

EVALUACION DE ALGUNOS FACTORES DETERMINANTES DE LA EFICIENCIA DE *Cleothera notata* (Col: Coccinellidae) COMO DEPRADADOR DEL PIOJO HARINOSO DE LA YUCA *Phenacoccus herreni* (Hom: Pseudococcidae)

Nancy Soraya Carrejo G.*
Anthony C. Bellotti**
Ranulfo González O.***

RESUMEN

El cultivo de la yuca es atacado por varias especies plagas, sobresaliendo en algunas regiones del mundo el piojo harinoso de la yuca, *Phenacoccus herreni* (Cox & Williams). En poblaciones de ésta especie, en cultivos de yuca del CIAT, fue observada la presencia de un depredador, el cual fue determinado como *Cleothera notata* Mulsant. Esto motivó la realización de la evaluación de su eficiencia, teniendo en cuenta algunos de los factores que se recomiendan para estos fines; por lo tanto se estudió el ciclo biológico a tres temperaturas diferentes (22, 25 y 30°C), la tasa reproductiva, el umbral mínimo de temperatura y el tiempo fisiológico o constante térmica, con el fin de ser comparados con los datos respectivos para la presa. Las anteriores observaciones fueron realizadas en condiciones de laboratorio en cámaras ambientales ajustadas a las temperaturas señaladas; los especímenes fueron colonizados y manejados en cajas petri, utilizando como alimento y lugares de oviposición, ovisacos de la presa. Se encontró que el insecto pasa por cuatro instares larvales y que la duración promedia desde el inicio de la fase larval hasta el estado adulto es de 33,6; 27,2 y 22,1 días a las temperaturas 22, 25 y 30°C, respectivamente. La longevidad de la hembra a 22°C fue de 49 días, con un total de 31,6 huevos por hembra y una oviposición diaria de 0,74; a 25°C la longevidad de la hembra fue mayor de 70 días, con un

total de 118 huevos por hembra y una oviposición diaria de 1,81. El porcentaje de eclosión tuvo promedios de 47,8 y 74,97% a 22 y 25°C, respectivamente. El umbral mínimo de temperatura fue de 17,82°C y la constante térmica o tiempo fisiológico fue de 373,2 grados -día.

INTRODUCCION

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es una de las principales fuentes de energía de millones de personas; aparentemente era el cultivo de subsistencia más económico y de menor riesgo para el pequeño agricultor en muchos lugares del mundo, especialmente del occidente africano. Sin embargo, este concepto ha cambiado en los últimos años entre los agricultores, debido a la introducción de insectos plagas, tales como piojos harinosos y ácaros, los cuales afectan los rendimientos de este cultivo.

El aumento cada vez mayor de la población mundial y la disponibilidad limitada de energía, han renovado el interés por este cultivo, no sólo para los usos tradicionales, sino también para la fabricación de alimento para animales y para usos industriales.

Actualmente, el rendimiento anual de la yuca esta lejos de los rendimientos obtenidos experimentalmente, lo cual indica que existen innumerables factores que limitan la producción, uno de los cuales son los insectos plagas.

Los piojos harinosos (Homoptera: Pseudococcidae) son una plaga nueva

en yuca y sólo en los últimos años se han reportado ataques causando defoliación en África y América. Su incidencia parece aumentar cuando la yuca es cultivada en monocultivos, y con el uso indiscriminado de insecticidas en los cultivos.

Uno de los piojos harinosos más importantes que atacan al cultivo de la yuca es *Phenacoccus herreni* (Cox & Williams). Severos ataques de este piojo han sido reportados en varias regiones de América, especialmente en Colombia y Brasil. Observaciones en éste último país indican que las poblaciones de este piojo han sido lo suficientemente altas como para causar reducciones en los rendimientos hasta del 80%.

Junto y relacionados con *P. herreni* se suelen encontrar varios depredadores, parásitos y patógenos. Entre los depredadores más frecuentemente encontrados en los cultivos de yuca del CIAT, en Palmira (Valle), esta *Cleothera notata* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae). Sin embargo, paralelo al inventario de depredadores, no se ha realizado una evaluación de su capacidad de depredación y éste es un componente importante, ya que no siempre el depredador más abundante en un agroecosistema es el más eficiente.

Para lograr mantener las poblaciones de insectos plagas por debajo de su umbral económico, utilizando un controlador biológico, se debe tener un buen conocimiento sobre la biología y ecología tanto de la plaga como de sus enemigos naturales, e igualmente se deben aprovechar los factores favorables involucrados en la interacción

* Bióloga-Entomóloga, A.A. 25263, Cali.

