



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

CAMPUS MONTECILLO

**POSTGRADO DE FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

**Tablas de vida y fertilidad de *Raoiella
indica* (Acari: Tenuipalpidae) con
diferentes temperaturas y humedades**

David Martínez Mejía

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2016

La presente tesis titulada: **Tabla de vida y fertilidad de *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) con diferentes temperaturas y humedades**, realizada por el alumno: **David Martínez Mejía** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



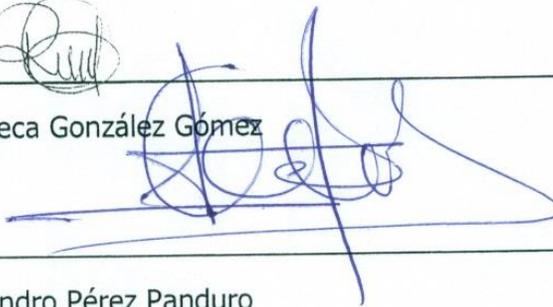
Dr. Gabriel Otero Colina

ASESOR



Dra. Rebeca González Gómez

ASESOR



Dr. Alejandro Pérez Panduro

Montecillo, Texcoco, Estado de México, 2016

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe David Martínez Mejía, Alumno de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dr. Gabriel Otero Colina, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis

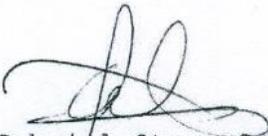
Tablas de vida y fertilidad de *Rhagoletis indica* (Hemiptera: Tenebrionidae) con diferentes temperaturas y humedades

y de los producto de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre el colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 16 de Enero de 2016



Firma



Dr. Gabriel Otero Colina
Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

Tablas de vida y fertilidad de *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) con diferentes temperaturas y humedades

David Martínez Mejía, M.C

Colegio de Postgraduados, 2016.

RESUMEN

Cohortes de 50 huevos de *Raoiella indica* Hirst, de 12 horas de edad, fueron colocadas en foliolos de palma de coco (*Cocos nucifera* L.) e incubadas a 22.5, 25, 27.5 o 30 °C y 40-50% de humedad relativa, así como 27.5 °C, con 30-40, el 60-70 o 80% de humedad relativa. Las observaciones de los ácaros se efectuaron una vez al día hasta que el último ejemplar murió para construir tablas de mortalidad y fecundidad. La mortalidad se distribuye uniformemente a lo largo de la vida de este ácaro. La tasa de desarrollo, reproducción y, en consecuencia, los parámetros de crecimiento de la población se asociaron con la temperatura. La tasa intrínseca más alta del crecimiento de la población fue encontrada en 27.5 °C y la humedad relativa 40-50%. Por el contrario, la humedad relativa no afectó de manera significativa ninguna de las variables observadas, aunque los valores extremos tuvieron efectos ligeramente negativos. La proporción de sexos fue sesgada hacia las hembras; 20-30% de los machos son suficientes para fecundar todas las hembras presentes en una colonia.

Palabras clave: *Cocos nucifera*; Palmera de cocos; desarrollo; ciclo vital; plaga invasiva.

Life and fertility tables of *Raoiella indica* (Trombidiformes: Tenuipalpidae) at varying temperature and humidity

David Martínez Mejía, M.C

Colegio de Postgraduados, 2016.

ABSTRACT

Cohorts of 50 *Raoiella indica* Hirst eggs, 12 hours old, were hatched on coconut palm (*Cocos nucifera* L.) at 22.5, 25, 27.5 or 30°C and 40-50% relative humidity, as well as 27.5°C, with 30-40, 60-70 or 80% relative humidity. Observations of the mites were made once a day until the last specimen died to construct life and fecundity tables. Mortality was evenly distributed along the lifespan of this mite. Developmental rate, reproduction and, consequently, parameters of population increase were associated with temperature. The highest intrinsic rate of population increase was found at 27.5°C and 40-50% relative humidity. In contrast, relative humidity did not significantly affect any of the observed variables although extreme values had slightly negative effects. Sex ratio was biased toward females; 20-30% males are expected to be enough to fecundate all females present in a colony.

Keywords: *Cocos nucifera*; coconut palm; development; life cycle; invasive pest.

DEDICATORIA

A Dios

Gracias por permitir terminar un logro más en mi vida, por darme salud para realizar mis trabajos y salir adelante.

A mis padres

Estela y José, que siempre estarán en mi corazón y mente, gracias por haberme enseñado muchas cosas en tan poquito tiempo, las cuales me han servido para estar donde estoy, por esos consejos y esas ganas de salir adelante que nos inculcaban a mí y a mis hermanos. A ustedes les dedico mis logros.

A mi esposa e hija

Denise, muchas gracias por tus consejos, apoyo para salir adelante y por estar en los momentos difíciles, por darme esta hermosa niña (Bárbara Grettel). Son una parte muy especial en mi vida, les dedico este logro más.

A mis hermanos

Muchas gracias por todo el apoyo brindado, por esa confianza que depositan en mí, por ser los mejores hermanos y porque nunca me han dejado solo. Muchas gracias, por eso les dedico este logro más.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a los millones de mexicanos (as) que pagan impuestos, quienes, a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**) y el Colegio de Postgraduados, han financiado parte de mi formación.

A los doctores que me dieron clases y que compartieron sus conocimientos en estos dos años, muchas gracias.

Dr. Gabriel Otero Colina, muchas gracias por permitirme trabajar con usted por sus consejos, regaños y paciencia que me tuvo en estos dos años y meses. Gracias por compartirme de sus conocimientos y su tiempo para poder sacar a delante esta investigación.

Dra. Rebeca González Gómez, muchas gracias por sus consejos, ser parte de mi consejo académico y disponibilidad que tuvo para que esta investigación se realizara.

Dr. Alejandro Pérez Panduro, gracias por ayudarme a realizar esta investigación, por el tiempo prestado, por sus conocimientos y consejos que me compartió y por ser parte de mi consejo académico.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Importancia de la plaga	5
4.2. Situación a nivel mundial	5
4.3. Situación fitosanitaria en México	6
4.4. Daño de <i>Raoiella indica</i>	6
4.5. Características morfológicas	7
4.6. Biología	7
4.6.1. Huevos	7
4.6.2. Larva	8
4.6.3. Protoninfa	8
4.6.4. Deutoninfa	8
4.6.5. Adulto	8
V. MATERIALES Y MÉTODOS	9
5.1. Cría de <i>Raoiella indica</i>	9
5.2. Tablas de vida con diferentes temperaturas	9
5.3. Estimación de parámetros de supervivencia	11
5.4. Tabla de fertilidad	12

5.5. Tablas de vida y fertilidad a diferentes humedades relativas	14
5.6. Capacidad de apareamiento de machos de <i>R. indica</i>	15
VI. RESULTADOS	17
6.1. Curvas de supervivencia en diferentes temperaturas y humedades relativas	17
6.2. Efecto de la temperatura y la humedad relativa en la duración del desarrollo de <i>Raoiella indica</i>	20
6.3. Parámetros de incremento poblacional	23
6.4. Curvas de supervivencia con diferentes humedades	26
6.5. Apareamiento de machos	28
VII. DISCUSIÓN	29
VIII. CONCLUSIONES	34
IX. BIBLIOGRAFÍA	36
X. ANEXOS	40

