

TABLAS DE VIDA DE *Mononychellus progresivus* DORESTE Y *Tetranychus urticae* (KOCH) (ACARINA: TETRANYCHIDAE) EN YUCA

Nora Cristina Mesa C.*
Anthony Bellotti*
Myriam Cristina Duque*

RESUMEN

En diferentes regiones del mundo, especialmente durante las épocas secas, los ácaros Tetranychidae se consideran plagas importantes de la yuca, *Manihot esculenta* Crantz. *M. progresivus* Doreste tiene preferencias alimenticias por las plantas del género *Manihot*, mientras que *T. urticae* (Koch) es una especie cosmopolita que ataca un gran número de hospedantes vegetales.

Con el objeto de conocer algunos aspectos básicos del ciclo de vida y biología de ambos Tetranychidae, se realizó el presente estudio en condiciones de laboratorio en cabinas controladas a 15, 20, 25 y 30°C y 70 ± 5% de HR y, tomando como base de las observaciones, el tiempo y velocidad de desarrollo, el umbral mínimo de temperatura y el tiempo fisiológico.

En cuanto a la hembra adulta, se procedió a determinar su capacidad reproductiva a 20, 25 y 30°C, así como la longevidad y duración de los períodos reproductivos.

La duración de huevo a adulto, a los 15°, 20°, 25° y 30°C, fue de 41.4, 19.05, 10.26 y 7.82 días para *M. progresivus* y de 29.7, 15.9, 9.05 y 6.56 días para *T. urticae*, respectivamente. Para alcanzar su desarrollo total *M. progresivus* requiere 140 grados-día, mientras que *T. urticae* necesita 123.6 grados-día.

Se construyó la curva de supervivencia para todos los estados y se calcularon algunos parámetros poblacionales como: tasa neta reproductiva (R_0), tiempo generacional y tasa intrínseca de incremento natural (r).

SUMMARY

Tetranychid mites are considered important pests of casava, *Manihot esculenta* Crantz in different regions of the world, especially during the dry season. *M. progresivus* Doreste prefers the genus *Manihot* as food source while *T. urticae* (Koch) is a generalist that attack a number of crops.

The objective in this study was to know some aspects of the biology of the two species such as the developmental time, minimum developmental threshold and physiological time. Experiments were carried out in environmentally controlled chambers at 15, 20, 25 and 30°C and 75 ± 5% R.H.

For adult females, longevity, and reproductive periods duration as well as reproductive capacity was studied at 20, 25 and 30°C. Egg-to-adult developmental time was 41.4, 19.05, 10.26 and 7.82 days for *M. progresivus* and 29.7, 15.9, 9.05, and 6.56 days for *T. urticae* at 15, 20, 25 and 30°C respectively. For total development *M. progresivus* required 140 degree-days while *T. urticae* required 123.6 degree-days. A survivorship curve was constructed for all stages and life table statistics as net reproductive rate (R_0), generation time and intrinsic rate of natural increase were estimate.

1. INTRODUCCION

Los ácaros fitófagos son plagas importantes en diferentes cultivos, entre ellos la yuca, *Manihot esculenta* Crantz. Por poseer un alto potencial reproductivo y un rápido desarrollo, sus poblaciones muestran una apreciable capacidad de incremento y, por consiguiente, sus daños adquieren gran importancia, especialmente en determinados períodos climáticos y en ciertas zonas.

Dichos ácaros, además de poseer tales atributos que les permiten alcanzar altas poblaciones, tienen la capacidad de adquirir, en un tiempo relativamente corto, resistencia a los pesticidas, debido a su sistema genético haplo-diploide que resulta en una rápida eliminación de los machos susceptibles. Presentan, también, una alta tasa de mutación y se distribuyen en el campo en colonias, lo cual reduce el flujo genético entre ellos y dificulta la dilución de los genes resistentes. Lo anterior lo corroboran los estudios de Saito et al. (1983) y Helle & Overmeer (1973), citados por De Moraes (1986).

De acuerdo con Byrne et al. (1983), a nivel mundial, se han registrado sobre yuca cerca de 50 especies de ácaros fitófagos y los complejos de ácaros más frecuentes son los formados por las especies de los géneros *Tetranychus* y *Mononychellus*, así: *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) y *T. urticae* (Koch) y *Mononychellus tanajoa* (Bondar), *M. caribbeanae* (McGregor) y *M. progresivus* Doreste.

Las especies del género *Tetranychus* tienen un amplio rango de hospedantes y se hallan distribuidas en todo el mundo, mientras que el complejo

* Asociada de Investigación y Entomólogo, respectivamente. Programa de Entomología de Yuca-CIAT. Proyecto Control Biológico de Acaros Fitófagos. Asociada de Investigación. Programa de Biometría-CIAT, Palmira.

Mononychellus tiene una alimentación más restringida, como en plantas del género *Manihot* y otras. Nyiira (1979) indica que, además de *M. esculenta*, dicho género de Tetranychidae se registra en *M. glaxiovii*, *M. dichotoma*, *M. piauhensis*, *M. heptaphylla* y *M. carthagenensis*.

A través de inventarios taxonómicos realizados en Colombia en el cultivo de la yuca, se ha podido comprobar que *T. urticae*, se presenta en el departamento del Valle del Cauca. De acuerdo con Guerrero et al. (1983), la especie se localiza en el envés de las hojas y tiene preferencia por la parte media de la planta y se ubica a los lados de las nervaduras. Al aumentar las poblaciones, se distribuyen en toda la hoja, incluyendo el haz y forman colonias compactas asociadas con gran cantidad de telaraña.

Mononychellus progresivus, conocido comúnmente como "ácaro verde de la yuca", ha sido encontrado en cultivos de yuca de los departamentos del Valle del Cauca, Huila, Tolima, Meta, Guajira, Cesar, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Córdoba, Sucre, Santander y Cauca (Figura 1). Según Guerrero et al. (1983), el ácaro prefiere la parte apical de la planta y su daño es notorio en el cogollo, yemas y hojas jóvenes. La especie ha sido registrada, igualmente, en diferentes países de América donde se cultiva yuca, como Venezuela, Ecuador, Perú, Brasil y Paraguay. Nyiira (1972) reporta por primera vez la presencia del "ácaro verde" en regiones yuqueras de Africa, cerca a Kampala (Uganda). En 1971, Yaninek & Herren (1985) presentan la historia detallada de la invasión, dispersión y daño de esta especie en Africa.

Con el fin de conocer algunos parámetros básicos de estas dos especies de Tetranychidae, se desarrolló el presente trabajo de acuerdo con los siguientes objetivos:

1. Determinar el efecto de la temperatura sobre el tiempo y la velocidad de desarrollo de los ácaros Tetranychidae *M. progresivus* y *T. urticae*.
2. Establecer el umbral mínimo de temperatura para cada estado biológico

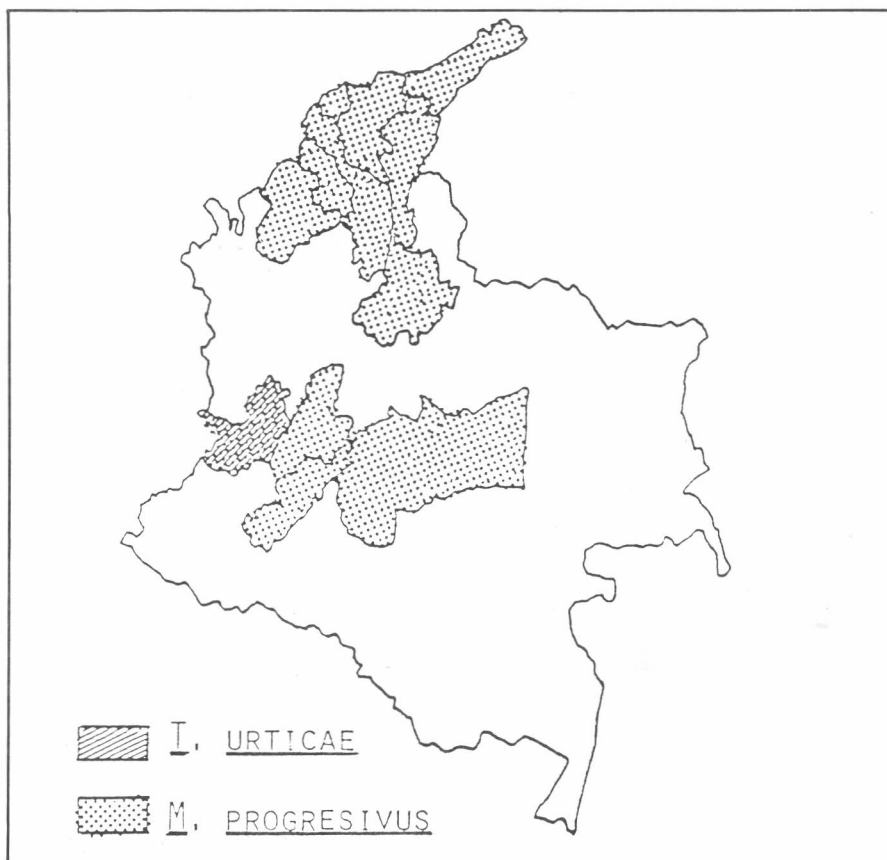


Figura 1. Distribución geográfica de *T. urticae* y *M. progresivus* en cultivos de yuca en Colombia.

gico y la constante térmica (grados-día) requerida para el desarrollo de cada una de dichas especies.