** Entomólogo, CIAT, A.A. 6713, Cali.

*** Entomólogo Docente, Universidad del Valle, A.A. 25360, Cali.

insecto-planta-ambiente y sus condiciones socioeconómicas. Conscientes de esto se realizó el presente trabajo, el cual tuvo como fin, medir el efecto de la temperatura sobre la oviposición, reproducción, longevidad y los períodos pre-reproductivos de *C. notata*; establecer la velocidad de desarrollo, la constante térmica y el umbral mínimo de temperatura; determinar aspectos del comportamiento de oviposición, reproducción y alimentación y hacer un reconocimiento morfológico.

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos se realizaron bajo condiciones de laboratorio en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en Palmira (Valle), con una altura de 965 msnm; y en las instalaciones de la Universidad del Vallé en Cali.

ESTABLECIMIENTO DE LA COLONIA

Para el establecimiento de la colonia de *C. notata* se capturaron adultos en cultivos de yuca infestados con *P. herreni*, y se colocaron en cajas de petri en un cuarto ambiental regulado a 25°C y 70±5% de humedad relativa.

Las unidades de cría fueron establecidas en cajas petri de 9 cm de diámetro y 1,5 cm de alto. Para permitir la aireación, la tapa de la caja estaba provista de un agujero de 2 cm de diámetro, cubierto con tela de organdí. En el interior de la caja se colocó un disco de papel toalla de 7 cm de diámetro, doblado ligeramente en cuatro puntos del margen, de tal forma que quedara convexo y facilitara la colocación en su envés de ovisacos de la presa, obtenidos de una colonia de *P. herreni* mantenida en condiciones de invernadero. En cada unidad se colocó un macho y una hembra de *C. notata*. La dieta de los adultos fue suplementada con miel de abeja pura.

Después de cuatro días, de las unidades de cría se retiraba el papel toalla junto con los huevos depositados en los ovisacos, y este se juntaba con otros en cajas petri de 14,5 x 2,5 cm.

Una vez eclosionados los huevos, las larvas recién nacidas se trasladaron a otras unidades de cría con las características antes descritas (aproximadamente 12 larvas por caja), pero con ovisacos colocados en el haz del disco de papel toalla y omitiendo el suplemento alimenticio de miel, ya que las larvas no lo requieren.

Los ciclos biológicos se realizaron en cámaras ambientales a 22, 25 y 30°C. En unidades de cría semejantes a las utilizadas para la cría de larvas de la colonia, se individualizaron 44, 46 y 30 huevos de *C. notata*, respectivamente, colocados artificialmente sobre ovisacos de la presa. Los huevos se observaron diariamente hasta la eclosión. Una vez eclosionados se adicionaron más ovisacos hasta lograr el desarrollo completo de las larvas. Estas se observaron cada 24 horas, con el fin de determinar el número de instares y su duración.

CONSTANTE TERMINCA, UMBRAL MINIMO Y VELOCIDAD DE DESARROLLO

La obtención de estos parámetros se logró con base en el principio según el cual el desarrollo de los individuos es dependiente de la temperatura. Se trabajó de acuerdo a lo planteado por Zalon et al. (1983) quienes proponen: $K=Y(t-a)$ donde: Y= Tiempo de duración a la temperatura (t); t= Temperatura utilizada; a= Umbral mínimo de temperatura en °C; K= Valor de la constante térmica o tiempo fisiológico.

Una vez conocido el valor del umbral mínimo (a) para cada estado de desarrollo, se realizó el cálculo de la constante térmica (K), obteniendo de esta manera los diferentes valores para los estados de desarrollo; éstos se sumaron para obtener el valor total de (K) acumulado hasta la emergencia de los adultos. Adicionalmente se graficó la Duración y Velocidad del Desarrollo vs. Temperatura.

A partir de la curva formada por la Velocidad de Desarrollo vs. Temperatura, se proyectó el segmento recto de la curva, hasta el corte en el eje de la

temperatura y se obtuvo el valor aproximado del umbral mínimo (a), para compararlo con el obtenido matemáticamente.

LONGEVIDAD Y REPRODUCCION DE LOS ADULTOS

Con el fin de determinar la longevidad y conocer el comportamiento reproductivo, los adultos obtenidos a las diferentes temperaturas se separaron por sexo y se agruparon por parejas en unidades de cría, como las descritas para el establecimiento de la colonia. En este estudio, los discos de papel toalla con los respectivos ovisacos se retiraron y reemplazaron cada 24 horas.