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Valores de χ^2 para la comparación de las curvas de supervivencia de <i>R. indica</i> a diferentes temperaturas y humedades relativas mediante el uso de la prueba de Logrank (Vera <i>et al.</i> , 2002).	19
Cuadro 2. Duración de los estadios de desarrollo de las hembras de <i>Raoiella indica</i> criadas a diferentes temperaturas y humedades relativas.	21
Cuadro 3. Duración de los estadios de desarrollo de los machos de <i>Raoiella indica</i> criados a diferentes temperaturas y humedades relativas.	22
Cuadro 4. Estimación de la proporción de hembras en cohortes usadas en las tablas de vida y fecundidad, estimada por la cantidad de hembras y machos adultos que formaban cada cohorte el primer día en que todos los ejemplares llegaron al estado adulto.	24
Cuadro 5. Parámetros poblacionales de <i>Raoiella indica</i> a temperaturas de 22.5 a 30°C y humedades relativas de 30-40 a 80-90%.	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cuatro tipos de curvas de supervivencia (Vera <i>et al.</i> , 2002)	3
Figura 2. Distribución actual de <i>R. indica</i> en México (22/09/2015).	6
Figura 3. Arenas de foliolos de palma cada una con un huevo de <i>R. indica</i> .	10
Figura 4. Trozos de foliolos de palma inclinados con respecto al fondo de las charolas, a partir de la eclosión de los huevos.	11
Figura 5: Charolas con agua para aumentar humedad y conservar los foliolos frescos.	15
Figura 6. Curva de supervivencia de <i>R. indica</i> a cuatro temperaturas y humedad relativa de 40-50%.	18
Figura 7. Curvas de supervivencia de <i>R. indica</i> a tres humedades relativas y temperatura de 27.5°C ±1°C.	19
Figura 8. Proyección estimada del incremento poblacional de <i>R. indica</i> a diferentes temperaturas y humedades relativas, basada en los parámetros poblacionales estimados en tablas de vida y fecundidad.	25
Figura 9: Curvas de fecundidad de <i>R. indica</i> a diferentes temperaturas y humedad relativa de 40-50%.	27
Figura 10: Curvas de fecundidad de <i>R. indica</i> de diferentes humedades relativas entre 30 y 90% con temperatura constante de 27.5°C.	27

I. INTRODUCCIÓN

Raoiella indica Hirst (Acari: Tenuipalpidae), el ácaro rojo de las palmas, fue descrito en el año de 1924 en India atacando a las palmas de coco (*Cocos nucifera* L). Otros de sus hospedantes que se registraron en los primeros estudios son *Phoenix dactylifera* L. y *Dictyosperma alba* L. (Womersley, 1943; Moutia, 1958). Sus hospedantes preferidos pertenecen a las familias Musaceae y Arecaceae (Flores *et al.*, 2010).

Este ácaro fue detectado en el continente americano por primera vez en Martinica en el año 2004 (Flechtmann y Etienne, 2004), desde donde comenzó a dispersarse rápidamente por las islas del Caribe. En el año 2007 se registró por primera vez en Florida, Estados Unidos de América y, en México, se reportó en el año 2009.

R. indica es considerado una plaga cuarentenaria, presente solo en algunas áreas, de llegar a dispersarse por todo México, ocasionaría daños económicos en los estados productores de palmeras de coco, dátil y plátano, los cuales cubren casi 300,000 ha y sus cosechas alcanzan un valor mayor de 8,000 millones de pesos (Rodríguez *et al.*, 2007 y SIAP, 2015).

Los daños provocados por éste ácaro son severos y se pueden apreciar más en las hojas viejas, las cuales se amarillan y mueren. Sus poblaciones se localizan en el envés de los folíolos de las hojas, lo que dificulta su control (Rodríguez *et al.*, 2007).

La palma de coco es un cultivo del trópico húmedo y subhúmedo que vive en las zonas costeras tropicales en todo el mundo, entre los 26°C de las latitudes norte y sur y desde cero hasta 1,200 msnm. Esta especie de planta puede desarrollarse con una temperatura promedio superior a 20°C y una precipitación media anual entre 1,000 y 1,800 mm (Granados *et al.*, 2002).

En México se cultivan tres variedades de coco: Alto Caribe, Alto Pacífico y Enano Malayo. Estas variedades se encuentran en 13 estados de la República Mexicana, donde ocupan una superficie de cultivo de cerca de 300,000 hectáreas. Los principales estados productores de palma de coco son Guerrero, Colima, Tabasco y Oaxaca (Granados *et al.*, 2002).

En sitios con temperaturas bajas *R. indica* no desarrolla poblaciones de importancia económica, como en zonas con clima tropical (Peña *et al.*, 2010). Los factores que influyen en el incremento y decremento de las poblaciones de *R. indica* son temperatura, humedad ambiental, fotoperiodo (Peña *et al.*, 2010). Cuando las temperaturas son altas y la humedad relativa es baja, aumentan las poblaciones de este ácaro, como suele ocurrir en primavera; pero, en verano, con el inicio de las lluvias, las poblaciones del ácaro tienden a disminuir por el aumento de la humedad ambiental y la acción directa de las lluvias sobre los ácaros.

La tabla de vida es un catálogo o sumario que describe la supervivencia de los individuos de una población. Esta permite conocer la longevidad media de los individuos de una especie bajo un conjunto de condiciones dadas (Vera *et al.*, 2002). Con la información obtenida en las tablas de vida se construyen curvas de supervivencia, las cuales representan gráficamente una la correspondiente tabla de vida. Se conocen cuatro tipos de curvas de sobrevivencia, denominadas tipo I, II, III y IV, las cuales describen la distribución de la mortalidad a lo largo de las diferentes etapas de la vida de una especie en unas condiciones dadas (Figura 1, Vera *et al.*, 2002).

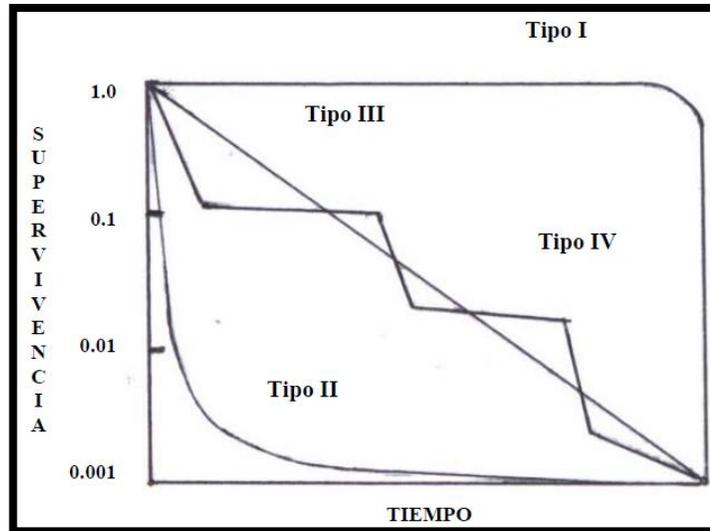


Figura 1. Cuatro tipos de curvas de supervivencia (Vera *et al.*, 2002)

Para construir una tabla de fertilidad se observan grupos de hembras de una determinada población, se determina su edad y periódicamente se registra el número de descendientes y su sexo. De las tablas de vida y fertilidad se obtienen parámetros de incremento poblacional que sirven para determinar el potencial de una especie para sobrevivir y aumentar sus poblaciones en un ambiente dado (Vera *et al.*, 2002). Por ello se trabajó con tablas de vida para determinar cuánto influyen la temperatura y la humedad en el desarrollo del ácaro.

II. OBJETIVOS

Determinar la temperatura y humedad relativa más favorables para el desarrollo y la reproducción del ácaro rojo de las palmas *Raoiella indica*.

