figura 3. Efecto de la temperatura sobre la duración de los períodos reproductivos y la longevidad de *O. yothersi*.

Carey y Brandley (6) mencionan que la duración de este período para *T. urticae* criado sobre algodónero fue de 1,08 y 0,71, *T. turkestani* de 1,17 a 0,79 y *T. pacificus* de 1,71 a 0,42 días a 23,8°C y 29,4°C respectivamente, para las tres especies.

El período de oviposición presentó mayor duración a 20 y 25°C con valores en días de 13,41 y 11,88 respectivamente. Esta diferencia, a P = 0,05 no resultó significativa. Al respecto Heinrich (12) estimó que el período de oviposición para *O. ilicis* fue de 10,3 a 15,2 días entre 23,5 y 18,5°C y de 7,2 a 10,4 días entre 27,0 y 23,9°C de temperatura.

Los valores encontrados para 20, 25 y 30°C para el período de postoviposición de 1,4; 1,1 y 1,2 días no fueron diferentes estadísticamente. La mayor duración para este período fue de 7,0 días a 15°C.

La longevidad de las hembras presenta su mayor valor 15,7 días a 20°C, pero no existe diferencia significativa con 25°C.

Heinrich (12) encontró que la longevidad de *O. ilicis* fue en promedio de 20,6 días a una temperatura de 24,3°C.

Efecto de la temperatura sobre la fecundidad de las hembras. El promedio de la fecundidad total y el promedio diario de huevos por hembra a las temperaturas estudiadas se presentan en la Figura 4.

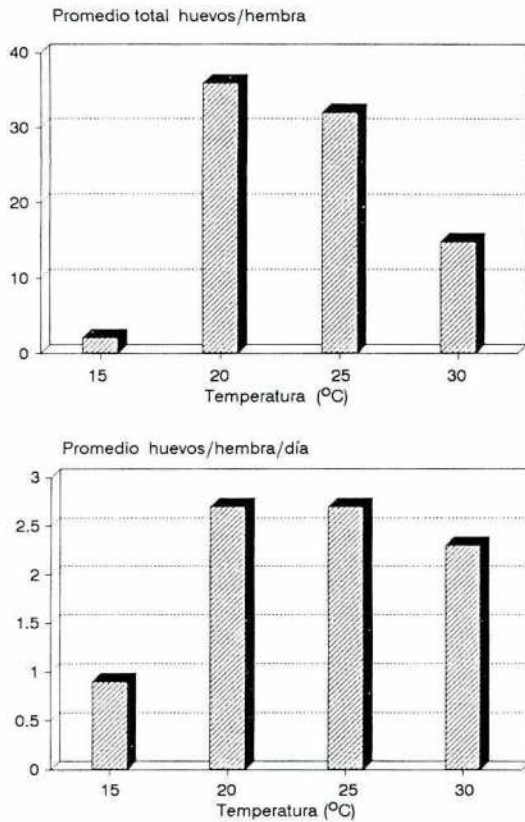


Figura 4. Efecto de diferentes temperaturas sobre la fecundidad total y por día de *O. yothersi*.

Se observó diferencia significativa ($P = 0,05$) al comparar la fecundidad a las 4 temperaturas. Los promedios totales más altos 36 a 32 huevos se obtienen a 20 y 25°C respectivamente; pero son iguales estadísticamente. El número de huevos por hembra por día (2,70 huevos/días, en promedio) no varía a estas dos temperaturas.

Heinrich (12) observó que *O. ilicis* criado sobre café ovipositó un promedio total de 26,1 huevos colocando 2,6 huevos en promedio por hembra por día.

Tabla de vida. Los parámetros considerados para la tabla de vida se presentan en la

Tabla 6. La estimación de ellos se hizo a 15, 20, 25 y 30°C.

La tasa intrínseca de incremento natural (R_m) o capacidad innata de incremento está representada por la capacidad de multiplicación en un momento dado, éste es, el potencial reproductivo de la población.

La máxima capacidad de multiplicación se obtuvo a 20 y 25°C. Para la temperatura más baja 15°C este valor es negativo, lo que implica que a esta temperatura no se incrementa la población y a 30°C el incremento es muy bajo.

Es importante destacar, que aunque la tasa intrínseca de crecimiento natural real, en condiciones de campo, puede no alcanzar un valor tan alto como el encontrado en este estudio, los resultados obtenidos son muy útiles desde el punto de vista teórico y práctico. La capacidad de incremento de una especie puede servir como un factor muy útil para estudios de control biológico, del efecto de las plantas hospedantes o tratamientos químicos sobre una población, o la elaboración de modelos de predicción de una dinámica poblacional, los cuales nos podrían llevar a un manejo técnico de problemas de plagas.