Los ovisacos se observaron bajo un microscopio estereoscópico para determinar la oviposición diaria, el porcentaje de eclosión, el tiempo de incubación de los huevos y el período pre-reproductivo de la hembra. Los machos fueron mantenidos en las unidades de cría hasta su muerte, para garantizar nuevos apareamientos, si eran requeridos por las hembras, y al igual que en estas, obtener también la duración de su longevidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

DESCRIPCION DE LOS ESTADOS DE *C. NOTATA*

Huevos: De forma ovoide, color crema, aproximadamente 0,6 mm de diámetro polar y 0,36 de diámetro ecuatorial; superficie ligeramente reticulada. Son colocados aisladamente dentro de los ovisacos de la presa, aunque en algunos casos pueden estar en grupos de 2-3. Su tamaño comparado con los de *P. herreni*, es ligeramente mayor, lo cual en ocasiones los hace pasar desapercibidos al estereoscopio.

Larvas: Forma cefosomática, es decir convexas dorsamente y planas ventralmente; de color crema claro, excepto la cabeza, que es de color amarillento. La cabeza es visible dorsalmente, el labro está bien diferenciado. El aparato bucal es de tipo masticador y las mandíbulas son esclerotizadas y con proseta. Las antenas sobresalen de la cápsula cefálica, cerca de la base de las

mandíbulas, y están formadas por dos artejos, los cuales poseen procesos suplementarios.

Tórax con patas de cuatro segmentos. Abdomen de diez segmentos, cada uno con un par de espiráculos anulares inconspicuos; el último segmento abdominal posee una pseudopata de adhesión al sustrato. La larva pasa por cua-

tro instares, cada uno con un tamaño promedio de 1,0; 2,2; 3,5 y 4,5 mm, respectivamente (Fig. 1).

Las larvas de primer instar tienen el cuerpo cubierto con numerosas setas; el segundo instar tiene el cuerpo cubierto de secreciones cerosas blancas que le dan una apariencia algodonosa. El tercero y cuarto instar son muy si-

milares en forma y tamaño, con secreciones cerosas abundantes y de aspecto filamentososo (Fig. 2). Una vez iniciada la prepupa se forma un cocoon ovoide a partir de la última exuvia, donde permanece hasta la formación de la pupa y el adulto.

Pupa: Es del tipo exarata; tamaño promedio de 3,2 mm, color marrón claro, con ojos marrón rojizo, de la parte inferior de los cuales sobresale un par de antenas con segmentos terminales ensanchados. Elitros y alas ligeramente desplazados uno sobre el otro, recubriendo gran parte del abdomen en vista ventral. Patas expuestas transversalmente sobre los primeros segmentos abdominales. Último segmento abdominal con pseudopata de adhesión al sustrato; cuerpo cubierto de setas.

Adulto: Antes de la emergencia del adulto se puede hablar de la existencia de un preimago, el cual característicamente permanece en el cocoon por varias horas, sin mostrar actividad alguna. El adulto se caracteriza morfológicamente por presentar cabeza, tórax y abdomen amarillentos, patas amarillo ambar, élitros y pronoto con áreas negras diferenciadas (Fig.2); aparato bucal masticador, antenas clavadas; mesoepisternito del macho de color amarillito, mientras que el de la hembra es negro. Tamaño promedio de la hembra como el macho de 3,3 mm.

DESARROLLO DE LOS ESTADOS

Tanto el período de incubación como el tiempo de desarrollo de los instares larvales y de la pupa fueron menores a medida que se incrementó la temperatura. El período de incubación a 22, 25 y 30°C fue en promedio de 8,8; 5,9 y 4 días respectivamente (Tabla 1); sin embargo, el porcentaje de eclosión observado en la totalidad de los huevos depositados por las hembras resultantes de las larvas en estudio, fue mayor (Tabla 2).

La duración del desarrollo de los cuatro instares larvales a las tres temperaturas estudiadas, casi siempre mostró

