

ARTICULO DE INVESTIGACION

POBLACIONES EXPERIMENTALES DE *Triatoma infestans*: EFECTOS DE CONDICIONES AMBIENTALES VARIABLES

Mauricio Canals*, Pedro Cattán**, Mildred Ehrenfeld*** y Patricia Torres***

EXPERIMENTAL POPULATIONS OF *Triatoma infestans*: EFFECTS OF VARIABLE ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Two cohorts of *T. infestans* was studied under variable environmental conditions (temperature, relative humidity and feeding frequency). The most important population parameters, the projection matrix and developmental time of ninfal stages were estimated. Comparing with a constant environmental conditions, the results showed increased developmental time and generational time. Finite rate of natural increase, intrinsic rate of increase and basic reproductive rate were strongly reduced. The stable vector showed a great proportion of immature stages. The results suggest that *T. infestans* population is vulnerable to climatic changes, for that the success of this species is a consequence of their capacity of meet microenvironment with adequate climatic conditions.

Key words: *Triatoma infestans*; Life tables; Population biology; Chagas disease; Variable environments.

INTRODUCCION

Uno de los aspectos importantes para orientar el control de artrópodos de importancia médica, es conocer la biología de poblaciones de ellos.¹

A pesar de su importancia como vector de la enfermedad de Chagas,^{2,3} algunos aspectos de la biología poblacional de *Triatoma infestans* (Hemiptera; Reduviidae) han sido poco estudiados. Este insecto ocupa un gran área geográfica, que comprende Ecuador, Paraguay, Uruguay, Brasil, Bolivia, Perú, Argentina y Chile. Los ambientes que coloniza son muy diferentes, algunos de ellos con grandes fluctuaciones climáticas. Se le puede

encontrar a 4.100 mts de altura en Bolivia y desde ambientes tropicales hasta los 46°35'S.⁴ Sin embargo sus poblaciones, asociadas en general a asentamientos humanos, son muy estables, posiblemente en un nivel cercano a la saturación del medio.⁵

El gran "éxito" de esta especie sugiere una cierta independencia de sus poblaciones al régimen climático de los ambientes que coloniza. A pesar de ello, se ha señalado una alta mortalidad y baja fertilidad de *T. infestans* a bajas temperaturas⁶ y fluctuaciones de las variables del régimen demográfico aún en ambientes artificiales de régimen climático constante.^{7,8}

Financiado por proyecto DTI B 9133 y FONDECYT 92-0954.

* Departamento de Especialidades, Facultad de Medicina (Oriente) y Departamento de Cs. Biológicas Animales, Facultad de Cs. Veterinarias, Universidad de Chile. Casilla 2 - Correo 15, Santiago. Chile.

** Departamento de Cs. Biológicas Animales, Facultad de Cs. Veterinarias, Universidad de Chile.

*** Ayudantes-alumnas, Carrera de Medicina Veterinaria, Universidad de Chile.

Tabla 1. Proporción de sobrevivientes función del tiempo de *T. infestans* bajo un régimen climático variable (cohorte 1).

TIEMPO (meses)	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$
0	100	100	100	100	100	100	100	100,0
2	99	65	99	76	51	69	47	72,3
4	30	17	25	44	14	13	25	24,0
6	12	10	7	22	7	5	6	9,9
8	8	3	3	14	3	1	2	4,9
10	7	1	1	13	3	0	1	3,7

El objetivo del presente trabajo es determinar el efecto de un régimen climático variable (de temperatura, humedad relativa y frecuencia de alimentación) sobre las variables del régimen demográfico de poblaciones de *T. infestans*.

MATERIAL Y METODOS

Se consideraron dos cohortes de *T. infestans* bajo condiciones variables de temperatura (15 - 32°C), humedad relativa (40 - 90%) y período entre alimentaciones (2 - 4 semanas). La primera cohorte comprendía 700 huevos depositados de a 100 en frascos de 3 litros de capacidad, seguidos hasta el quinto estado ninfal. La segunda cohorte comprendía

153 individuos seguidos desde estados cuarto y quinto hasta su muerte. Esta segunda cohorte fue considerada con el objetivo de estudiar el fenómeno reproductivo con un número representativo de individuos. Se realizaron recuentos mensuales de muertos y huevos, determinando el número de individuos en cada estado ninfal.