3. Elaborar la tabla de vida de cada una de las especies de Tetranychidae, a tres temperaturas, en función de la tasa intrínseca de incremento natural (R_m) y tasa finita de incremento (λ).
4. Conocer, para ambas especies, el efecto de la temperatura sobre la hembra adulta, en lo referente a su fecundidad, longevidad y duración de los períodos reproductivos.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Establecimiento de Colonias y Clase de Observaciones

Con el propósito de disponer de crías masivas de las especies *T. urticae* y *M. progresivus* por separado, se utilizaron plantas de yuca de la variedad CMC-40, las cuales se sembraron en pots den-

tro de casas de malla a $30 \pm 5^\circ\text{C}$ y $70 \pm 5\%$ de HR (Figura 2). Las plantas, de ocho semanas de edad y con abundante follaje, se expusieron a hojas infestadas con las citadas especies de Tetranychidae provenientes de lotes experimentales del CIAT.

Los estudios de ciclo de vida y desarrollo se realizaron a cuatro temperaturas constantes (15° , 20° , 25° y 30°C y $70 \pm 5\%$ de HR) y 12 horas de fotoperíodo. Estas observaciones se realizaron en cajas 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, pedazos rectangulares de lóbulos de hojas de yuca. Conviene anotar que con este sistema, que reemplaza el disco de hoja, se observó mayor duración del sustrato vegetal (Figura 3). Para iniciar el estudio, se tomaron de las colonias, hembras grávidas de cada especie, y se colocaron en cada unidad de estudio, retirándolas al cabo de seis horas, asegurándose, para evitar la ma-

nipulación y la transferencia de huevos que, en cada unidad, las hembras hubiesen ovipositado.

Las observaciones se realizaron cada cuatro horas, hasta cuando cada ácaro completó su desarrollo y se registraron el momento de emergencia y muda de cada estado.

Cuando los individuos alcanzaron el estado telioicrisálida, se colocó, en cada repetición, un macho para favorecer el proceso de apareamiento.

Los experimentos sobre fecundidad y longevidad de las hembras se realizaron a tres temperaturas constantes (20°, 25° y 30°C y 65 ± 5% de HR). Para ésto, las hembras fecundadas se individualizaron en unidades de cría similares a las usadas para el desarrollo de huevo-adulto, contando diariamente el número de huevos puestos. Con base en ésto, se determinó la duración de los períodos reproductivos y la longevidad de cada individuo.

2.2. Cálculo de la Velocidad de Desarrollo, Umbral Mínimo y Constante Térmica

El cálculo de estos parámetros vitales se hizo de acuerdo a Zalon et al. (1983). 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 (UM) y, luego, se procedió de la siguiente manera:

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

es decir, $\frac{-b_0}{b_1} = UM$

A partir del conocimiento del umbral mínimo, es posible estimar el valor de la constante térmica o tiempo fisiológico (K), con base en la fórmula propuesta:

$$K = Y (T - UM)$$

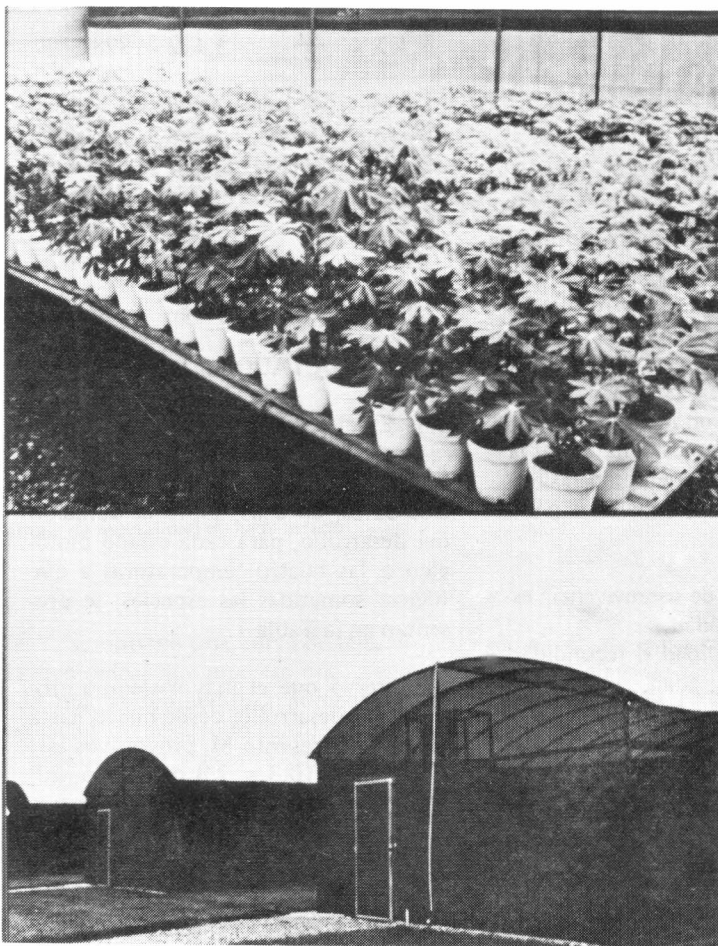


Figura 2. Potes en casa de malla para establecimiento de colonias de *T. urticae* y *M. progresivus*.

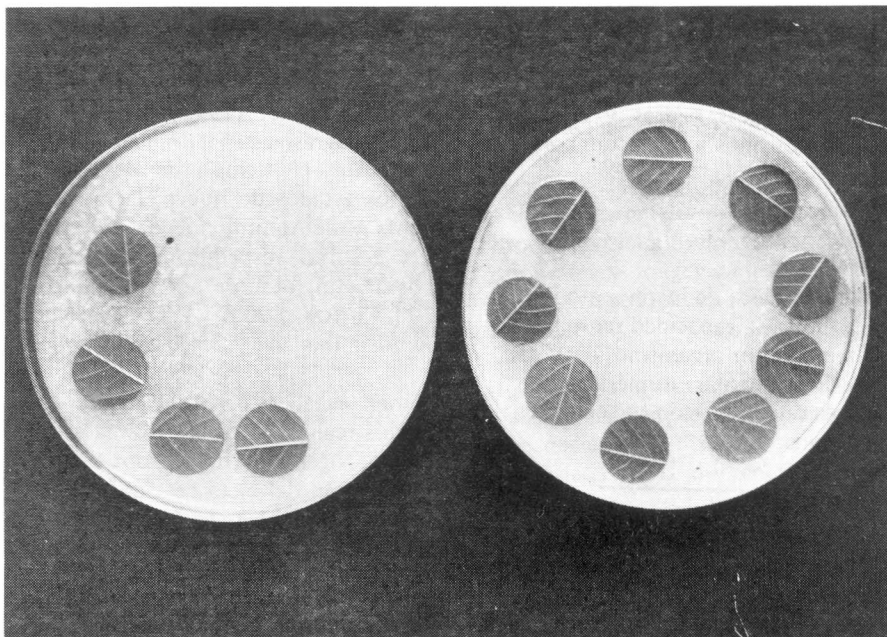


Figura 3. Cajas depetri con lóbulos de hojas de yuca para estudios de ciclos de vida y desarrollo.

Donde: Y = tiempo de desarrollo a la temperatura T.
T = Temperatura
UM = Umbral mínimo

$$\lambda = \frac{R_m}{e}, \quad 3 = 2.71828$$

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

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

2.3. Tablas de Vida

Las tablas de vida fueron construidas de acuerdo con los principios establecidos por Andrewartha y Birch (1954).

Los cálculos para cada edad específica se realizaron a partir de los datos de sobrevivencia y fecundidad. La información se organizó en forma de tabla de vida, teniendo en cuenta, en las respectivas columnas, los siguientes parámetros:

L_x = Probabilidad de sobrevivencia específica por edad.
 M_x = Tasa de natalidad o fecundidad específica por edad.