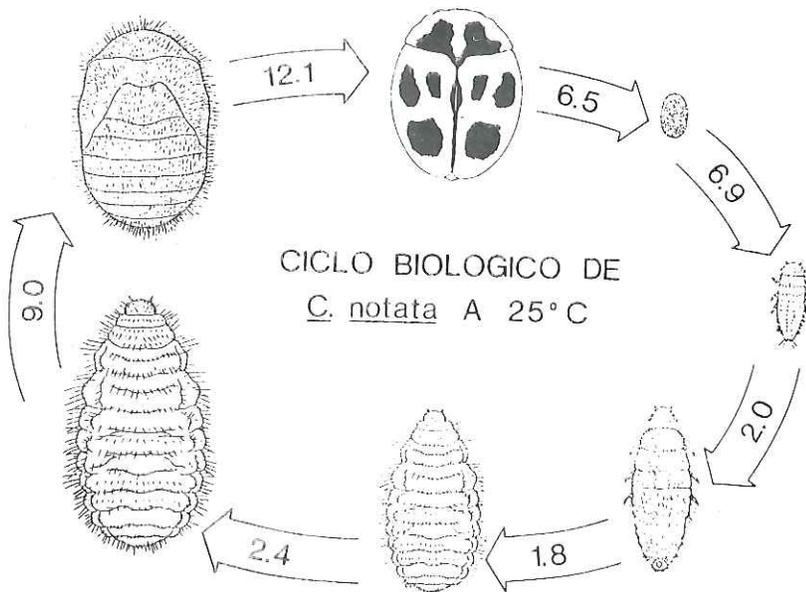


Figura 1. Ciclo biológico de *C. notata* a 25°C (HR. 70±5%). Dibujo: Ranulfo González.

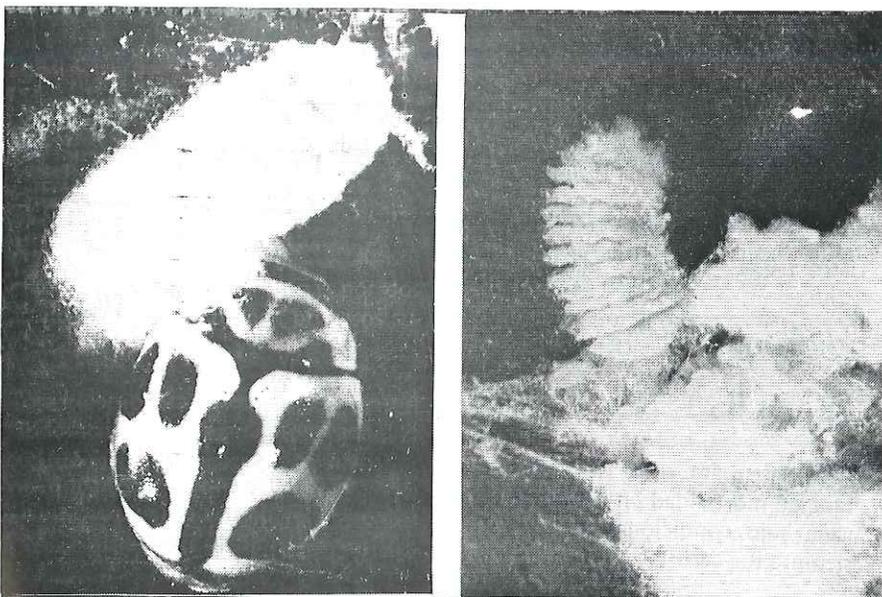


Figura 2. Larva (segundo instar) y adulto de *C. notata*.

TABLA 1. Duración del desarrollo de los estados de *C. notata*, a tres temperaturas diferentes bajo condiciones de laboratorio (HR=70±5%).

ESTADO	TEMPERATURA °C	DURACION (Días)					
		HEMBRA			MACHO		
		PROMEDIO	RANGO	C.V.	PROMEDIO	RANGO	C. V.
HUEVO	22	8,8	6-13	11,3	8,8	6-13	11,3
	25	5,9	2-8	12,2	5,9	2-8	12,2
	30	4,0	2-5	33,6	4,0	2-5	33,6
LARVA 1	22	3,2	3-4	12,2	3,2	3-5	16,0
	25	2,0	2-2	0,0	2,0	2-2	0,0
	30	1,4	1-2	35,6	1,4	2-5	36,9
LARVA 2	22	3,3	2-5	21,2	3,0	2-3	7,4
	25	1,8	1-3	38,7	1,8	1-3	30,8
	30	1,9	1-3	38,3	1,9	1-2	15,8
LARVA 3	22	3,3	3-5	16,9	3,3	3-4	14,5
	25	2,4	2-3	20,8	2,3	2-3	20,6
	30	2,3	1-3	30,5	2,2	1-3	34,4
LARVA 4	22	11,5	9-13	9,7	11,7	8-13	10,8
	25	9,0	7-12	12,1	8,9	7-12	13,0
	30	7,1	5-9	23,4	7,9	6-9	10,5
PUPA	22	9,7	8-12	10,8	9,6	8-12	11,7
	25	8,7	6-11	12,5	8,8	7-12	14,0
	30	6,8	5-10	17,5	6,7	4-9	18,9
PREADULTO	22	2,6	1-4	36,1	2,7	1-5	33,2
	25	3,3	2-4	17,1	3,3	2-5	21,1
	30	2,6	1-3	24,6	2,4	1-4	39,1
TOTAL	22	42,6	32-56		42,3	31-35	
	25	33,1	22-43		33,0	23-45	
	30	26,1	16-35		26,5	16-35	

TABLA 2. Efecto de tres temperaturas diferentes sobre la fecundidad de *C. notata*, bajo condiciones de laboratorio (HR=70±5%).