A partir de la matriz de datos se determinó, en primer lugar la edad característica a la cual el 50% de los individuos cambia de estado, mediante el método de Probit.⁹ Este método permitió además establecer la relación cronológica entre las escalas temporales de las cohortes 1 y 2, basados en el hecho que la edad característica de transición de estado IV al V calculado para la cohorte 1 debe

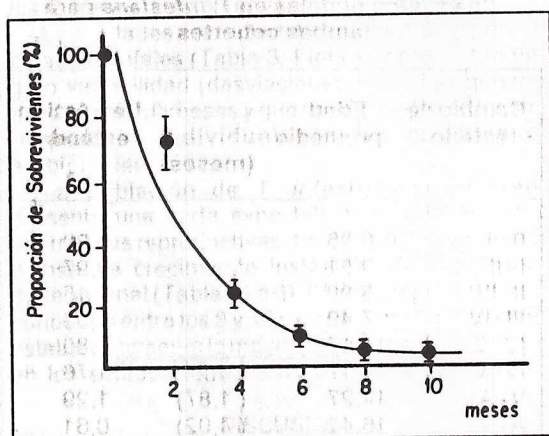


Figura 1. Proporción de sobrevivientes de *T. infestans* expuestos a ambiente variable para la cohorte 1 (promedio y error estándar). La línea continua corresponde a la curva ajustada: $\text{Ln } S = 4,76 - 0,41 \cdot t$ ($r = -0,91$, p menor que 0,01, $\text{Sst} = 0,63$).

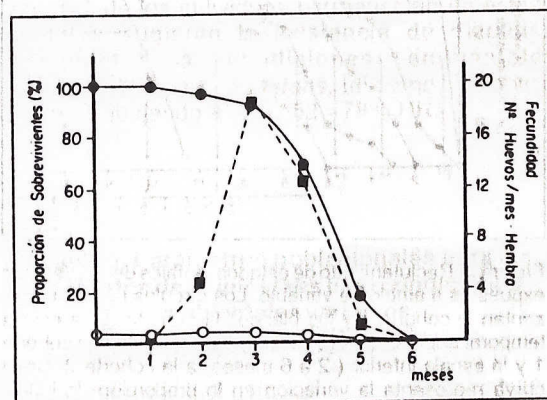


Figura 2. Proporción de sobrevivientes y fecundidad de *T. infestans* expuestos a ambiente variable para la cohorte 2. Los círculos negros representan la proporción real de sobrevivientes y los círculos blancos la proporción ajustada a la cohorte 1. La línea segmentada y los cuadrados negros representan la fecundidad.

Tabla 2. Proporción de sobrevivientes y fecundidad de *T. infestans* en función del tiempo bajo un régimen climático variable (cohorte 2)

Tiempo (meses)	Proporción de sobrevivientes	Proporción ajustada (a cohorte 1)	Fecundidad (huevos/mes · hembra)
0	100,0	3,7	0,00
1	99,0	3,7	0,48
2	97,4	3,6	4,84
3	92,8	3,4	18,87
4	69,9	2,6	12,79
5	18,3	0,7	1,1
6	0,0	0,0	0,0

coincidir con esta misma edad característica calculada independientemente para la cohorte 2 (Figura 3).

Una vez establecida la relación cronológica entre las escalas de tiempo de ambas cohortes, se pudo formar una sola cohorte general en la cual se consideraron la sobrevivencia ($1x$: probabilidad de estar vivo a la edad x) y la fecundidad (mx : número de huevos/mes · hembra) a cada edad (x). En base a estos parámetros se estimaron las esperanzas de vida (ex : tiempo promedio que le restan vivir a un

individuo después de alcanzar la edad x), valor reproductivo (vx : reproducción relativa esperada de una hembra de edad x), las probabilidades de sobrevivencia media (Px : similar a $1x$ pero considerando el cambio en la probabilidad de sobrevivencia desde que el individuo entra al intervalo etario hasta que sale) y las fertilidades (Fx : fracción de huevos por hembra · mes capaces de sobrevivir el intervalo de tiempo). Se estimaron además la tasa finita de incremento (L), la tasa instantánea (o de crecimiento intrínseco: r), la tasa reproductiva básica (R_0 : número de hembras que deja una hembra en un tiempo generacional) y el tiempo generacional (G). Finalmente se calculó el