III. HIPÓTESIS

La temperatura y la humedad relativa son factores relevantes para la sobrevivencia e incremento poblacional de *R. indica*.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Importancia de la plaga

El ácaro rojo de las palmas es de suma importancia para los países de América tropical que ha colonizado y que producen plátano, coco, palma datilera y palmas de ornato, provoca daños muy severos que reducen su producción y el valor de mercado. El control de esta plaga resulta difícil y costoso porque requiere varias aplicaciones de acaricidas, además de que varios de sus hospedantes son técnicamente difíciles de tratar por medios químicos, debido a su altura (SENASICA, 2011).

En Trinidad y Tobago el ácaro ha causado una reducción del 75% en el número de frutos producidos en palma de coco (Navia, 2008). En Florida, EE.UU., su control en palmas ornamentales cuesta más de un millón y medio de dólares al año (Peña *et al.*, 2010).

4.2. Situación a nivel mundial

R. indica es conocido como una plaga clave por el ataque a las palmas de coco y otras en países del medio oriente. Actualmente ha invadido países del occidente y se ha expandido muy rápido, atacando a otras especies de plantas a las que provoca daños severos (de la Torre *et al.*, 2010).

Actualmente, el ácaro rojo se encuentra establecido en 31 países de tres continentes: en Asia, se le ha reportado en Camboya, India, Irán, Israel, Omán, Pakistán, Filipinas, Arabia Saudita, Sri Lanka, Tailandia y Emiratos Árabes Unidos; en África se le reporta en Egipto, Islas Mauricio, Isla Reunión y Sudán; en América esta reportado en EUA (Florida), Barbados, Cuba, Dominica, República Dominicana, Granada, Guadalupe, Haití, Jamaica, Martinica, Puerto Rico, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Islas Vírgenes de los Estados Unidos, Venezuela y México (SENASICA, 2011).

4.3. Situación fitosanitaria en México

En México, éste ácaro fue detectado en 2009 en el Estado de Quintana Roo y, en pocos años se ha dispersado por las costas de otros estados de la República Mexicana (SENASICA, 2011). En 2015 se localizó en 102 municipios ubicados en estados como Quintana Roo, Yucatán, Tabasco, Campeche, Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Nayarit, Jalisco, Guerrero, Baja California Sur y Sinaloa (Figura 2). La campaña fitosanitaria dirigida contra esta plaga implica acciones tendientes a reducir los niveles de infestación y controlar el riesgo de dispersión de la plaga hacia otras áreas con cultivos susceptibles (SENASICA, 2015).



Figura 2. Distribución actual de *R. indica* en México (SIAP, 22/09/2015).

4.4. Daño de *Raoiella indica*

Los ácaros suelen vivir en el envés de los folíolos de las hojas donde depositan sus huevecillos y los protegen de los factores climáticos. Estos ácaros se refugian en las hojas viejas de las palmas y, cuando la población crece, los folíolos se tornan de color bronce naranja y sobreviene la necrosis, lo cual puede confundirse con falta de nutrimentos o amarillamiento letal (Peña *et al.*, 2006).

4.5. Características morfológicas

R. indica tiene dos segmentos palpales y un escudo propodosomal; la hembra no tiene el escudo ventral y su cuerpo es redondo sin estrías. El primer par de setas histerosomales dorsocentrales, son mayores que las otras. El cuarto par de setas dorsosublaterales son más cortas que el primer par (Rodríguez *et al.*, 2007). Propodosoma con tres pares de setas, el segundo más largo y bronceado en los dorsales; histerosoma con tres pares centrales, cuatro sublaterales, una humeral y cinco laterales (Zaher *et al.*, 1969).

4.6. Biología

R. indica presenta reproducción sexual y partenogénesis arrenotoca, en la cual de los óvulos no fecundados producen machos haploides, mientras que de los fecundados, hembras y machos diploides (Mendonça *et al.*, 2005). El ciclo de vida de *R. indica* de huevo a adulto se lleva de 23 a 28 días en la hembra y de 20 a 22 días en los machos. Las hembras fecundadas tienen un periodo de oviposición de cinco a seis días (Peña *et al.*, 2006). La proporción de sexos varía con la temperatura: entre abril y mayo la proporción de hembras aumenta considerablemente, mientras que en octubre – noviembre baja (Moutia 1958). En esta especie sólo se puede reconocer el sexo de los ácaros cuando éstos alcanzan el estado adulto y es difícil reconocer los huevos vivos de los muertos.

4.6.1. Huevos

Los huevos del ácaro rojo se encuentran en grupos bajo el envés de las hojas, son de color naranja, tienen un filamento y un líquido al final de éste. Cuando los huevos eclosionan el cascarón queda transparente y conserva su forma (SENASICA, 2011). Miden 100 micrómetros de largo y 80 de ancho, tienden a ponerse opacos (blancos) unas 24 horas antes de su eclosión (Peña *et al.*, 2006).

4.6.2. Larva

Tiene tres pares de patas, su cuerpo es ovalado, rojizo y de movimientos lentos. Es la etapa más susceptible a los factores ambientales y antes de entrar en quiescencia, se alimenta por tres a cinco días dependiendo la temperatura (Kane *et al.*, 2006).

4.6.3. Protoninfa

Tiene una coloración rojiza, cuatro pares de patas, sus movimientos también son lentos, se alimenta durante dos a cinco días dependiendo la temperatura y humedad. Entra en quiescencia antes de mudar a deutoninfa (SENASICA, 2011).

4.6.4. Deutoninfa

Los ácaros en esta etapa suelen ser más grandes que las protoninfas y conservan su color rojizo; se alimentan por dos a cuatro días. En este estado ya es posible distinguir si van a ser machos o hembras porque las deutoninfas quiescentes de machos tienen opistosoma en forma de “V” y son solitarios. Por su parte, las deutoninfas hembras tienen el opistosoma redondeado y, frecuentemente, la acompaña un macho en actitud de cuidarlas, esperando a que se conviertan en hembras para aparearse (Flores *et al.*, 2010).

4.6.5. Adulto

Las hembras son más grandes que los machos y su tono rojizo es más intenso que en las etapas inmaduras. En el opistosoma presenta manchas de color negro; en este estado ya comienza el apareamiento, pero la hembra puede poner huevos aun sin estar fecundada.

Los machos tienen cuerpo trianguliforme, tienen la parte posterior más aguda que las hembras, son más activos y sus dos primeras patas son más largas que las demás (Flores *et al.*, 2010).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Cría de *Raoiella indica*

Se adquirieron plantas de palma de coco en un vivero comercial, localizado en una zona libre de la infestación del ácaro rojo de las palmas (Puente Nacional, Veracruz). Al momento de realizar este estudio, se verificó mediante una revisión cuidadosa que estuvieran libres del ácaro. Cualquier ácaro e insecto presente fue eliminado manualmente. Por otro lado, en Iguala Guerrero se recolectaron folíolos de hojas de palma de coco infestadas por este ácaro, con ayuda de una pestaña adherida a un mango de pincel, se pasaron ejemplares de esta especie a las plantas de coco libres de ácaros e insectos, las cuales se mantuvieron en una cámara de crecimiento con temperatura de 26°C para permitir la multiplicación del ácaro de interés. Al final del estudio estas plantas se incineraron.