En cuanto a la tasa finita de incremento (λ), se pudo determinar que se agrega en promedio para todas las temperaturas estudiadas, una hembra por hembra, por día a la población. A partir de este parámetro es posible estimar que una hembra de un ácaro podría producir al cabo de 20 días ($1,1^{20}$ hembras), lo cual explica fácilmente porque los ataques de esta plaga se detectan generalmente sobre focos con alto número de individuos.

En lo referente a la tasa neta de producción o tasa de remplazo (R_0) los mayores valores encontrados fueron 15,06 y 9,6 para 20 y 25°C

TABLA 6. Efecto de la temperatura sobre los parámetros que constituyen la tabla de vida de *Oligonychus yothersi*.

Parámetros poblacionales	15°C	20°C	25°C	30°C
Tiempo de desarrollo (Huevo-Adulto)	33,8	15,7	12,9	11,7
Período de oviposición (Días)	2,4	13,4	11,9	6,3
Promedio total de huevos	2,1	36,0	32,0	14,9
Tasa reproductiva neta (R_0)	0,09	15,1	9,6	1,0
Tiempo generacional (T)	40,1	25,4	20,8	16,4
Tiempo de incremento natural (R_m)	-0,060	0,106	0,108	0,002
Tasa infinita de incremento (λ)	0,941	1,112	1,114	1,002
Días de duplicación		6,5	6,4	346,6
50% mortalidad (Días)	45,5	32,0	24,5	15,0

respectivamente, hecho que evidencia un mayor o más acelerado crecimiento de la población a estas temperaturas.

El tiempo generacional medido de huevo a huevo es inversamente proporcional a la temperatura: a mayor temperatura menor tiempo generacional. Este varió desde 16,44 días a 30°C hasta 40 a 15°C, lo que implica que dependiendo de la temperatura cada hembra puede producir entre 9 y 12 generaciones en un año.

Las curvas de sobrevivencia L_x y la tasa de natalidad específica por edad M_x se presentan en las figuras 5 y 6 respectivamente. Se observa que el índice de mortalidad de la población permanece bajo hasta que los individuos están viejos, es decir, hay alta sobrevivencia de los estados inmaduros para las temperaturas de 20 y 25°C en su orden. Para 15 y 30°C la sobrevivencia de los estados inmaduros es muy baja.

En cuanto a la curva de natalidad específica M_x se observó que la mayor producción de hembras se presenta en los primeros días de vida de la hembra y decrece con el aumento de la edad.

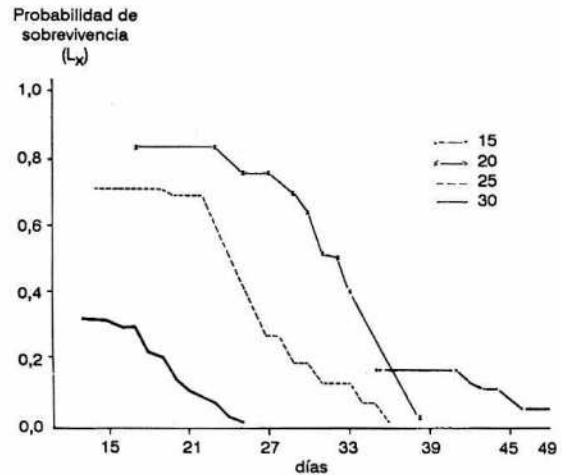


Figura 5. Efecto de la temperatura sobre la tasa de sobrevivencia (L_x) de *O. yothersi*.