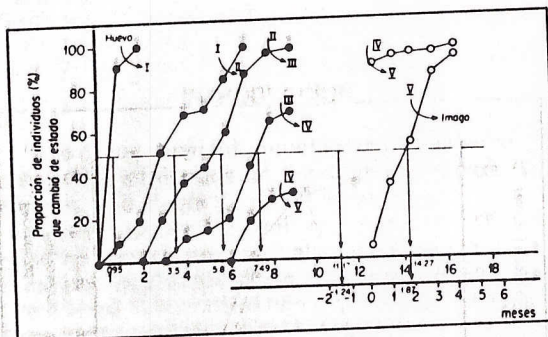


Figura 3. Reclutamiento de estados ninfales de *T. infestans* expuestos a ambiente variable. Los círculos negros representan la cohorte 1 y los blancos la cohorte 2. La escala temporal superior (0 - 18 meses) está referida a la cohorte 1 y la escala inferior (-2 a 6 meses) a la cohorte 2. Cada curva representa la variación en la proporción de individuos que han superado un estado particular (transición). Los números pequeños corresponden a las edades características de transición calculadas con el método de Probit y corresponden a la intersección de la recta que representa la proporción 50% y el ajuste estadístico de cada curva (no corresponde exactamente a intersección con la curva real).

Tabla 3. Edades características de transición de estados ninfales en *T. infestans* para ambas cohortes

Cambio de estado	Edad promedio (meses)	Desviación estándar
0 - I	0,95	0,20
I - II	3,51	0,97
II - III	5,80	1,15
III - IV	7,49	1,33
IV - V	11,17	1,80
IV - V*	11,17	(-1,24) 1,76
V - A*	14,27	(1,87) 1,29
A - +	16,42	(4,02) 0,61

* Los valores entre paréntesis corresponden a las edades determinadas tomando como escala de referencia la cohorte 2.

Tabla 4. Tabla de vida para ambas cohortes. Donde $1x$ es la sobrevivencia, qx la proporción de muertos, Lx el tiempo vivido en el intervalo, Tx el tiempo remanente, ex la expectativa de vida, Px la probabilidad media de sobrevivencia, mx la fecundidad, vx el valor reproductivo y Fx la fertilidad

Periodo (meses)	$1x$	qx	Lx	Tx	ex	Px	mx	vx	Fx
0 - 2	100,0	0,28	86,2	174,70	1,75	0,559	0,00	1,36	0,00
2 - 4	72,3	0,67	48,2	88,60	1,23	0,352	0,00	1,88	0,00
4 - 6	24,0	0,59	17,0	40,40	1,68	0,437	0,00	5,67	0,00
6 - 8	9,9	0,51	7,4	23,40	52,37	0,581	0,00	13,74	0,00
8 - 10	4,9	0,25	4,3	16,05	3,28	0,861	0,00	27,76	0,00
10 - 12	3,7	0,00	3,7	11,75	3,18	0,987	0,00	36,76	0,00
12 - 14	3,7	0,03	3,7	8,05	2,18	0,849	5,54	36,76	5,78
14 - 16	3,6	0,28	3,1	4,40	1,22	0,419	30,50	32,09	31,8
16 - 18	2,6	1,00	1,3	1,30	0,50	0,000	2,20	2,20	2,29

vector etario estable (Ns: la proporción de individuos en cada intervalo etario cuando la población alcanza un estado estable.^{10,11,12}

RESULTADOS

La cohorte 1 presentó una fracción constante de mortalidad por unidad de tiempo, resultando en una caída exponencial de los sobrevivientes (Tabla 1, Figura 1).

La cohorte 2, que se inicia con 16 individuos en estado ninfal IV, 129 en estado V y 8 imagos, presenta una estabilidad de la sobrevivencia durante alrededor de 3 meses, para caer rápidamente en los 2 meses siguientes (Tabla 2, Figura 2).

Las edades características de transición de estados ninfales (Tabla 3, Figura 3) presentan una gran variabilidad (desviaciones estándar) que van desde 0,2 a 1,8 meses y que obedece a las diferentes respuestas individuales a las condiciones ambientales.

La población de *T. infestans* considerada presenta una corta expectativa de vida al nacer, bajas tasas reproductivas, tasa finita de incremento y tasa de crecimiento instantánea, y largo tiempo generacional (Tablas 4 a 6). El valor reproductivo se concentra entre los 8 y 16 meses y en el vector etario estable se observa la mayor proporción de individuos en los estados ninfales más inmaduros.