5.2. Tablas de vida y fertilidad con diferentes temperaturas

Se usaron cuatro incubadoras ajustadas a 22.5, 25, 27.5 y 30°C, todas con humedad relativa (HR) entre 40 y 50% y fotoperiodo 12:12 h (luz: oscuridad) para alojar las cohortes observadas. Dichas cohortes se iniciaron con huevos con menos de 24 horas de edad, tomados de un folíolo altamente infestado por *R. indica*, al cual se le retiraron todos los huevos, para aprovechar a los presentes 24 hr después, cada huevo fue transferido individualmente a una arena de observación (porciones de folíolo de 8 cm de largo por 5 cm de ancho) usando el pincel de pestaña. Todos los huevos procedieron de infestaciones de campo y su sexo fue conocido hasta que los individuos alcanzaron el estado adulto. Cada arena de observación fue rodeada en su base con un apósito de algodón saturado con agua. En la unión entre el algodón y el folíolo se trazó una línea de goma adhesiva (atrapamoscas o Tangle foot) y se le anotó una clave para llevar un seguimiento del desarrollo de cada huevo (Figura 3). En cada cohorte se observaron 55 individuos, cada uno en una arena de observación, para fines de análisis de datos se usaron

solo los correspondientes a las primeras 50 que sobrevivieron hasta el estado adulto.



Figura 3. Arenas de foliolos de palma, cada una con un huevo de *R. indica*.

Las arenas de observación (trozos de foliolos) se colocaron horizontalmente en charolas, para mantener húmedo el algodón que se colocó en la base de los trozos del foliolo, se cubrió con agua, esto permitió que se mantuvieran turgentes y frescos.

Cuando los huevos eclosionaron, con un pincel muy fino se transfirió a las larvas a otras arenas de observación, las cuales se colocaron inclinadas formando un ángulo de 45° con respecto al fondo de las charolas y con el envés de los foliolos hacia abajo (Figura 4). Los ácaros fueron transferidos a nuevas arenas de observación cada quince días o cuando el foliolo estaba deteriorado, siempre tratando de minimizar la manipulación. Diariamente se registró la supervivencia y el estado de desarrollo de cada ácaro hasta su muerte.

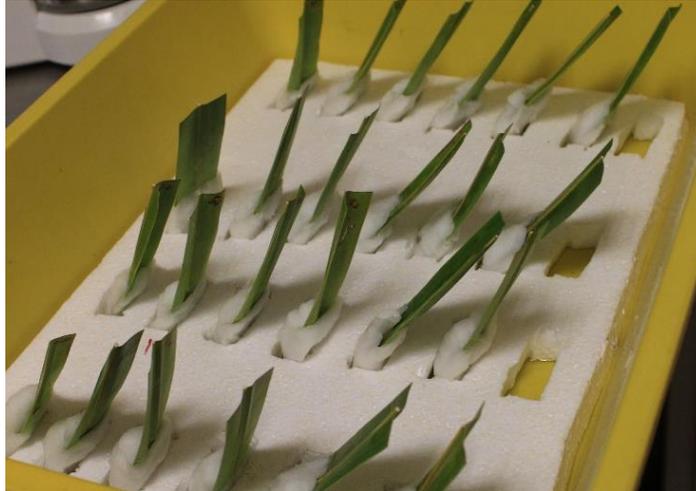


Figura 4. Trozos de foliolos de palma inclinados con respecto al fondo de las charolas, a partir de la eclosión de los huevos.

A partir de que los machos fueron identificables solo se les registró la sobrevivencia.

5.3. Estimación de parámetros de supervivencia

Los datos registrados para cada cohorte se capturaron en el programa Excel V. Para construir las respectivas curvas de supervivencia y calcular los siguientes estadísticos Vera *et al.*, (2002):

X: intervalo de edad (d)

n_x : número de individuos vivos al inicio del intervalo X a X+1

d_x : número de individuos muertos durante el intervalo X a X+1

q_x : tasa de mortalidad durante el intervalo X a X+1

L_x : número promedio de individuos vivos durante el intervalo X a X+1

T_x : suma acumulativa de L_x para obtener valores expresados en números de individuos por unidades de tiempo.

e_x : esperanza media de vida de los individuos de la población al inicio del intervalo X; o bien, unidades de tiempo que le quedan por vivir, en promedio, a cualquier individuo que haya alcanzado la edad X.

l_x : tasa (o probabilidad) de supervivencia al inicio del intervalo X.

Las ecuaciones para calcular los estadísticos de la tabla son:

$$n_{x+1} = n_x - d_x$$

$$q_x = d_x \div n_x$$

$$L_x = (n_x + n_{x+1}) \div 2$$

$$T_x = \sum_{x=0}^{\infty} L_x$$

$$e_x = T_x \div n_x$$

$$l_x = n_x \div n_0$$

5.4. Tablas de fertilidad

Conforme las hembras alcanzaron su estado adulto, se les acompañó con dos machos para asegurar la fecundación y, a las observaciones diarias que se les tomaban, se agregó la del número de huevos producidos, mismos que fueron retirados en cada observación para evitar contarlos de nuevo en la siguiente revisión. Los conteos de huevos se mantuvieron hasta la muerte de la última hembra de cada cohorte. Con estos datos se calcularon las respectivas tablas de fertilidad.

Dado que el cálculo de las tablas de fertilidad necesita la determinación del sexo de los descendientes de las progenitoras observadas, siguiendo a Moutia

(1958) se asumió una proporción de hembras del 80% en todas las progenies observadas y con ella se calcularon los siguientes estadísticos:

x : intervalo de edad (d)

n_x : número de hembras de edad x

h_x : número de hijas producidas durante el intervalo x a $x+1$

m_x : número de hijas producidas por unidad de tiempo por madre de edad x .

l_x : tasa (o probabilidad) de supervivencia al inicio del intervalo x .

Con los datos anteriores se calcularon los estadísticos de incremento poblacional usando las siguientes fórmulas:

$$m_x = h_x \div n_x$$

$$l_x = n_x \div n_0$$

$$R_0 = \sum_{X=0}^{\infty} l_x m_x$$

$$r_m = \ln (R_0) / T$$

$$Tg = \sum_{X=0}^{\infty} Xh_x / \sum_{X=0}^{\infty} h_x$$

$$\lambda = \exp(r_m)$$

Donde:

Tasa neta de reproducción (R_0): este estadístico refleja el número promedio de hijas producidas por cada hembra durante su vida.

Tasa intrínseca de crecimiento (r_m): capacidad de multiplicación de una población en el lapso de una generación.

Tiempo generacional (T_g): es el tiempo promedio entre dos generaciones sucesivas.

Tasa finita de crecimiento (λ): número de individuos que se agrega a la población por individuo y por unidad de tiempo (Gallardo *et al.*, 2005).

5.5. Tablas de vida y fertilidad a diferentes humedades relativas

Con base a los resultados de las tablas de vida y fertilidad bajo diferentes temperaturas y una sola HR (40-50%), se determinó el nivel de temperatura más adecuado para la sobrevivencia y reproducción de *R. indica*, con la finalidad de identificar donde se produce mayores valores de r_m , misma que resulto ser la de 27.5°C. A partir de esto, se corrieron nuevas tablas de vida con ese nivel de temperatura y tres niveles de humedad relativa: 30-40, 60-70 y 80-90%, para determinar cuál combinación favorece más a la sobrevivencia y reproducción del este ácaro.

Para ello, se fijó primero la temperatura de 27.5°C en las cámaras bioclimáticas y luego se ajustaron los niveles de humedad en cada una 30-40, 60-70 u 80-90%, lo cual se consiguió agregando cantidades crecientes de agua a las charolas que contenían a la arenas de observación y se colocaron más charolas con agua para aumentar la humedad (Figura 5).



Figura 5: Charolas con agua para aumentar humedad y conservar los foliolos frescos.