OBSERVACION	TEMPERATURA °C								
	22			25			30		
	Prome- dio	Rango	C.V.	Prome- dio	Rango	C.V.	Prome- dio	Rango	C.V.
Número de huevos/hembra	31,6	7-65	57,4	118,0	45-270	49,0	33,2	7-82	81,4
Número de huevos/hembra/día	0,7	0-7	169,4	1,8	0-17	117,9	0,6	0-11	86,5
Porcentaje de Eclosión	47,8			75,0			60,1		

ser menor a medida que aumentó la temperatura, de éste modo, en el primero instar fue de 3,2; 2,0 y 1,4 días; en el segundo de 3,3; 1,8 y 1,9 días; en el tercero de 3,3; 2,4 y 2,3 días, y en el cuarto de 11,5; 9,0 y 7,1 días, respec-

tivamente para cada temperatura. La tasa de mortalidad en las larvas observada bajo condiciones de laboratorio siempre fue cero.

Igual tendencia presentó el desarrollo

de la pupa, con una duración promedia de 9,7; 8,7 y 6,8 días a 22, 25 y 30°C, respectivamente. Al igual que el estado larval, la tasa de mortalidad del estado pupal siempre fue cero. El preimago no mostró la misma tendencia (Tabla

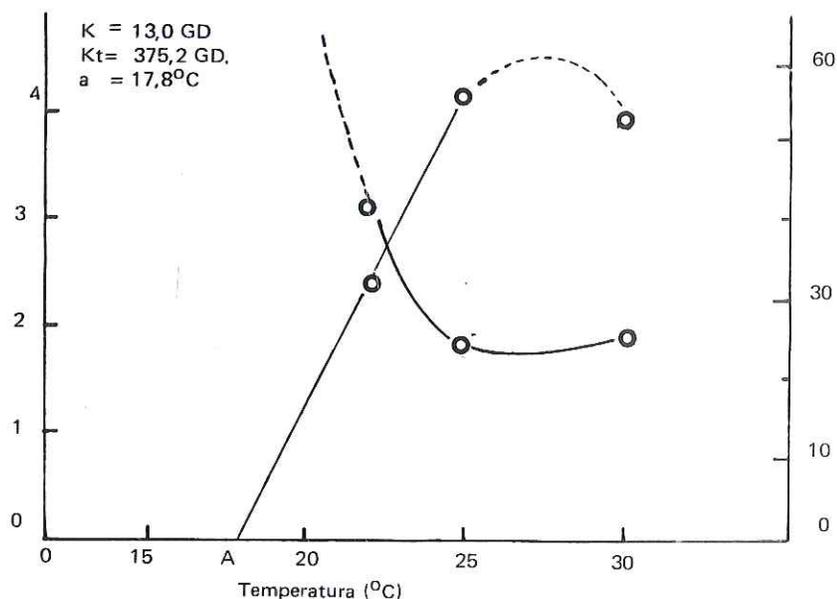


Figura 3. Curva de desarrollo de *C. notata* basada en el segundo instar larval.

K= Constante térmica del segundo instar.

Kt= Constante térmica total acumulada

a = Umbral mínimo de temperatura

1), ya que a 22°C presentó una mayor duración; sin embargo, ésta diferencia no fue estadísticamente significativa.

VELOCIDAD DE DESARROLLO, UMBRAL MINIMO Y CONSTANTE TERMICA

La velocidad de desarrollo entre 22 y 25°C aumentó progresivamente con una pendiente definida (Fig. 3); sin embargo, a 30°C la influencia perjudicial de la temperatura hace que la curva caiga por debajo de la sigmoideal teórica, lo que hace estimar que si se sigue incrementando la temperatura,

la velocidad de desarrollo continuará decreciendo hasta obtener la temperatura máxima efectiva de desarrollo.

De acuerdo con la curva de desarrollo en *C. notata*, se puede presumir que la temperatura óptima de desarrollo es muy próxima al rango entre 25 y 28°C. Lo anterior hizo que los cálculos del umbral mínimo(a) y la constante térmica (K) se realizaran sólo para las temperaturas de 22 y 25°C, ya que a 30°C el depredador está bajo condiciones adversas.