La sumatoria del producto $L_x M_x$ sobre todos los grupos proporciona el valor de R_0 o tasa reproductiva neta, conocida como tasa de reemplazo. Esta refleja el número promedio de progenie-hembra que es capaz de producir, durante toda la vida, cada hembra de la población, 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 los hijos y se calculó como:

$$T = \frac{\sum L_x M_x X}{\sum L_x M_x}$$

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

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

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

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Efecto de la Temperatura sobre el Tiempo de Desarrollo

Los datos, en días, sobre la duración del desarrollo, para cada estado biológico a las cuatro temperaturas a que fueron sometidas las especies, se presentan en la Tabla 1.

Se observó que el mayor tiempo promedio de desarrollo, desde huevo hasta adulto, lo presentó *M. progresivus* así: 41.4, 19.0, 10.3 y 7.8 días a 15, 20, 25 y 30°C, respectivamente, mientras que para *T. urticae* esta duración fue de 29.7, 15.9, 9.0 y 6.7 días, a las mismas temperaturas. Como se puede apreciar, todos los estados de desarrollo, para cualquiera de las dos especies, requieren mayor duración a 15°C, que es la menor temperatura y que este tiempo decrece al aumentar la temperatura (Tabla 2).

Yaseen y Bennet (1977), trabajando con *M. progresivus* en Trinidad, encontraron que el tiempo de desarrollo para los estados de huevo, larva, protoninfa y deutoinfa fue de 3-4, 1-2, 1-2 y 2-3 días, respectivamente, y que su desarrollo total, de huevo a adulto, de 11-13 días, a 26.8 ± 2°C y 82% de HR en la mañana y 55% en la tarde.

Yaninek et al. (s.p.) indican que, en estudios realizados con la misma especie en Nigeria (Africa), obtuvieron una duración del ciclo de vida de huevo a adulto de 21.3, 15.5, 12.3, 7.7 y 6.9 días a 20, 24, 27, 31 y 34°C.

Con respecto a *T. urticae*, se indicó, en términos comparativos, que dicha especie, en otro hospedante (algodón), tuvo un desarrollo de 25.3, 16.5, 15.0, 10.3 y 5.9 días a 15°, 18.3°, 21.1°, 23.8° y 29.4°C, respectivamente (Carey & Bradley, 1982).

En general, se puede afirmar, que el tiempo de desarrollo de las especies se afecta en forma inversamente proporcional a la temperatura, lo cual es confirmado con los resultados de los trabajos de otros autores en diferentes regiones.

En cuanto al porcentaje de mortalidad para cada estado y a cada temperatura, se pudo observar que el mayor porcentaje de mortalidad para *M. progresivus* se presentó a 15°C (24%) y que éste decreció a medida que la temperatura se elevó, mientras que para *T. urticae* el mayor porcentaje se apreció a 25°C (10%).

Sabelis (1981) expresa que *T. urticae* criado sobre rosa, en condiciones de Holanda, presenta un porcentaje de mortalidad que permanece constante a un nivel bajo (cerca del 10% de huevo-adulto) en un rango de 15 a 30°C y que, por fuera de éstas temperaturas, el porcentaje de mortalidad se incrementa.

Para todas las temperaturas, en la duración del desarrollo de la hembra y el macho, fue posible observar diferencia significativa ($P = 0.05$). Por ejemplo, que, para las hembras de *M. progresivus*, a 15°, 20°, 25° y 30°C, la duración fue de 41.8, 19.2, 10.4 y 7.9 días, respectivamente y, para la especie *T. urticae*, de 30.3, 16.4, 9.3 y 6.7 días, mientras que, para los machos de *M. progresivus*, tal duración fue de 40.6, 18.5, 9.8 y 7.3 días y para los de *T. urticae*, de 28.6, 14.7, 8.3 y 6.1 días (Figura 4).

Al respecto, Sabelis (1981), en trabajos efectuados en Europa, halló que la duración del ciclo de vida fue de 36.2, 16.6, 10.8, 7.8 y 6.4 días para las hembras y de 31.9, 14.4, 9.3, 6.2 y 5.5 días para los machos, a 15, 20, 25, 30 y 35°C, respectivamente.

Los resultados indican, además, que, en cuanto a la duración del desarrollo total desde huevo hasta adulto entre las dos especies estudiadas, hay diferencia significativa ($P = 0.05$), obser-

TABLA 1. Duración de los estados de desarrollo y porcentaje de mortalidad de *M. progresivus* y *T. urticae* a 15, 20, 25 y 30°C.

Estados de Desarrollo	<i>M. progresivus</i>				<i>T. urticae</i>											
	15		20		25		30									
	\bar{X}	%	\bar{X}	%	\bar{X}	%	\bar{X}	%								
Huevo (1)	16.5(9.3)		9.7(0)		4.8(0)		3.8(5.0)		11.1(2.0)		6.9(6.0)		3.8(6.0)		2.7(2.0)	
Larva	3.9(11.7)		1.6(0)		1.1(2.1)		0.7(0)		4.7(3.1)		1.9(1.0)		1.1(0)		0.6(0)	
Protocrisálida	4.6(3.3)		1.5(1.0)		0.4(0)		0.8(0)		2.8(0)		1.3(1.0)		0.9(0)		0.8(0)	
Protoninfa	3.6(1.7)		1.5(1.0)		0.9(0)		0.6(0)		2.9(1.0)		1.7(0)		0.6(2.0)		0.6(0)	
Deutocrisálida	3.8(0)		1.2(0)		0.8(3.2)		0.6(0)		2.3(0)		1.1(0)		0.7(0)		0.5(0)	
Deutoninfa	3.8(0)		2.1(0)		1.1(0)		0.6(1.0)		2.7(0)		1.5(1.0)		0.8(2.0)		0.5(0)	
Teliocrisálida	5.1(0)		1.4(0)		1.0(0)		0.7(0)		2.9(0)		1.4(0)		1.0(0)		0.6(0)	
Desarrollo Total																
Huevo-Adulto	41.4(24.0)		19.5(2.0)		10.3(5.3)		7.8(6.0)		29.7(8.1)		15.9(9.0)		9.0(10.0)		6.6(2.0)	

El número entre paréntesis corresponde al porcentaje de mortalidad de cada estado.

(1) Porcentaje de no eclosión.

vándose, para *M. progresivus*, duración mayor a cualquiera de las temperaturas (Tabla 3 y Figura 4).

La relación entre el tiempo de desarrollo (desde huevo hasta adulto) y la temperatura se expresa gráficamente, para *M. progresivus* en las figuras 5 y 7 y, para *T. urticae*, en las 6 y 7. En ellas, la temperatura se presenta en el eje X y el desarrollo, en el eje Y y, en todos los casos, resulta una curva de tendencia exponencial en forma de J invertida. En las Tablas 4 y 5, se presentan, para cada estado y especie, los datos transformados de tiempo de desarrollo.

3.2. Velocidad de Desarrollo

Para las especies estudiadas y para cada estadio, el porcentaje de desarrollo por día a cada temperatura se presenta en la Tabla 4, para *M. progresivus* y, en la Tabla 5, para *T. urticae*.

Al respecto, se observa que este parámetro depende de la temperatura, pues, para *M. progresivus* se incrementa desde 2.2 a 15°C hasta 12.9 a 30°C y, para *T. urticae*, de 2.9 a 15°C, a 15.1 a 30°C, es decir, se presenta una relación directamente proporcional entre velocidad de desarrollo y temperatura.

Al representar gráficamente esta relación, colocando la temperatura en el eje X y la velocidad de desarrollo en el

eje Y, se obtiene una curva de tendencia sigmoidea, que muestra que, a medida que la temperatura aumenta, la velocidad de desarrollo es directamente proporcional a ésta (Figuras 5, 6 y 7).

Se puede apreciar que el estado de huevo de las dos especies presenta el mayor tiempo de desarrollo a las diferentes temperaturas y muestra los valores más bajos de velocidad de desarrollo (Tablas 4 y 5).

3.3. Umbral Mínimo de Temperatura

En cuanto al límite térmico por debajo del cual un organismo suspende su desarrollo, en las Tablas 4 y 5 se presentan los valores obtenidos para cada estadio.

Se puede observar que este valor fluctuó entre 10.8°C (protocrisálida) y 13.8°C (deutoninfa) para *M. progresivus* y entre 7.6°C (protocrisálida) y 13.7°C (larva) para *T. urticae*, comprobándose que la deutoninfa de *M. progresivus* y la larva de *T. urticae* necesitan mayor de calor para completar su desarrollo.

Al respecto, Herbert (1981) encontró que el umbral mínimo de *T. urticae*, criado en hojas de manzano, varió desde 9.14°C a 10.96°C y de 8.51 a 11.22°C para estados activos y quiescentes de la hembra y el macho, respectivamente.