5.6. Capacidad de apareamiento de los machos de *R. indica*

La pequeña proporción de machos encontrada en las observaciones propias en poblaciones de diversas poblaciones de *R. indica* en campo fue de (10 – 30%) motivó la idea de evaluar si sus machos son capaces de aparearse con distintas hembras, de modo que pocos machos sean suficientes para fecundar a la abundantes hembras de cualquier población.

Para ello, a 15 machos individualizados en arenas de observación como las descritas antes, se les puso en contacto con una serie de hembras de una misma edad. Para ello los machos fueron colocados en las arenas de observación en estado de deutoninfas quiescente. Las deutoninfas fueron manipuladas con el pincel de pestaña, como se describió antes. De igual forma, se colocó una primera deutoninfa quiescente de hembra en cada arena. Luego, diariamente se revisaron las arenas y, cuando la deutoninfa hembra se transformaba en adulto, esta era manipulada con el pincel de la pestaña para acercarla al macho y ambos individuos eran observados bajo el microscopio hasta que el apareamiento ocurría; tras ello la hembra era removida y una nueva deutoninfa era colocada en la arena de observación,

misma que llegada su estado adulto, también era aproximada al macho y se observaba con un microscopio para verificar si ocurría la cópula. Así se procedió repetidamente hasta la muerte de los machos.

VI. RESULTADOS

6.1. Curvas de supervivencia en diferentes temperaturas y humedades relativas

Los datos originales de las tablas de vida y fecundidad a diferentes temperaturas y humedades relativas se presentan en el anexo. En todas las combinaciones de temperatura y humedad relativa en que se corrieron las tablas de vida, la mortalidad de las cohortes observadas ocurrió en aproximadamente la misma magnitud a lo largo de todo el periodo de vida de los ácaros; por lo cual, todas las curvas de supervivencia resultantes se asemejan a las de tipo III de acuerdo con Vera *et al.* (2002) (Figuras 6 y 7).

La larva y la ninfa de este ácaro son los estados más delicados, por lo que es posible que parte de la mortalidad observada en ellas se haya debido a la manipulación.

En las Figuras 6 y 7 se aprecia una aparente mortalidad cero en los primeros días y un súbito aumento de esta entre los días 6 y 20, cuando prevalecieron larvas y ninfas. Estas desviaciones a la línea recta pueden ser imprecisiones que inducen sobreestimación de la supervivencia de los huevos y subestimación de la supervivencia de larvas y ninfas.

Se observó una clara relación inversa entre la temperatura y la longevidad de los ácaros. De manera consistente, la curva de supervivencia de los ácaros criados a 22°C y 40-50% de HR fue significativamente diferente de las curvas que resultaron de todas las demás combinaciones de temperatura y humedad (Logrank, $P=0.05$, Cuadro 1). Los ácaros llegaron a vivir cerca de 100 días, cifra muy superior a las demás.

Las curvas de supervivencia de los ácaros criados a 30°C, 40-50% de HR, mostraron diferencia significativa respecto a los criados a 27.5°C con varias

combinaciones de humedad relativa (Cuadro 1). Los ácaros criados a 30°C tuvieron una longevidad máxima de 39 días (Figura 6).

En contraste, cuando la temperatura fue la misma (27.5°C) pero varió la humedad, todas las curvas de supervivencia siguieron cursos casi paralelos y en ningún caso se observó diferencia significativa entre curvas (Figura 7, Cuadro 1). Ninguna de las humedades usadas fue limitativa para el desarrollo de los ácaros ni afectó de manera particular el patrón de supervivencia.

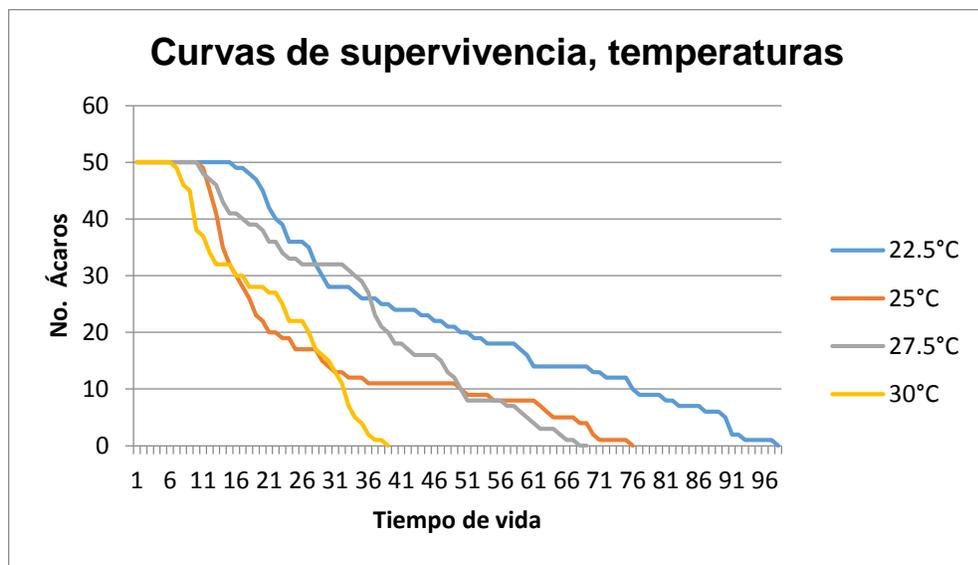


Figura 6. Curva de supervivencia de *Raiiella indica* bajo cuatro temperaturas y humedad relativa de 40-50%.

Las curvas de supervivencia fueron trazadas para el conjunto de machos y hembras en cada cohorte.

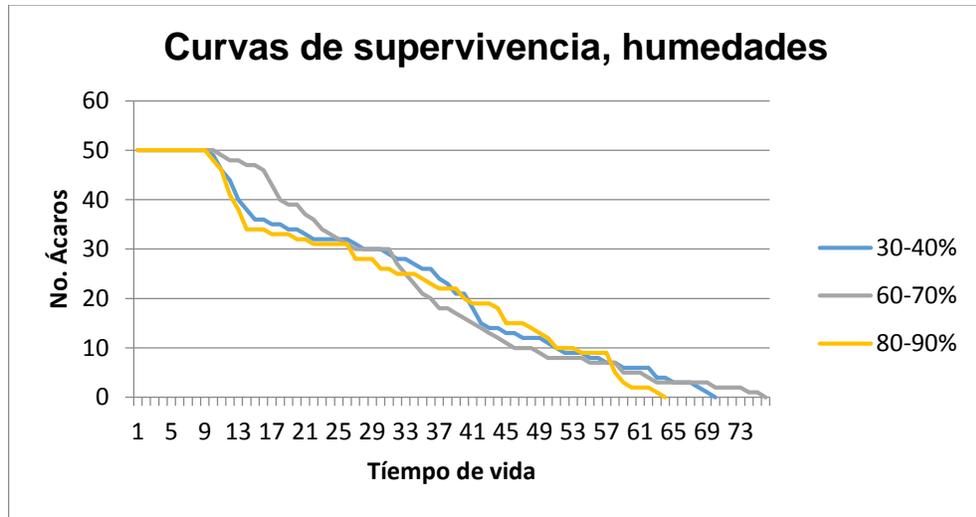


Figura 7. Curvas de supervivencia de *Raoiella indica* a tres niveles de HR y temperatura de 27.5°C ±1°C.

Cuadro 1: Valores de χ^2 para la comparación de las curvas de supervivencia de *R. indica* a diferentes temperaturas y humedades relativas mediante el uso de la prueba de Logrank (Vera *et al.*, 2002).