DISCUSION

Los resultados obtenidos muestran una población de vinchucas de baja capacidad reproductiva, que solo es capaz de autoreemplazarse ($R_0 = 1,36$) en un largo tiempo generacional (14,78

meses), lo que sugiere una vulnerabilidad de la población a las condiciones ambientales desfavorables. Esto se hace especialmente evidente al comparar nuestros resultados con poblaciones de *T. infestans* en condiciones similares, pero bajo un régimen climático constante de $26 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ HR y frecuencia de alimentación semanal⁵ (Tabla 7). En referencia a estas cohortes, nuestra población presenta aumentos del período ninfal (tiempo total desde huevo a la transición de estado ninfal quinto a imago) de alrededor de 9 meses y del tiempo generacional (G) de 7 meses. El largo tiempo de desarrollo, junto al hecho que en nuestras cohortes, después de 6 meses de observaciones un 15% de los individuos permanecían en estado ninfal I, sugieren la existencia de diapausa secundaria a condiciones ambientales desfavorables en *T. infestans*, tal como lo propuso Joerg⁶ trabajando a 32°C 52 - 78% HR.

Tabla 5. Parámetros poblacionales para las cohortes de *T. infestans* bajo condiciones ambientales variables

Tasa reproductiva neta:	$R_0 = 1,36$
Tiempo generacional:	$G = 14,78$ meses
Tasa finita de incremento (por semana):	$L = 1,0052$
Tasa de crecimiento instantáneo (por semana):	$r = 0,0052$

Tabla 6. Vector etario estable para poblaciones de *T. infestans* bajo condiciones ambientales variables

Intervalo etario	Proporción de individuos en el intervalo
0 - 2	51,51
2 - 4	27,62
4 - 6	9,33
6 - 8	3,91
8 - 10	2,18
10 - 12	1,80
12 - 14	1,71
14 - 16	1,39
16 - 18	0,56

Los parámetros que representan la capacidad reproductiva y la potencialidad de crecimiento poblacional se encuentran acentuadamente reducidas. La tasa reproductiva neta en nuestra población es de 1,36 contra 25,04 en condiciones constantes. Esto indica que mientras las poblaciones que estudió Rabinovich fueron capaces de dejar 25,04 individuos por cada individuo en un tiempo generacional, nuestras cohortes en régimen ambiental variable sólo dejaron 1,36. Nuestras tasas finita de incremento y de crecimiento intrínseco también se encuentran fuertemente afectadas: $L =$

1,0052 y $r = 0,0052$ contra 1,107 y 0,101 respectivamente. La fecundidad también se encuentra deprimida.

Si consideramos fluctuaciones periódicas del régimen demográfico, que inducirían ciclos en las proporciones de individuos en distintos estados,⁷ se obtuvo un vector etario estable con una acentuada proporción de individuos bajo el estado ninfal II, lo que indica una población con un fuerte predominio de ninfas con baja expectativa de vida.

Estos hallazgos reñen una gran labilidad de la población frente a fluctuaciones del régimen climático, que se manifiesta por una acentuada depresión de los parámetros que traducen la capacidad de reproducción y sobrevivencia de *T. infestans*. Así, probablemente el éxito de las poblaciones de este insecto se deba a su capacidad de encontrar microambientes de adecuado régimen climático.

RESUMEN

Se estudiaron dos cohortes de *T. infestans* bajo condiciones variables de T° , humedad relativa y frecuencia de alimentación. Se estiman los parámetros poblacionales más importantes, la duración de cada estado ninfal y la matriz de proyección de la población.

En comparación con lo que ocurre ante un régimen climático constante, se obtiene un aumento del período ninfal, una acentuada reducción de la tasa reproductiva neta, un aumento del tiempo generacional y bajas en la tasa finita de incremento y en la tasa de crecimiento instantáneo. El vector etario estable se caracteriza por una acentuada

Tabla 7. Comparación de los parámetros poblacionales para los cohortes de *T. infestans* bajo condiciones ambientales variables, con los obtenidos bajo condiciones ambientales constantes

	Ambiente variable*	Ambiente constante**
Período ninfal	14,27	6,12 (meses)
Tiempo generacional (G)	14,78	7,12 (meses)
Tasa reproductiva básica (Ro)	1,36	25,04 (adimensional)
Tasa finita de incremento (L)	1,0052	1,107 (por semana)
Tasa instantánea de crecimiento (r)	0,0052	0,101 (por semana)
Fecundidad media	1,904	5,430 (huevos/hembra · semana)
Proporción de individuos bajo estado II	78	66 (%)

* Este estudio.