Los valores de "a" variaron para cada

estado y el desarrollo total (Tabla 3). Según Andrewartha y Birch (1954), el valor de "a" para el desarrollo total del insecto está muy lejos de la realidad, y sugieren que el cálculo de "a" se haga para cada estado de desarrollo y con base en éstos, obtener la constante térmica "K" para cada uno de ellos y al final efectuar la suma de éstos valores, ya que este es el valor acumulado de los requerimientos energéticos que necesita el insecto para llegar al estado adulto.

El valor mayor del umbral mínimo de temperatura "a" fue en el segundo instar (18,4°C); sin embargo, el valor que probablemente se ajusta más a la realidad es el de 17,8°C, obtenido del promedio de duración de hembras y machos del segundo instar; los valores menores de "a" de los otros instares y estados, son riesgosos de tomar, pues implicarían que temperaturas por debajo de éstas detendrían el desarrollo del segundo instar y por ende no se lograría el adulto; éste valor coincidió con el obtenido gráficamente (Fig. 3).

El valor de "K" total varió para machos y hembras entre 362,1 y 407,7 grados-día (GD), respectivamente; sin embargo, se aconseja tomar el valor del promedio (375,2 GD).

Los valores de "a" y "K" para *P. hehrensii*, según Herrera et al. (1986), fueron de 307,5 GD y 17°C, respectivamente. La diferencia en los grados-día para el depredador y la presa, puede ser un factor desventajoso del depredador frente a la presa; sin embargo, esta diferencia posiblemente se ve compensada con la longevidad (Fig.4), ya que según Neto et al. (1973), la longevidad de los individuos esta correlacionada con su actividad biológica y su constante térmica; posiblemente de éste modo se mantenga la sincronía depredador-presa.

TABLE 3. Valor de la Constante térmica (K) y Umbral mínimo de temperatura (a) obtenidos para los diferentes estados de desarrollo de *C. notata* bajo condiciones de laboratorio (T=22 y 25°C; HR: 70±5%).

ESTADO	HEMBRA		MACHO		PROMEDIO	
	K (GD)	a (°C)	K (GD)	a (°C)	K (GD)	a (°C)
Huevo	54,4	15,8	54,4	15,8	54,4	15,8
Larva 1	20,2	14,9	18,6	15,7	19,9	15,1
Larva 2	11,7	18,4	14,5	15,0	13,0	17,8
Larva 3	21,8	14,5	23,3	15,0	24,9	14,5
Larva 4	147,7	8,7	110,0	12,6	117,4	11,9
Pupa	151,9	7,5	141,3	9,0	145,6	8,4
Huevo-Adulto	407,7	11,32	362,1	11,27	375,2	12,4

LONGEVIDAD Y REPRODUCCION DE LOS ADULTOS

En cuanto a longevidad, a 25°C se obtuvieron los mejores resultados (Tabla 4), ya que en promedio una

TABLA 4. Efecto de tres temperaturas diferentes sobre la longevidad de machos y hembras de *C. notata* bajo condiciones de laboratorio (HR=70±5%).

SEXO	LONGEVIDAD (Días)								
	22°C			25°C			30°C		
	Prome-dio	Rango	C. V.	Prome-dio	Rango	C. V.	Prome-dio	Rango	C. V.
HEMBRA	49,1	6-77	50,2	162,5	6-340	70,4	88,2	43-129	27,1
MACHO	40,2	17-69	31,3	134,9	12-310	76,9	76,6	34-125	31,5
PROMEDIO	44,6	6-77	14,2	148,8	6-340	65,5	82,4	34-129	29,4