	25°C, 40-50% HR	27.5°C, 40-50% HR	30°C, 40-50% HR	27.5°C, 30-40% HR	27.5°C, 60-70% HR	27.5°C, 89-90% HR
22.5°C, 40-50% HR	17.23*	7.87*	27.49*	8.81*	24.96*	10.04*
25°C, 40-50% HR		0.55	2.75	51.36*	1.87	0.0003
27.5°C, 40-50% HR			26.16*	0.06	0.01	0.57
30°C, 40-50% HR				26.16*	0.0006	0.57
27.5°C, 30-40% HR					0.06	0.44
27.5°C, 60-70% HR						0.18

*Significativamente diferentes, P=0.05

6.2. Efecto de la temperatura y la humedad relativa en la duración del desarrollo de *Raoiella indica*

Dado que se siguió el desarrollo de cada uno de los ácaros por separado hasta su muerte, cuando llegaron al estado adulto se pudo reconocer su sexo, por lo que fue posible registrar la duración de cada uno de sus estadios en ambos sexos, así como de los periodos de preoviposición y oviposición en las hembras. Cuando el número de individuos observados fue igual o mayor que tres, los valores se sometieron a ANOVA y prueba de comparación de medias de diferencia mínima significativa (Cuadros 2 y 3).

Como era de esperarse por tratarse de organismos poiquiloterms, la duración de todos los estadios, así como de la duración de todo el ciclo biológico fue inversamente proporcional con la temperatura (Prabheena *et al.*, 2014), por lo que la menor duración del ciclo se observó a 30°C (Cuadros 2 y 3).

En contraste, no se observó una asociación clara entre los niveles de humedad relativa y la duración de los estados de desarrollo, donde la temperatura fue en todos los casos de 27.5°C. Si bien se observó diferencia significativa en la duración de algunos estadios, no hubo un nivel de humedad que consistentemente indujera valores mayores o menores que los demás.

En trabajos realizados (Nageshachandra *et al.*, 1984) muestran que las hembras apareadas tienen una preovipostura de 3 a 8 días, comparado con este trabajo en el (cuadro 2) muestra que va de 2.7 a 4.64 días para todo el rango de temperaturas y humedades ensayadas.

Cuadro 2. Duración de los estadios de desarrollo de las hembras de *Raoiella indica* criadas a diferentes temperaturas y humedades relativas.

Temp. °C/ % HR	n	Hv	Lv A	Lv Q	Pn A	Pn Q	Dn A	Dn Q	Tiempo Hv-Ad	Longev	Preov	Ov	Postov
22.5/40- 50	13	9.62 a*	5.23 a	3.62 a	4.85 a	3.31 a	6.92 a	4.46 a	38.92 a	30.92 a	4.38 ba	23.69 ba	2.92 b
25/40- 50	11	7.40 b	2.90 c	3.00 b	3.50 b	2.40 b	4.70 b	3.00 b	27.73 b	32.00 a	4.64 a	26.36 a	2 b
27.5/40- 50	33	6.73 c	2.27 e	1.88 d	2.12 c	1.64 d	2.88 cd	2.15 c	20.67 de	22.36 b	3.06 dc	17.09 bc	2.24 b
30/40- 50	23	4.60 e	2.00 e	1.60 d	2.10 c	1.20 e	2.20 cd	1.50 d	17.00 f	12.80 c	2.70 d	9.57 c	1.78 b
27.5/30- 40	23	5.57 d	2.48 de	2.04 c	2.26 c	2.04 bc	2.57 cd	1.91 d	19.87 e	28.83 ab	3.32 bdc	22.78 ba	2.87 b
27.5/60- 70	29	6.86 bc	2.90 cd	2.31 bc	2.52 c	1.86 cd	2.38 d	2.10 c	21.93 dc	22.66 b	3.03 dc	17.17 bc	2.59 b
27.5/80- 90	17	4.65 e	3.71 b	2.18 bc	3.35 b	1.76 cd	3.00 c	2.71 b	22.35 c	28.24 ab	4.06 bac	19.65 ba	4.59 a

*Valores en una misma columna con la misma letra no son significativamente diferentes (diferencia mínima significativa, P = 0.05)

n: número de ejemplares, Hv: huevo, Lv: larva, Pn: protoninfa, Dn; deutoninfa, Ad: adulto, Lonveg: longevidad, Preov: preoviposición, Ov: oviposición, Postov: postoviposición, A: activa, Q: quiescente.

Cuadro 3. Duración de los estadios de desarrollo de los machos de *Raoiella indica* criados a diferentes temperaturas y humedades relativas.

Temp. °C/ % HR	N	Hv	Lv A	Lv Q	Pn A	Pn Q	Dn A	Dn Q	Tiempo Hv-Ad	Longev
22.5/40- 50	10	9.50 a*	4.40 a	3.50 a	4.60 a	3.10 a	5.00 a	3.70 a	34.80 a	37.70 a
25/40-50	2	8.50 -	4.40 -	3.50 -	4.60 -	3.10 -	5.00 -	3.70 -	24.25 b	37.70 -
27.5/40- 50	3	6.67 b	2.00 c	2.00 b	2.67 ab	1.67 b	2.00 bc	2.33 b	20.33 cb	26.00 ab
30/40-50	4	8.22 c	3.60 bc	3.00 b	3.96 b	2.62 b	4.00 bc	3.24 b	17.50 c	33.80 c
27.5/30- 40	10	6.00 bc	2.30 c	1.40 b	3.00 ab	2.00 b	1.60 c	1.80 b	19.10 c	16.00 bc
27.5/60- 70	2	7.00 -	3.00 -	2.50 -	2.00 -	1.50 -	2.00 -	2.50 -	21.50 cb	7.50 -
27.5/80- 90	10	5.10 c	3.40 b	2.00 b	3.10 ab	1.90 b	2.80 b	2.10 b	21.40 cb	20.90 bc

*Valores en una misma columna con la misma letra no son significativamente diferentes (diferencia mínima significativa, $\alpha = 0.05$)

n: número de ejemplares, Hv: huevo, Lv: larva, Pn: protoninfa, Dn; deutoninfa, Ad: adulto, Lonveg: longevidad, A: activa, Q: quiescente.

6.3. Parámetros de incremento poblacional

El Cuadro 4 muestra la proporción de hembras en las cohortes observadas para construir las tablas de vida y fertilidad. Aunque hubo variación en la proporción de sexos, las cohortes se fundaron con huevos tomados de campo, cuyo sexo era desconocido en ese momento, por lo que la proporción observada es producto de las condiciones de campo y no del manejo dado a los ácaros durante su estancia en el laboratorio. La media general fue de 0.793 hembras, con desviación estándar de 0.147. Este cálculo de la proporción de sexos fue la base para atribuir la proporción general de 80% de hembras al cálculo de los parámetros de sobrevivencia y reproducción en las tablas de vida y fertilidad.

Los parámetros de incremento poblacional de *R. indica* en las diferentes combinaciones de temperatura y humedad relativa aparecen en el Cuadro 5. En todos los casos la r_m tuvo un valor positivo, lo que indica que ninguna combinación de temperatura y humedad fue limitativa para el incremento de esta especie. Por tratarse de valores obtenidos de una única cohorte para cada condición de temperatura y HR, no fue posible someterlos a comparación estadística, pero pudo apreciarse que la temperatura fue el principal factor que determinó la tasa de incremento. Se observa efecto tanto en el tiempo generacional como en indicadores de fecundidad (λ y R_0); el máximo valor de r_m se presentó en la combinación de 27.5°C con humedad relativa de 40-50%, lo que ubica a estas condiciones como las más cercanas al óptimo para el desarrollo e incremento poblacional de *R. indica*.