** Rabinovich, 1972.

pro

po

cli

de

ca

inf

las

ca

ad

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

11.

12.

13.

14.

15.

16.

17.

18.

19.

20.

21.

22.

23.

24.

25.

26.

27.

28.

29.

30.

31.

32.

proporción de individuos bajo el estado ninfal II. Los resultados revelan una gran labilidad de la población frente a fluctuaciones del régimen climático, que se manifiesta por una acentuada depresión de los parámetros que traducen la capacidad de reproducción y sobrevivencia de *T. infestans*. Esto revela que probablemente el éxito de las poblaciones de este insecto se deba a su capacidad de encontrar microambientes de adecuado régimen climático.

REFERENCIAS

- 1.- AGOSIN M., MORELLO A. Control de vectores. En Parasitología clínica. Atlas A. Ed. Mediterráneo, Santiago, Chile: 566 - 574, 1991.
- 2.- SCHENONE H., ROJAS A. Algunos datos y observaciones pragmáticas en relación a la epidemiología de la Enfermedad de Chagas. Bol. Chil. Parasitol. 44: 66 - 86, 1989.
- 3.- APTW., REYES H. Algunos aspectos de la Enfermedad de Chagas en Latinoamérica. Parasitol al Día 14: 23 - 40, 1990.
- 4.- LÉNT H., WYGODZINSKY P. Revisión of the triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and significance as vectors of Chaga's disease. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 163: 123 - 520, 1979.
- 5.- RABINOVICH J. Vital statistics of triatominae under laboratory conditions. J. Med. Entomol. 9: 331, 1972.
- 6.- JORG M. E. Influencia de temperaturas fijas en periodos anuales sobre metamorfosis y fertilidad de *T. infestans*. Bol. Chil. Parasitol. 17: 17 - 19, 1962.
- 7.- CANALS M., CATTAN P. E., SOLIS R., VALDERAS J. Biología de poblaciones de *Triatoma infestans*. Fluctuaciones de la fecundidad y la mortalidad. Rev. Méd. Chile 119: 979 - 983, 1991.
- 8.- CANALS M., CATTAN P. E., SOLIS R., VALDERA J. Efectos poblacionales de fluctuaciones de la fecundidad y la mortalidad de *Triatoma infestans*: Simulación mediante matrices de Leslie. Rev. Méd. Chile 119: 1239 - 1242, 1991.
- 9.- SAS user's guide statistics. North Carolina. SAS Institute Inc. Box 8000 Cary. 1982.
- 10.- PIELOU E. C. An introduction to mathematical ecology. Wiley - Interscience, J. Wiley and Sons N. Y. 1969.
- 11.- PIELOU E. C. Population and community ecology. Gordon and Breach, Science Publishers, Inc N. Y. 1974.
- 12.- PIELOU E. C. Mathematical ecology. Wiley - Interscience, J. Wiley and Sons N. Y. 1977.

Agradecimientos. Agradecemos la gentileza del Dr. H. Schenone, quien nos facilitó los huevos con que se iniciaron los estudios, y de las alumnas P. Jelvez y P. Valenzuela quienes cooperaron en la alimentación y mantención de las vinchucas.

Parasitol al Día 16: 77 - 80, 1992

ENTEROZOARIOS EM BARATAS CAPTURADAS EM ITAGUAI E PARACAMBI E CRIADAS EM ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN - ESTADO DO RIO DE JANEIRO: *Periplaneta americana* E *Leucophaea maderae*

Lucio Marco de Lemos* y Nicolau Maués Serra-Freire**

PROTOZOAN PARASITES OF THE GUT OF COCKROACH IN ITAGUAI, PARACAMBI AND ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN, STATE OF RIO DE JANEIRO - BRAZIL

Protozoan gut infection was evaluated in 360 *Periplaneta americana* and 120 *Leucophaea maderae* captured in Paracambi and Itaguaí municipality, and breeding in closed colony in the Insetisan Servitox Laboratory at Engenheiro Paulo de Frontin

* Laboratório de Análises Clínicas Lemos. Rua Salles George 106, Engenheiro Paulo de Frontin 26650000, Rio de Janeiro, Brasil.

** Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro. Instituto de Biologia. Km 47, Antiga Rodovia Rio - São Paulo. Seropédica 23851 - 970. Itaguaí. R. J. Brasil.