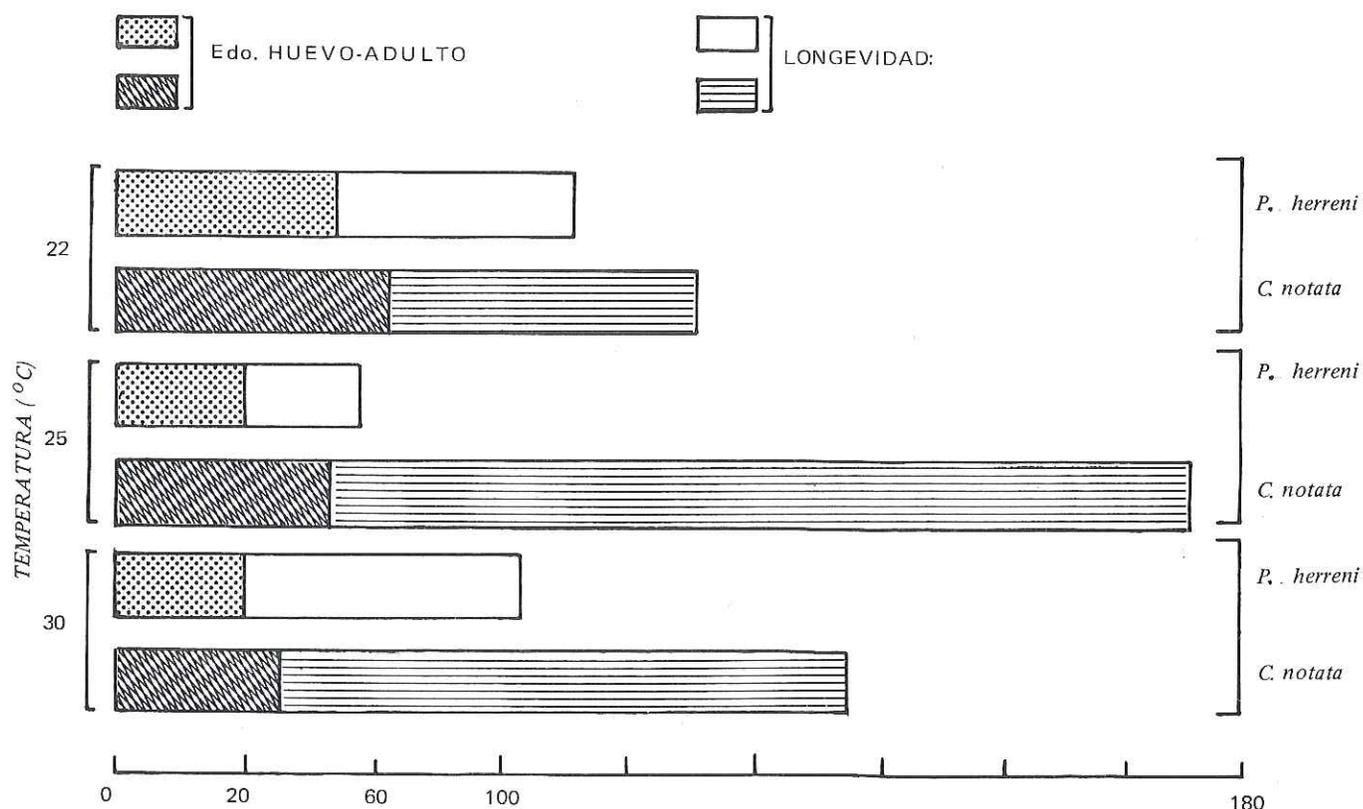


Figura 4. Comparación de la duración del desarrollo y la longevidad de las hembras de *P. herreni* y *C. notata* a tres temperaturas diferentes, bajo condiciones de laboratorio (HR=70±5%).

TABLA 5. Duración del período pre-reproductivo de las hembras de *C. notata* a tres temperaturas diferentes, bajo condiciones de laboratorio (HR=70±5%).

TEMPERATURA °C	No. DE OBSERVACIONES	DURACION (Días)		
		PROMEDIO	RANGO	C. V.
22	22	10,9	9-14	16,5
25	23	6,5	3-12	26,2
30	15	2,8	1-6	46,8

hembra duró más de 162 días, llegando algunas de ellas a vivir más de 340 días. En las tres temperaturas, el macho duró menos que la hembra. Las observaciones de laboratorio mostraron que las hembras, a las cuales su respectivo macho murió prematuramente, colocaron un menor número de huevos y además bajó la fertilidad de los mismos, lo cual sugiere no sólo que la reproducción es sexual, sino tam-

bién que la hembra necesita copular varias veces durante su vida.

La duración del período pre-reproductivo, como era de esperarse, es menor a medida que aumenta la temperatura (Tabla 5); sin embargo, no coincide

con el número total de huevos por hembra, ni con el número de huevos por hembra por día, lo cual está de acuerdo con lo planteado por Andrewartha y Birch (1964), al decir que los límites de temperatura favorables para la producción de huevos generalmente

no coinciden con los límites de temperatura requeridos para el desarrollo del insecto y es explicado por Chapman (1971), al afirmar que la producción de huevos es mayor cuando existe un balance entre la utilización de reservas en el metabolismo de los insectos y su uso en la formación de yema. El mayor número de posturas se observó a 25°C (Fig. 5), con un máximo evidente entre los días 13 y 29 del período reproductivo, después fluctúa en rangos bajos en forma parecida a las otras dos temperaturas; el número total de huevos por hembra a ésta temperatura se vió incrementado igualmente por presentar las hembras una mayor longevidad, ya que aunque en forma baja, las hembras nunca dejaron de ovipositar.