La prueba de traslape de intervalos de Vera y Sotres (1991) permitió calcular proyecciones de incremento poblacional y sus respectivos intervalos de confianza (Figura 8), misma que confirma a la temperatura como el principal factor que afecta el incremento poblacional de *R. indica*, con 27.5° como la más cercana a la óptima. A 22.5°C, la población tuvo un crecimiento estimado extremadamente lento, lo que sugiere que los daños que *R. indica* puede

causar en esas condiciones son muy limitados; pero conforme aumenta la temperatura, las poblaciones crecen más aceleradamente.

Cuadro 4. Estimación de la proporción de hembras en cohortes usadas en las tablas de vida y fecundidad, estimada por la cantidad de hembras y machos adultos que formaban cada cohorte el primer día en que todos los ejemplares llegaron al estado adulto.

Temperatura	Humedad relativa	Día transcurrido desde la formación de la cohorte	Hembras/ total de individuos que llegaron al estado adulto
22.5°C	40-50%	43	0.545
25°C	40-50%	31	0.8333
27.5°C	40-50%	25	0.903
30°C	40-50%	21	0.846
27.5°C	30-40%	27	0.7333
27.5°C	60-70%	30	0.9656
27.5°C	80-90%	30	0.6538

Cuadro 5. Parámetros poblacionales de *Raoiella indica* a temperaturas entre 22.5 y 30°C y humedades relativas entre 30-40 y 80-90%

Condiciones de cría		Ro	Tg	r _m	λ
°C	% HR				
22.5	40-50	4.22	59.341	0.0242	1.0245
25	40-50	5.38	46.617	0.0361	1.0367
27.5	40-50	19	34.377	0.0856	1.0894
30	40-50	4.2	23.362	0.0614	1.0633
27.5	30-40	11.92	34.347	0.0721	1.0748
27.5	60-70	8.84	35.323	0.0617	1.0636
27.5	80-90	6.48	35.935	0.0546	1.0561

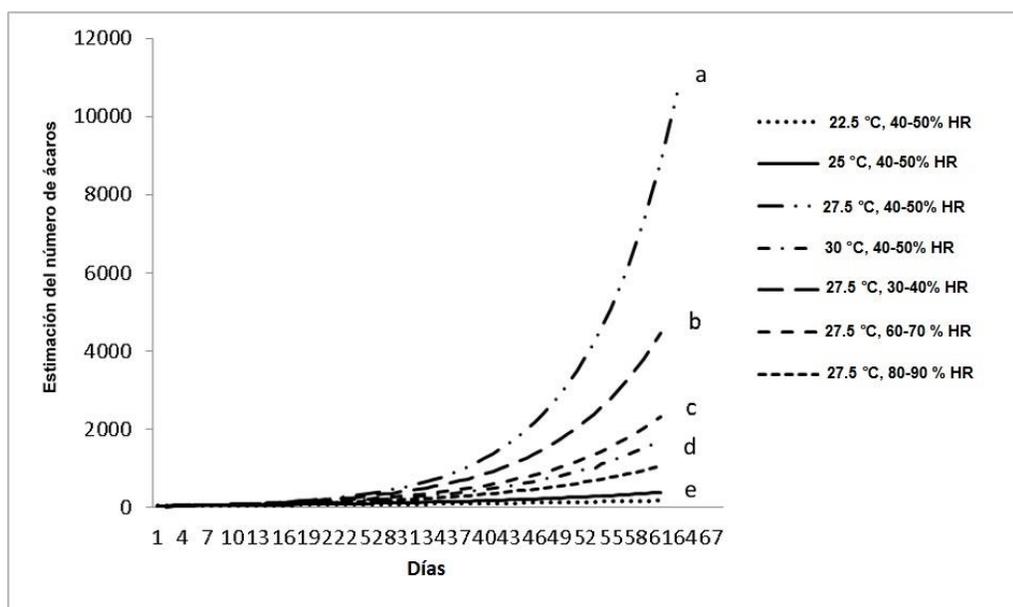


Figura 8. Proyección del incremento poblacional de *Raoiella indica* a diferentes temperaturas y humedades relativas, basada en los parámetros poblacionales estimados en tablas de vida y fecundidad.

6.4. Curvas de fecundidad a diferentes temperaturas y humedades

Las Figuras 9 y 10 representan las curvas de fecundidad (número de huevos producidos) bajo diferentes temperaturas y humedades relativas, respectivamente. Dichas curvas fueron trazadas considerando que solo el 80% de la fecundidad observada daría lugar a hembras, proporción que fue observada en las poblaciones de campo.

En esas curvas se aprecia un claro efecto de la temperatura en la oviposición del ácaro rojo de las palmas consiste en que, las hembras criadas a 30°C concentraron su postura entre los días 15 y 37, con máximo entre los días 20 y 29. Mientras que, en el otro extremo, los ácaros criados a 22.5°C ovipositaron entre los días 37 y 92, con aumento y disminución progresivos hacia el inicio y el fin, respectivamente. Por su parte, a temperaturas de 25 y 27.5° las curvas de fecundidad siguieron cursos más similares, con postura que se extendió entre los días 30 y 70, aproximadamente, la mayor producción de huevos puestos ocurrió a 27.5°C.

Pese al hecho de que los ácaros criados a 30°C iniciaron su ovipostura mucho antes que los criados a otras temperaturas, el número de huevos producidos fue menor, lo que se reflejó en una menor tasa neta de reproducción ($R_0 = 4.2$, Cuadro 5). Los ácaros criados a 22.5°C iniciaron su ovipostura mucho más tarde y la extendieron por más tiempo. Pese a ello, su tasa neta de reproducción tuvo el mismo valor ($R_0 = 4.2$) que los criados a 30°C. La temperatura que indujo el valor más alto de R_0 fue 27.5; la cual también produjo el valor más alto de tasa instantánea de incremento poblacional ($r_m = 0.0856$, Cuadro 5).

En contraste, las curvas de fecundidad de los ácaros criados en una misma temperatura (27.5°C) pero diferentes humedades, iniciaron y terminaron en tiempo muy próximos y siguieron cursos muy similares, lo que resultó en valores similares de tasa neta de reproducción. Esto muestra que la humedad relativa por sí misma, aun en valores extremos, no tuvo un efecto relevante en la reproducción del ácaro rojo de las palmas.

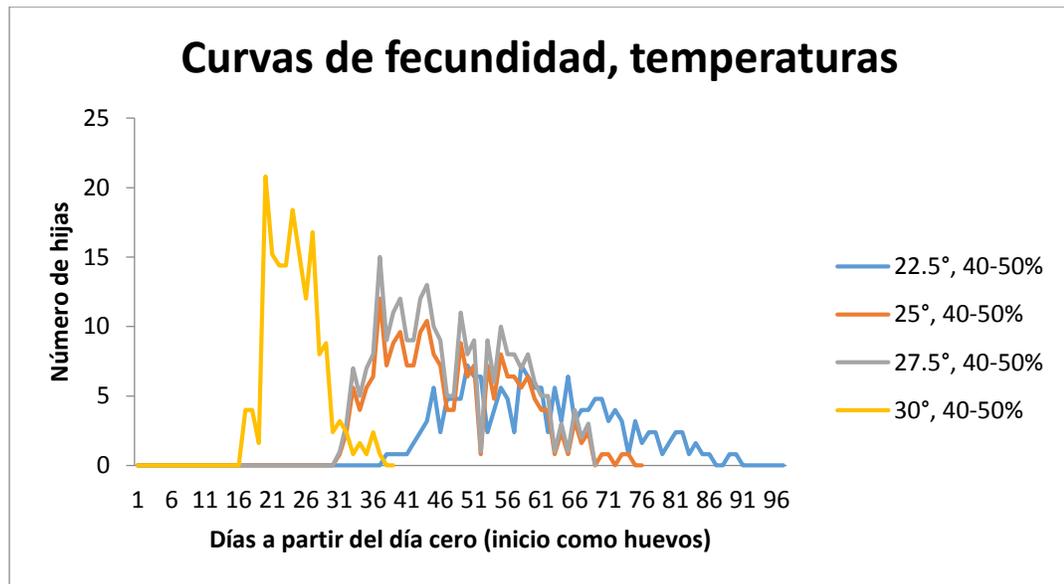


Figura 9. Curvas de fecundidad de *R. indica* a diferentes temperaturas y humedad relativa de 40-50%.