Yaninek et al. (s.p.) estimaron que el umbral mínimo de temperatura de *M. progresivus* fue de 14.4°C, asumiendo un modelo lineal para el desarrollo.

3.4. Tiempo Fisiológico o Constante Térmica

Los grandos-día (°D) acumulados que requirió cada estado biológico para completar su desarrollo se presentan en las Tablas 4 y 5 para cada especie. Los resultados para el estado de huevo, evidencian que dicho valor fue de 70°D en *M. progresivus* y de 52.3°D en *T. urticae*.

3.5. Duración de los Períodos Reproductivos

La duración, en días, de los períodos de preoviposición, oviposición, postoviposición y longevidad de las hembras de ambas especies se presentan en la Figura 8.

En cuanto a la duración del período de preoviposición, se observó entre las dos especies a las distintas temperaturas señaladas, una diferencia apreciable (Figura 8). En todos los casos, *M. progresivus* presentó mayor duración para este período. Carey & Bradley (1982) indican que la duración de este período para *T. urticae*, criado sobre plantas de algodón, fue de 1.08 y 0.71 días a 23.8 y 29.4°C, respectivamente. Los trabajos de Sabelis (1981) en Ho-

TABLA 2. Efecto de la temperatura sobre el tiempo de desarrollo de *M. progresivus* y *T. urticae*.

Temperatura	Huevo	Larva	Proto crisalida	Proto ninfa	Deuto crisalida	Deuto ninfa	Teljo crisalida	Desarrollo Total Huevo-Adulto
15	13.2 A	4.4 A	3.6 A	3.2 A	2.9 A	3.2 A	3.8 A	34.2 A (822.04)
20	8.3 B	1.8 B	1.4 B	1.6 B	1.2 B	1.8 B	1.4 B	17.53 B (420.81)
25	4.3 C	1.1 C	0.7 D	0.8 C	0.7 C	0.9 C	1.0 C	9.7 C (231.71)
30	3.2 D	0.7 D	0.8 C	0.6 D	0.6 D	0.6 D	0.7 D	7.17 D (172.22)

(P= 0.05)

TABLA 3. Duración de los estados de desarrollo de *M. progresivus* y *T. urticae* a cuatro temperaturas.

Especies	Huevo	Larva	Proto crisalida	Proto ninfa	Deuto crisalida	Deuto ninfa	Teljo crisalida	Desarrollo Total Huevo-Adulto
<i>M. progresivus</i>	8.0 A	1.7 B	1.6 A	1.5 A	1.4 A	1.6 A	1.7	17.48 A (419.57)
<i>T. urticae</i>	6.1 B	2.0 A	1.4 B	1.5 A	1.2 B	1.4 B	1.4 B	15.02 B (360.52)

(P= 0.05)

landa, sobre ácaros de rosas, señalan que la preoviposición tiene una duración de 3.49, 1.70, 0.89 y 60.61 días, a 15°, 20°, 25° y 30°C, respectivamente.

Nyíira (1979) encontró que *M. progresivus* empleó, en este período, de 1 a 3 días, a 22.9 ± 3.6°C.

M. progresivus presentó, en el período de oviposición, mayor duración a las temperaturas más altas, mientras que *T. urticae*, a las temperaturas más elevadas, el lapso de oviposición fue menor (Figura 8). De acuerdo con los estudios de Sabelis (1981), este tiempo fue de 39.3, 26.5, 21.8 y 11.6 días a 15, 20, 25 y 30°C, respectivamente. Yaseen & Bennett (1977) encontraron que las hembras de dicha especie ovipositaron durante un período de 8 a 14 días.

Referente al período de postoviposición se observó que la mayor duración de éste ocurre a la más baja temperatura, es decir, a 20°C en ambas especies (Figura 8).

3.6. Longevidad de Hembras

La Figura 9 ilustra la duración total, en días de las hembras. Los datos indican que ésta adquiere un mayor valor (27.4 días) a la temperatura de 20°C, para *T. urticae* y lo mismo ocurre, pero a 25°C, para *M. progresivus*.

Care y Bradley (1982) probaron en sus estudios que la longevidad de *T. urticae* fue de 14.71 y 9.71 días a 23.8° y 29.4°C, respectivamente. Yaninek et al. (s.p.) expresan que individuos de *M. progresivus* sobrevivieron un promedio de 11.6 días, de los cuales 1 día corresponde al período de preoviposición y 9.8 al período de oviposición y la longevidad total fue de 24.4 días.

3.7. Fecundidad

Los resultados sobre fecundidad promedio total y promedio diario de huevos producidos hembra, a tres de las temperaturas estudiadas se presenta en la Figura 10. Al comparar la fecundidad de las dos especies de Tetranychidae, se observa gran diferencia. En todos los casos, *T. urticae* presenta la mayor producción de huevos. Además, a las más altas temperaturas (25° y 30°C), se obtienen los promedios más altos. Carey y Bradley (1982), expresaron que *T. urticae*, criada sobre algodónero, presentó un promedio diario de 8 a 10 huevos por hembra y un promedio total de 103.3 y 64.3 huevos a 23.8° y 29.4°C, respectivamente.

Según Yaninek et al. (s.p.), la fecundidad de *M. progresivus* en yuca, en todas las temperaturas, tuvo una tendencia general, desde un rápido incremento hasta una producción máxima de huevos, seguida por una brusca

caída. Según tales autores, la mayor fecundidad se presentó después de los 3 a 5 días, con un promedio de huevos por hembra por día, de 1.0, 2.5, 4.0, 4.5 y 2.0 huevos a 20°, 24°, 27°, 31° y 34°C, respectivamente.

3.8. Tablas de Vida

Los parámetros estimados de las tablas de vida se muestran en la Tabla 6. Para las dos especies fitófagas la estimación de estos parámetros se efectuó a 20°, 25° y 30°C.

Para *T. urticae*, la tasa intrínseca de incremento natural R_m se vio afectada por la temperatura, aumentando desde 0.124 hasta 0.268 a 20 y 30°C, respectivamente, y desde 0.112 a 20°C hasta 0.231 a 30°C, para *M. progresivus*.

Yaninek et al. (s.p.) hallaron que el R_m de *M. progresivus* se elevó desde 0.196 a 20°C a 0.281 a 31°C, descendiendo a 0.119 a 34°C, mientras que Carey y Bradley (1982), encontraron que, para *T. urticae*, el R_m tuvo valores de 0.219 a 23.8°C y 0.293 a 29.4°C.

La tasa finita de incremento-lambda (λ), es decir, el número de hembras adicionadas a la población-por día, presentó valores fluctuantes entre 1.10 a 1.30 y desde 1.10 a 1.30 a 20° y

TABLA 4. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *M. progresivus*.

Temperatura (°C)	Tiempo de desarrollo (días)	Velocidad de desarrollo	Umbral mínimo (°C)	Tiempo fisiológico (°D)
HUEVO				
15	19.4	5.14	11.4	70.0
20	8.1	12.3		
25	5.1	19.4		
30	3.8	26.7		
LARVA				
15	3.9	25.4	11.3	14.6
20	1.7	59.9		
25	1.1	94.3		
30	0.8	128.2		
PROTOCRISALIDA				
15	2.7	37.7	10.8	11.0
20	1.2	83.3		
25	0.8	128.2		
30	0.6	175.4		
PROTONINFA				
15	4.2	23.6	12.4	11.0
20	1.4	69.4		
25	0.9	114.9		
30	0.6	161.3		
DEUTOCRISALIDA				
15	3.5	28.6	11.9	10.7
20	1.3	75.7		
25	0.8	123.4		
30	0.6	172.4		
DEUTONINFA				
15	8.4	11.9	13.8	10.0
20	1.6	75.8		
25	0.9	111.6		
30	0.6	163.9		
TELIOCRISALIDA				
15	4.3	23.0	12.1	12.5
20	1.6	63.1		
25	1.0	103.0		
30	0.7	144.9		
DESARROLLO TOTAL				
15	45.3	2.2	11.9	140.4
20	17.3	5.8		
25	10.7	9.3		
30	7.8	12.9		

30°C para *T. urticae* y *M. progresivus*, respectivamente.

Con referencia a la tasa reproductiva neta R_0 , para las dos especies de Tetranychidae, se observó que este parámetro se incrementa a medida que se aumenta la temperatura, pero que la mayor progenie se presenta a 30°C, que en el caso de *M. progresivus* fue de 37,9 y de 38.7 para la especie *T. urticae*.

Yaninek et al. (s.p.) expresan que *M. progresivus*, para este parámetro, muestra valores de 44.4 y 43.2 a 24° y 27°C, respectivamente.