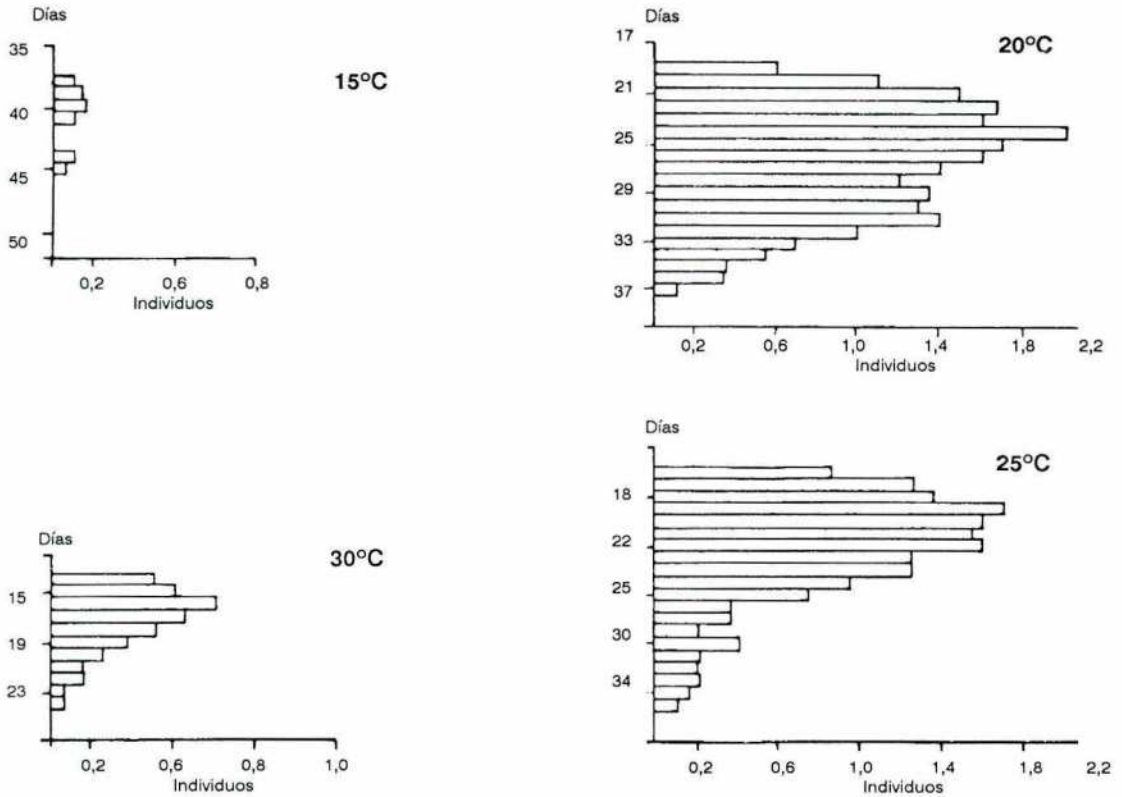


Figura 6. Efecto de la temperatura sobre la tasa de natalidad específica (M_x) de *O. yothersi*.

LITERATURA CITADA

- ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, L.C. The distribution and abundance of animals. Chicago (Estados Unidos), University of Chicago Press, 1954, p. 31-54.
- BAKER, E.W.; PRITCHARD, A.E. Arañas rojas de América Central. (Acarina: Tetranychidae). Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural (Mexico) 23:309-348. 1962.
- BENAVIDES G., M. La "araña roja" del café. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 1972. 4 p. (Avances Técnicos No. 22).
- BIRCH, L.C. The intrinsic rate of increase of an insect population. Journal of Animal Ecology (Inglaterra) 17:15-26. 1948.
- CARDENAS M., R. La araña roja del café *Oligonychus yothersi* (McG). Chinchiná (Colombia), Cenicafé. 1983. 2p. (Avances Técnicos No. 110).
- CAREY J.; BRADLEY, W. Developmental rates, vital schedules, sex ratios and life table for *Tetranychus urticae*, *T. turkestanii* and *T. pacificus* (Acarina: Tetranychidae) on cotton. Acarología (India) 23(4): 1982.
- DURAN M., A. Araña roja en cafetales. Notas y Noticias Entomológicas. (Colombia) 1(3) Enero-Febrero 1973.
- EHARA S., Some mites associated with plants in the state of Sao Paulo, with a list of plant mites of South America. Japan Journal Zoology (Japón) 15:142-144. 1966.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. FEDERACAFE. Centro

Nacional de Investigaciones de Café. CENICAFE. Chinchiná (Colombia) Manual del Cafetero. Chinchiná (Colombia), Cenicafé. 1958. 571 p.

10. FLECHTMANN, C.H.W.; BAKER, E.W. A preliminary report on the Tetranychidae (Acarina) of Brazil. Annals of the Entomological Society of America (Estados Unidos) 63(1):156-163. 1970.
11. FLECHTMANN, C.H.W. Acaros de importancia agrícola. 2a. ed. Sao Paulo (Brasil), Livraria Nobel S.A., Gráfica Beneti Ltda., 1977. 189 p.
12. HEINRICH, W.O. Contribuição ao estudo da biologia do *Oligonychus ilicis* (Acarina: Tetranychidae). Piracicaba. (Brasil). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1972. 115 p. (Tesis de doctorado).
13. HERBERT, H.J. Biology, life tables, and innate capacity for increase of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). Canadian Entomologist (Canada) 113(5):371-378. 1981.
14. LE PELLEY, R.H. Las plagas el café. Barcelona (España), Editorial Labor, 1973. 693 p.
15. MEZA C., N.C. Tabla de vida de *Mononychelus progresivus* y *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae) en yuca. s.n.t. 31 p.
16. MORALES G., J. de. Control biológico de ácaros fitófagos. Bogotá (Colombia), Sociedad Colombiana de Entomología. 1986 p. 29-63. (Miscelánea).
17. MURILLO, L.M. Los parásitos del café en el departamento de Antioquia. Revista Cafetera de Colombia (Colombia) 3(26):943-949. 1931.
18. URUETA S., E.J. Arañas rojas del departamento de Antioquia. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) 1(2-3): 1-14. 1975.
19. ZALON, F.G. et al. Degree - Days. The calculation and use of heat units in pest management. Berkeley (Estados Unidos), University of California. 10 p. (Leaflet No. 21373) 1983.