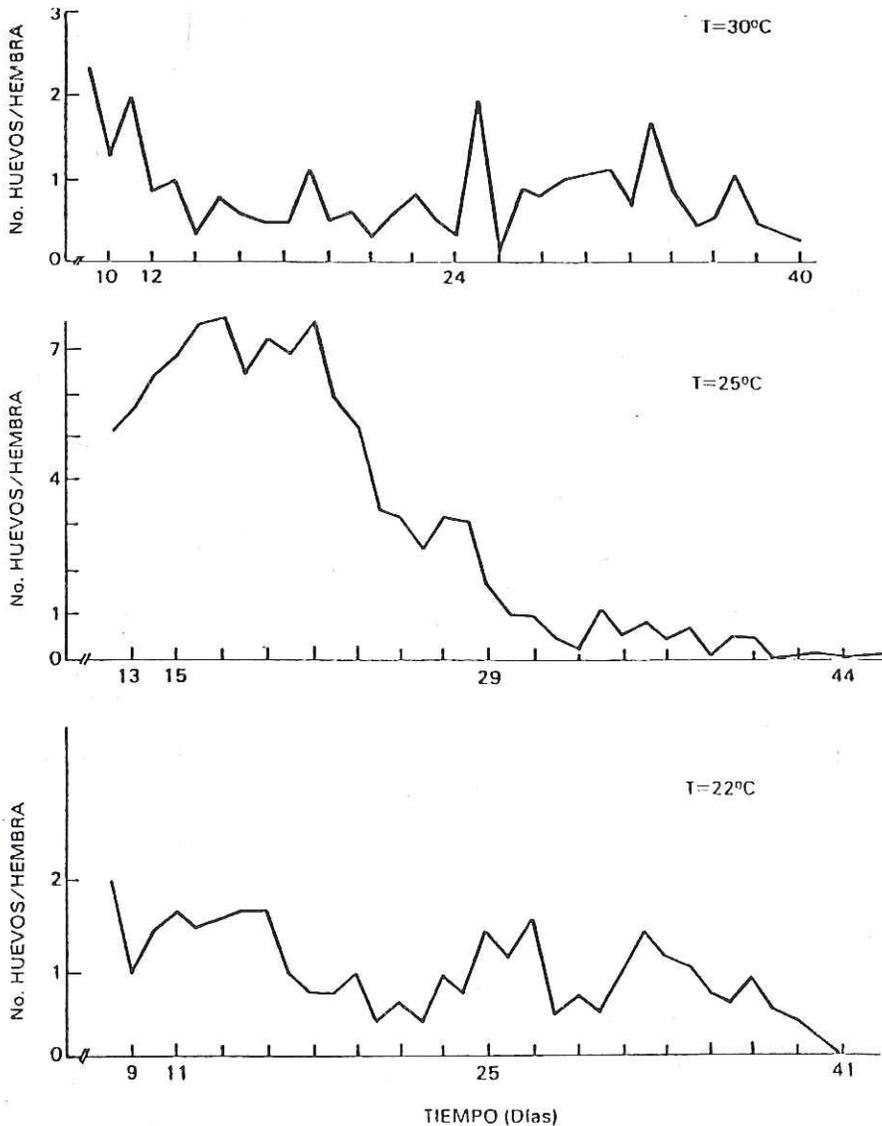


Figura 5. Fluctuación de la oviposición diaria de *C. notata* a tres temperaturas diferentes, bajo condiciones de laboratorio (22, 25 y 30°C; HR: 70±5%).

BIBLIOGRAFIA

- ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, L.C. 1954. The distribution and abundance of animales. Chicago, University of Chicago Press. p. 144-175.
- CHAPMAN, R.F. 1971. The insects, structure and function. New York, Biological Science Text. p. 367-389.
- HERRERA, C.J.; BELLOTTI, A.C.; DRIESCHE, R. Van; DUQUE, M.C. 1986. Efecto de la temperatura en el desarrollo del piojo harinoso *Phenacoccus herreni* Cox & Williams (Hom.: Pseudococcidae) en la yuca. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología, 13o. Cali julio 16-18, 1986. Resúmenes. Cali SOCOLEN, p. 50.
- ZALON, F.G.; GOODELL, P.B.; BARNET, W.; BENTLEY, W. 1983. Degree-day: The calculation and use heat units in pest calculation and use of that units in pest management. University of California, División of Agricultural and Resource. (Leaflet No. 21373).