Yaninek et al. (s.p.), al estudiar este factor, mostraron que el tiempo de generación se incrementó notablemente desde 9.9 días a 34°C a 28.1 días a 20°C. Este mismo parámetro, calculado sobre la base de grados-día, presentó un promedio cerca de 211 grados-día entre 24 y 27°C, mientras que, a las dos temperaturas extremas, el tiempo de generación fue considerablemente más corto, es decir 157 y 194 grados-día a 20° y 34°C, respectivamente.

Según los mismos autores, R_0 y R_m se relacionaron positivamente con la

temperatura hasta 31°C, pero, por encima de este nivel, estos valores declinaron, sugiriendo un umbral máximo para el crecimiento de la población.

Herbert (1981) calculó los parámetros de la tabla de vida de *T. urticae* en plantas de manzano a 15°, 18° y 21°C y pudo verificar que R_m , λ , R_0 presentan valores menores a temperaturas bajas, los cuales se incrementan a medida que aumenta este factor, mientras que el tiempo generacional y el tiempo de duplicación decrecen con el incremento de la temperatura.

TABLA 5. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de *T. urticae*.

Temperatura (°C)	Tiempo de desarrollo (días)	Velocidad de desarrollo	Umbral mínimo (°C)	Tiempo fisiológico (°D)
HUEVO				
15	19.4	5.14	11.4	70.0
20	8.1	12.3		
25	5.1	19.4		
30	3.8	26.7		
LARVA				
15	3.9	25.4	11.3	14.6
20	1.7	59.9		
25	1.1	94.3		
30	0.8	128.2		
PROTOCRISALIDA				
15	2.7	37.7	10.8	11.0
20	1.2	83.3		
25	0.8	128.2		
30	0.6	175.4		
PROTONINFA				
15	4.2	23.6	12.4	11.0
20	1.4	69.4		
25	0.9	114.9		
30	0.6	161.3		
DEUTOCRISALIDA				
15	3.5	28.6	11.9	10.7
20	1.3	75.7		
25	0.8	123.4		
30	0.6	172.4		
DEUTONINFA				
15	8.4	11.9	13.8	10.0
20	1.6	75.8		
25	0.9	111.6		
30	0.6	163.9		
TELIOCRISALIDA				
15	4.3	23.0	12.1	12.5
20	1.6	63.1		
25	1.0	103.0		
30	0.7	144.9		
DESARROLLO TOTAL				
15	45.3	2.2	11.9	140.4
20	17.3	5.8		
25	10.7	9.3		
30	7.8	12.9		

TABLA 6. Efecto de la temperatura sobre los parámetros de la tabla de vida de *T. urticae* y *M. progresivus*.

Temperatura	R_0	T	R_M	λ	Días Dupl.
Tetranychus urticae					
20	27.1	26.5	0.124	1.1	5.6
25	34.5	15.2	0.234	1.3	3.0
30	38.7	13.6	0.268	1.3	2.6
Mononychellus progresivus					
20	23.6	28.1	0.112	1.1	6.2
25	36.5	19.1	0.187	1.2	3.7
30	37.9	15.7	0.231	1.3	3.0

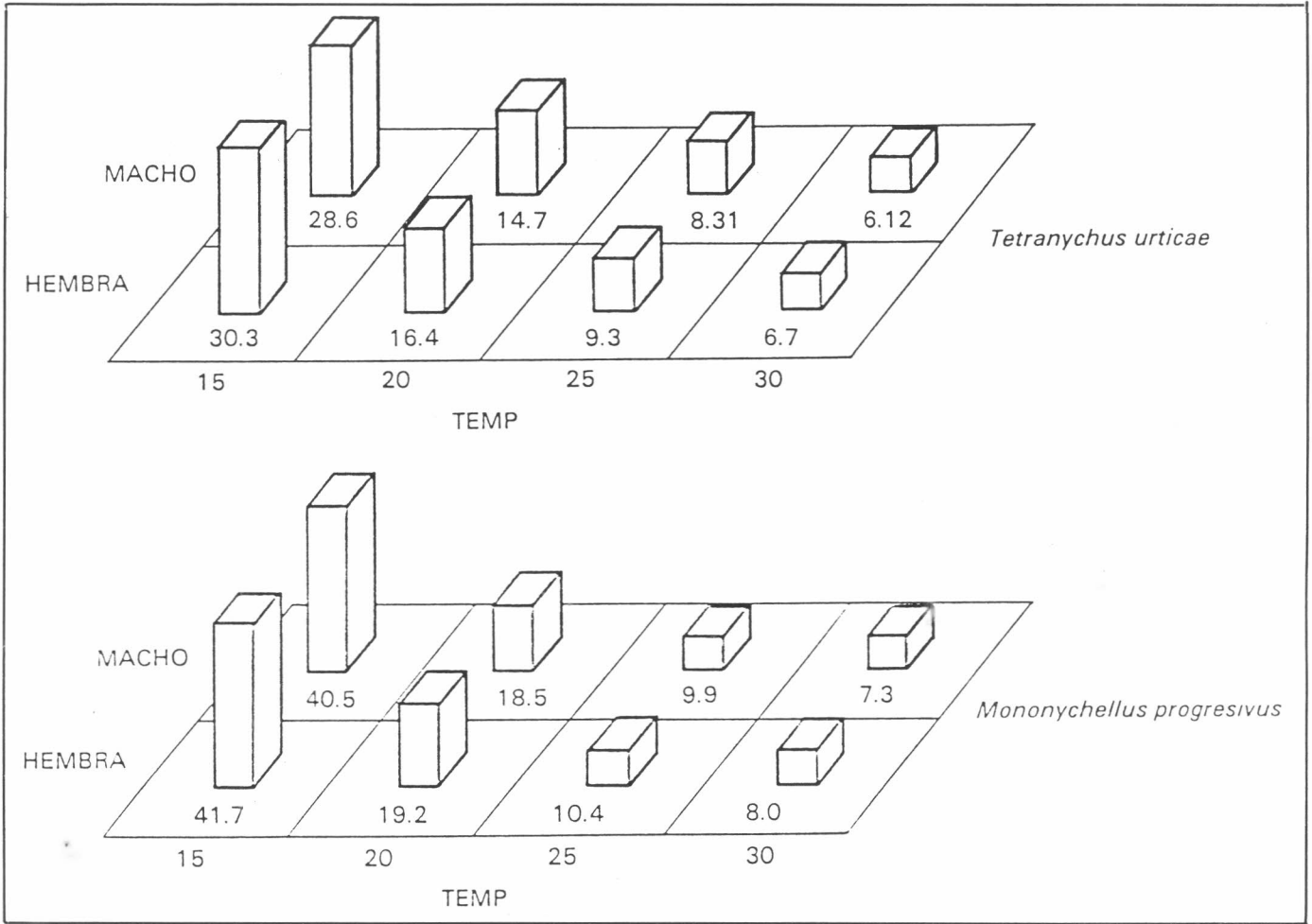


Figura 4. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de huevo a adulto de *T. urticae* y *M. progresivus*.

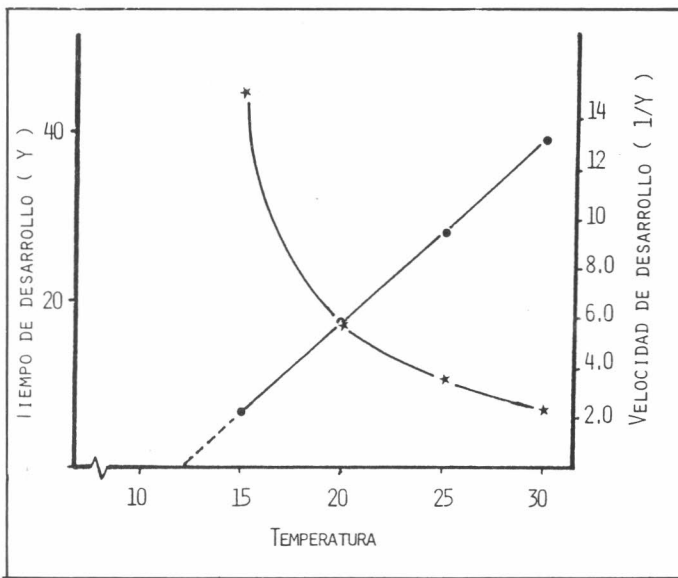


Figura 5. Efecto de la temperatura sobre el tiempo y la velocidad de desarrollo de huevo a adulto de *M. progresivus*.

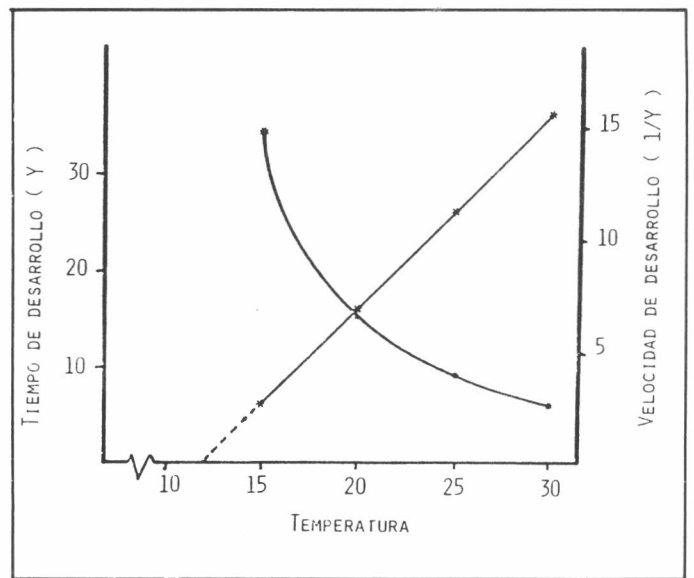


Figura 6. Efecto de la temperatura sobre el tiempo y la velocidad de desarrollo de huevo a adulto de *T. urticae*.

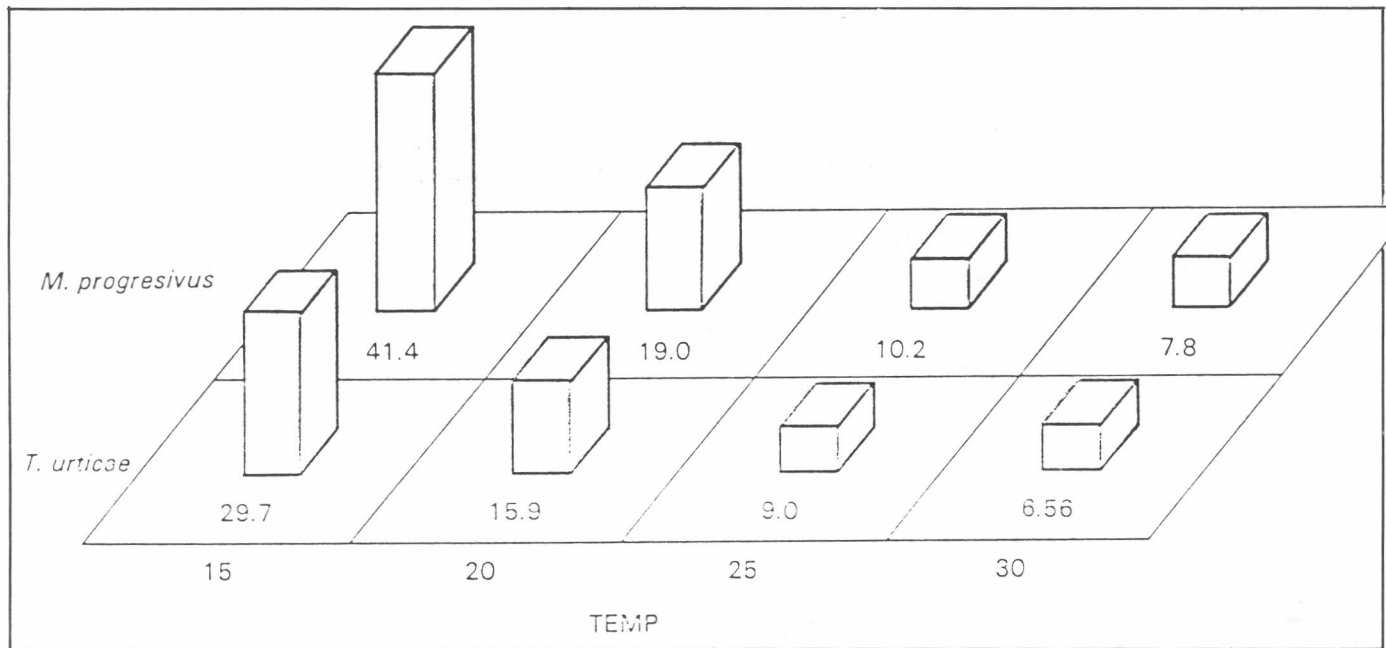


Figura 7. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de huevo a adulto de *M. progresivus* y *T. urticae* (En días).

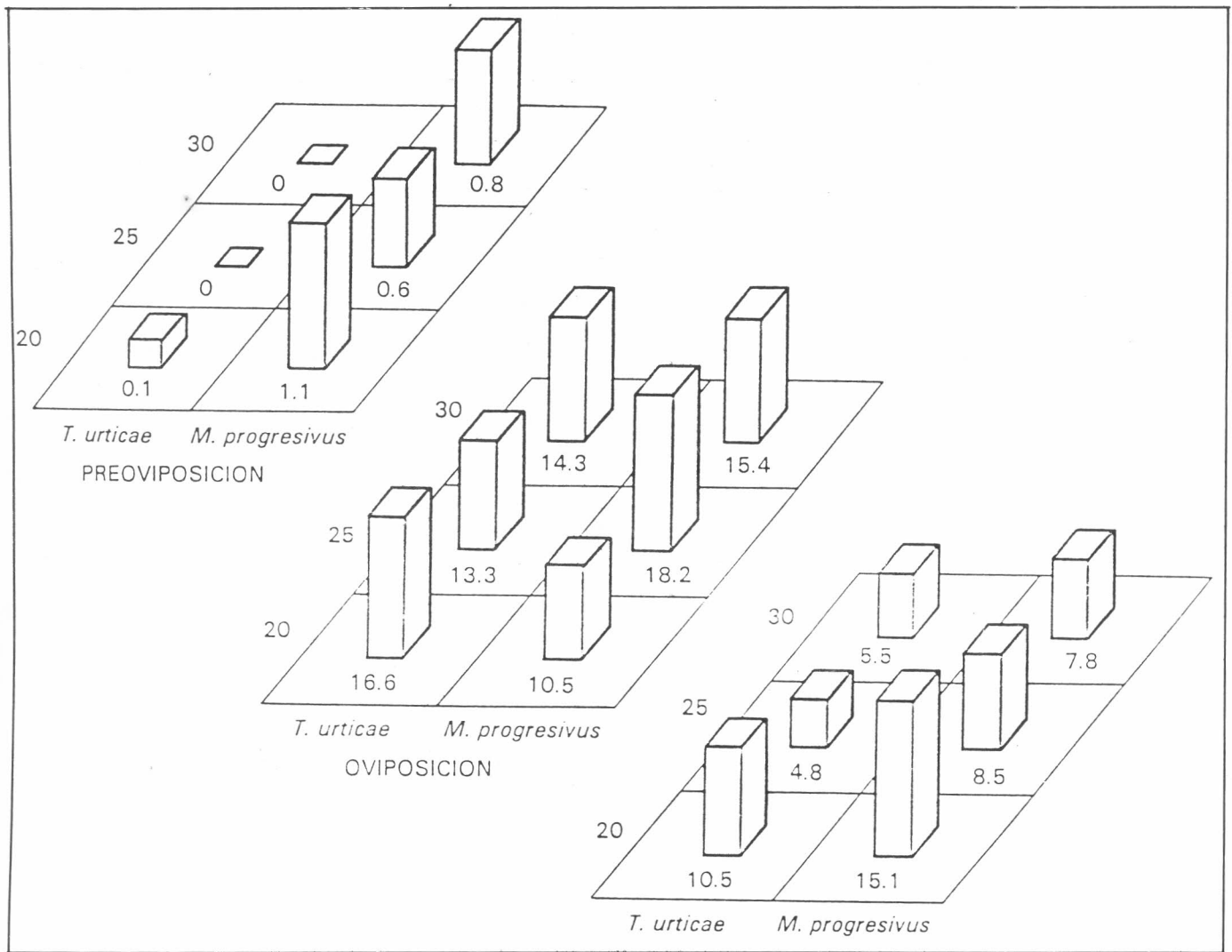


Figura 8. Duración de los períodos de preoviposición, oviposición y post-oviposición de *T. urticae* y *M. progresivus*.

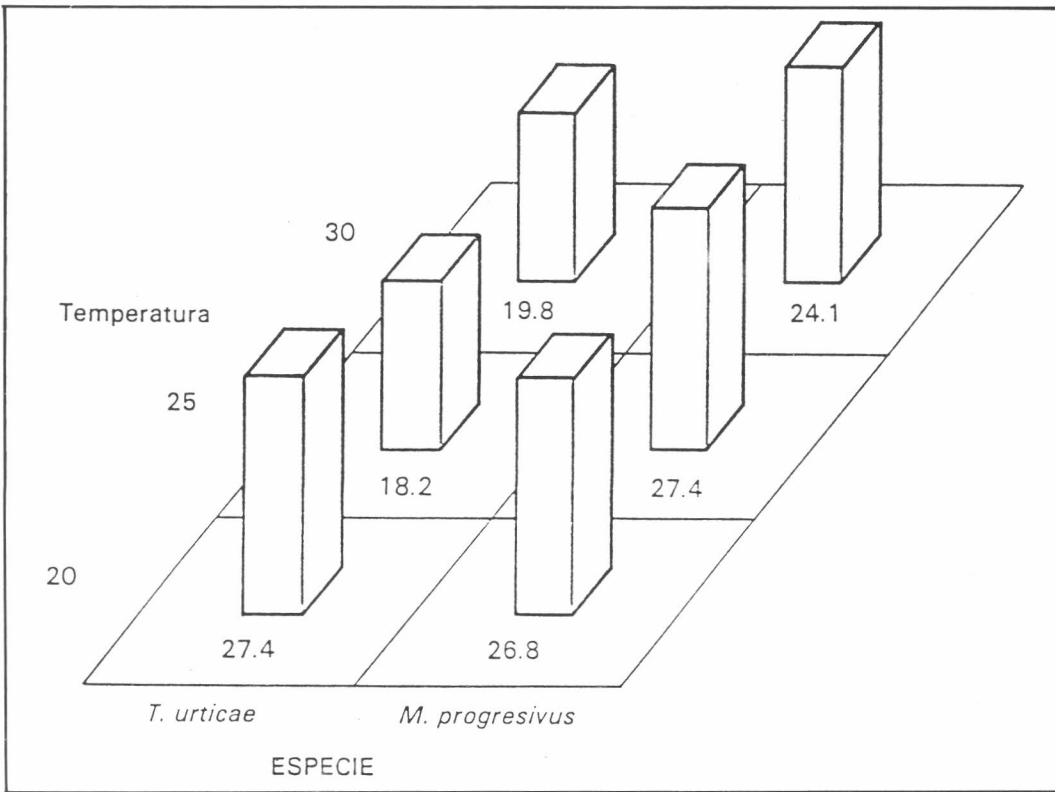


Figura 9. Longevidad de la hembra de *T. urticae* y *M. progresivus*.

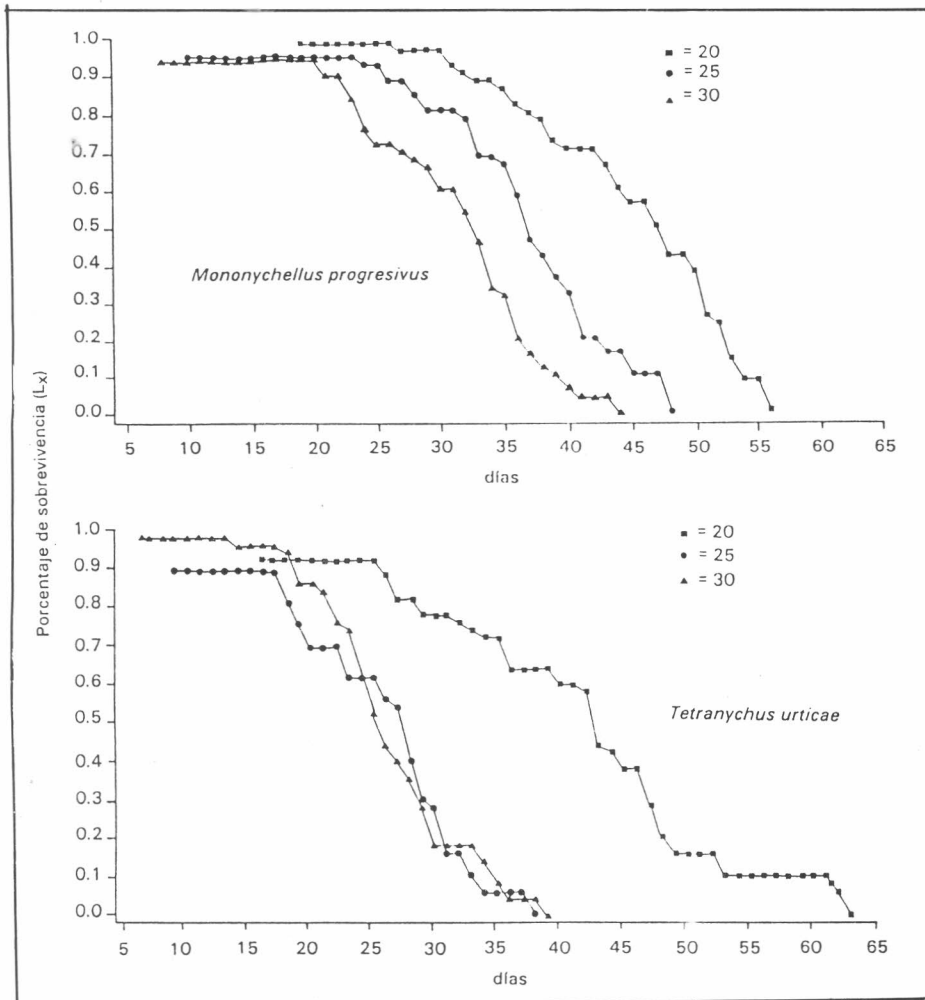


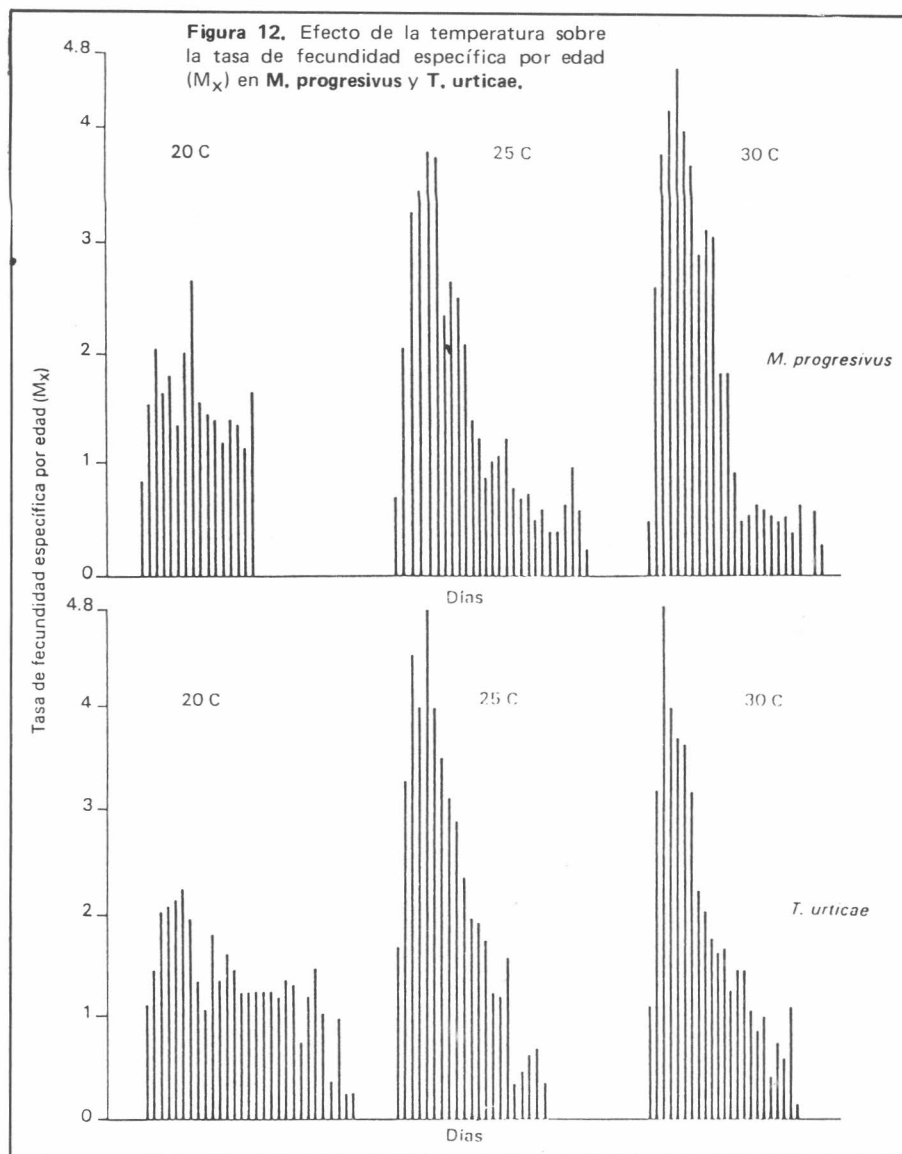
Figura 10. Efecto de la temperatura sobre la fecundidad de *T. urticae* y *M. progresivus*.

Para ambas especies bajo estudio, las curvas de sobrevivencia (L_x) y la tasa de fecundidad específica por edad (M_x) se presentan en las figuras 11 y 12. Se observa que el índice de sobrevivencia de la población permanece alto, hasta cuando los individuos llegan a adultos, lo que concuerda, también, con una alta sobrevivencia para los estados inmaduros.

En cuanto a la curva de fecundidad específica (M_x) (Figura 12), se observó que la mayor producción de hembras se presenta en los primeros días de edad de ésta y decrece al aumentar la edad.

4. CONCLUSIONES

1. Para los Tetranychidae *T. urticae* y *M. progresivus*, el tiempo de desarrollo (de huevo a adulto) decrece con el aumento de la temperatura desde 34.2 y 45.3 días a 15°C hasta 6.6 y 7.8 días, respectivamente.
2. A 30°C, se presenta la mayor velocidad de desarrollo, a saber: 15.0 para *T. urticae* y 12.9 para *M. progresivus*.
3. El umbral mínimo de temperatura es de 11.4 y 11.9°C y la constante térmica necesaria para completar el desarrollo de huevo a adulto, equivale a 123.7 y 140.4 para *T. urticae* y *M. progresivus*, respectivamente.
4. Al incrementarse la temperatura ocurre un aumento en la fecundidad desde 48.3 a 73.7 huevos para *T. urticae* y desde 33.4 a 67.6 huevos para *M. progresivus* y se observa una disminución en la longevidad y la duración de los períodos reproductivos de las dos especies.
5. La tasa reproductiva neta R_0 , la tasa de incremento natural R_m y la tasa finita de incremento λ presentan mayor valor a las temperaturas más elevadas.
6. En ambas especies de Tetranychidae, el tiempo de generación T y el tiempo de duplicación, es menor a 25 y 30°C.



5. LITERATURA CITADA

- ANDREWARTHA, H.G. & L.C. BIRCH. 1954. The distribution and abundance of animals. Univ. of Chicago Press, Chicago. pp. 31-54.
- BYRNE, D.; A.C. BELLOTTI, & J.M. GUERRERO, J.M. 1983. The cassava mites. Tropical Pest management 29(4): 378-394.
- CAREY, J.R. & J.W. BRADLEY. 1982. Developmental rates, vital schedules, sex ratios, and life tables for *Tetranychus urticae*, *T. turkestanii* and *T. pacificus* (Acarina: Tetranychidae) on cotton. Acarologia, 23: 333-345.
- DE MORAES, G.J. 1986. Control biológico de ácaros fitófagos. Conferencias especiales. XIII Congreso de la sociedad colombiana de entomología. Misceláneas. Cali pp. 29-63.
- GUERRERO, J.M., A.C. BELLOTTI & J.A. REYES. Control de los ácaros en yuca mediante la utilización de sus enemigos naturales. En: REYES, J.A. Comp. Yuca: Control integrado de plagas. Cali, XYZ, 1983. pp. 221-223.
- HELLE, W. & W.P.J. OVERMERR. 1973. Variability in tetranychid mites. Ann. Rev. Entomol. 18: 97-120.
- HERBERT, H.J. 1981. Biology, life tables, and innate capacity for increase of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). Can Entomol. 113: 371-378.
- NYIIRA, A.M. 1972. Report of investigation on cassava mite, *Mononychellus tanajoa* (Bondar). Dep. of Agu. Kawanda Research Station, Kampala, Uganda (Mimeo).
- SABELIS, M.W. 1981. Biological control of

two-spotted spider mites using phyto-seiid predators. Part I. Agricultura Research repts. 910, Pudoc, Wageningen (Netherlands) 242 pp.

SAITO, T.; K. TABATA & S. KOHNO. 1983. Mechanisms of acaride resistance with emphasis on dicofol. In: Pest resistance to pesticides, ed. G.P. GEORGHIOU & T. SAITO. Plenum Publ. Corporation, U.S.A. pp. 429-444.

YANINEK, J.S. and H.R. HERREN, (S.P.). History of Cassava Green Mites, *Mononychellus* spp., in Africa: Invasión, Spread and Damage.

-----; A.P. GUTIERREZ and H.R. (S.P.) HERREN. The Influence of Temperature and Host Plant Quality on the Biotic Potential of the Cassava Green Mite, *Mononychellus progresivus* Doreste.

YASSEN, M. & F.D. BENNET, 1977. Distribution, biology and population dynamics of the green cassava mite in the neotropics. pp. 197-902. In Proceedings of the Forth Simposuym of the International Society for Tropical Root Crops, 1976. Ed. J. Cock, R. Mac Intyre and M. Graham. International Development Research Centre, Ottawa.

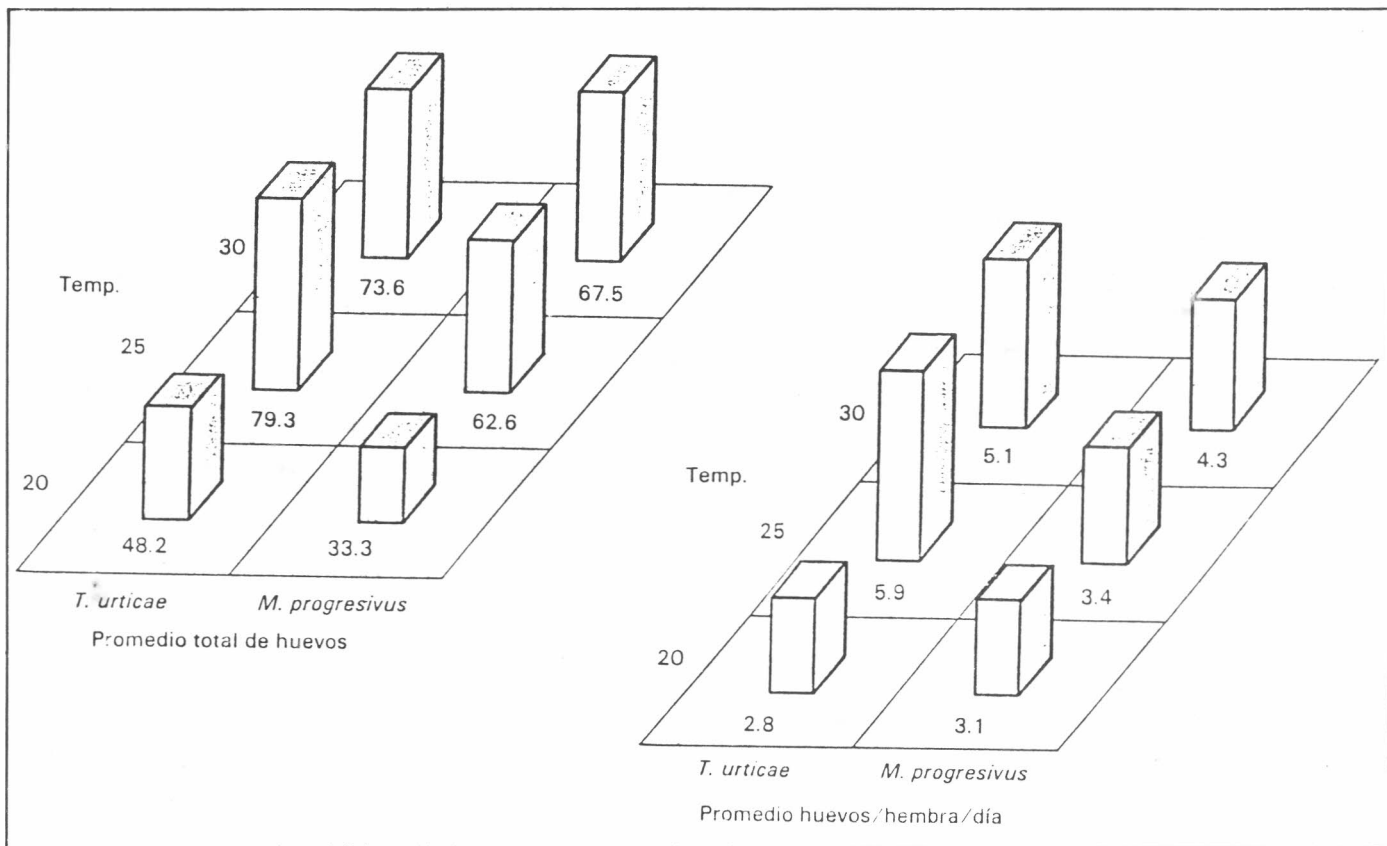


Figura 11. Tasa de sobrevivencia de *M. progresivus* y *T. urticae*.