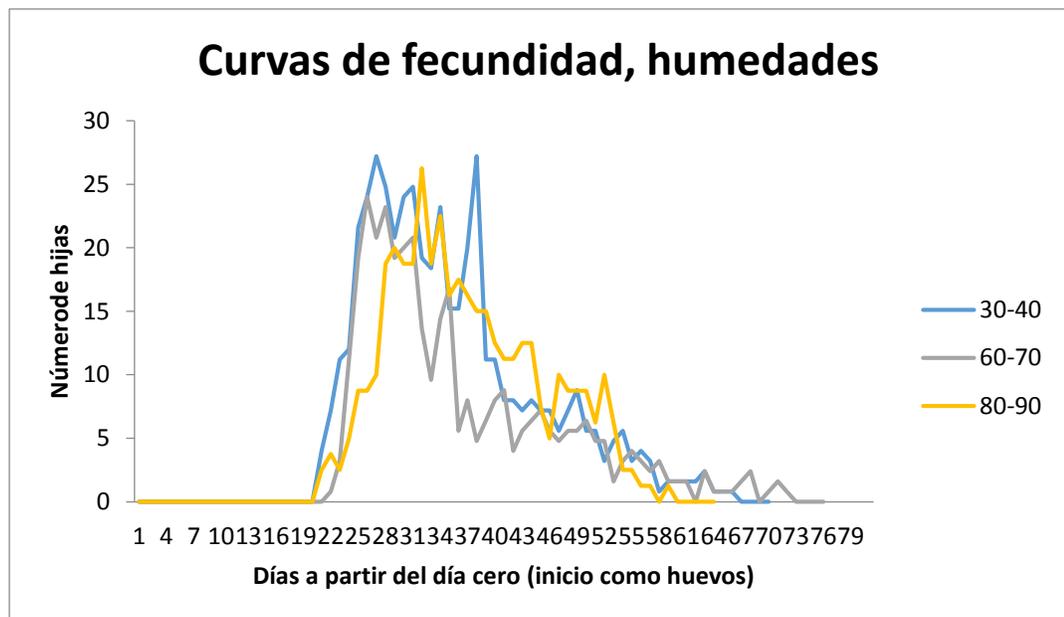


Figura 10. Curvas de fecundidad de *R. indica* en diferentes humedades relativas entre 30 y 90% y temperatura constante de 27.5°C.

6.5. Apareamiento de machos

Cuando se pusieron en contacto machos con deutoninfas quiescentes de hembras, se observó que éstos fueron capaces de aparearse con tres a seis hembras, con promedio de 4.56 ($n = 15$), aunque no se revisó si un macho fue capaz de aparearse más de una vez con la misma hembra. En todos los casos el apareamiento ocurrió tan pronto como la hembra salió de su cutícula deutoninfal y, en ocasiones, antes de que terminara de salir.

Aunque *R. indica* presenta partenogénesis arrenotoca (Helle *et al.*, 1980), produce sexualmente machos y hembras (Zaher, 1969). Frecuentemente se observan poblaciones con 70 a 90% de hembras (Moutia, 1958). Por ello, se calculó la proporción de hembras y machos en los ejemplares que alcanzaron el estado adulto, para cada cohorte el primer día en que todos los individuos alcanzaron el estado adulto.

VII. DISCUSIÓN

Todas las curvas de supervivencia observadas fueron de tipo III, independientemente de la combinación de temperatura y humedad, lo que significa que las cohortes se fueron reduciendo gradualmente a lo largo del tiempo por mortalidad de sus integrantes. La pendiente de las líneas fueron significativamente diferentes de una cohorte a otra (Logrank, $P = 0.05$), cuando se les comparo por pares; pero en todas las combinaciones se presentó el mismo tipo de curva, lo que lo ubica como una constante en este estudio.

Curvas de supervivencia determinadas para otras especies de la familia Tenuipalpidae son muy diferentes a las observadas en el presente estudio; por ejemplo, en dos estudios de tablas de vida de *Brevipalpus phoenicis* (Kennedy *et al.*, 1996; Teodoro y Reis, 2006), casi todos los individuos murieron en etapa avanzada de su vida, en curvas de supervivencia de tipo I (según Vera *et al.*, 2002). Por su parte, *Tenuipalpus heveae* mostró una alta mortalidad de larvas, seguida de una estabilización de la supervivencia de los adultos, lo que la asemeja a una curva de tipo IV (Flores *et al.*, 2010).

En la comparación de las curvas de supervivencia de *B. phoenicis* y *R. indica* muestra que una menor proporción de éstas alcanza el estado adulto para ser potencialmente fértiles; pero en caso de *T. heveae*, hay una mayor proporción de *R. indica* que alcanza la adultez.

Si bien las curvas de supervivencia fueron del mismo tipo, fue notable una amplia variación en las pendientes de las curvas de sobrevivencias de las cohortes observadas en las distintas combinaciones de temperatura y humedad. En general, a mayor temperatura fue menor la longevidad de los individuos de *R. indica*: 96 días cuando criados a 22.5°C y, 37 días, cuando criados a 30°C. Esta situación es considerada normal y se relaciona con el efecto de la temperatura sobre organismos poiquiloterms, como ha sido

estudiado en numerosas ocasiones y ha sido sintetizado por Collinet *et al.* (2015).

En contraste, es notable que la humedad relativa tuvo poco efecto sobre las curvas de supervivencia de *R. indica*, aun cuando de este factor se ensayó un rango amplio: desde 30 hasta 90%. Ninguna de las curvas de supervivencia resultantes de criar a *R. indica* con combinaciones de 27.5°C y cuatro intervalos de humedad relativa (Cuadro 1) fueron significativamente diferente entre sí. Este resultado sugiere que el descenso poblacional de *R. indica* observada de campo en temporada de lluvias (Moutia, 1958; Hoy *et al.*, 2006; Taylor *et al.*, 2012; Prabheena y Ramani, 2015) podría deberse al efecto de derribo directo de los ácaros por las gotas de lluvia y no al estrés que la alta humedad relativa podría causarles. En ese descenso también podría estar contribuyendo la proliferación de hongos patógenos, que han sido observados infectando a *R. indica* en temporadas de lluvias y que podrían ser reguladores naturales de este ácaro (Carrillo *et al.*, 2011; Colmenarez *et al.*, 2015).

La duración de las etapas sucesivas del ciclo de vida del ácaro rojo de las palmas se vio también afectada por la temperatura y, de forma mínima y errática, por la humedad relativa. De manera consistente, la duración de todos los estadios, así como del periodo de incubación de los huevos, fue inversamente proporcional a la temperatura; mientras que el efecto de la humedad relativa sobre la duración de los distintos estadios fue variable: bajo cada nivel de humedad, unos estadios duraron menos y otros más, por lo que no hubo relación directa entre humedad relativa y velocidad de desarrollo.

En numerosos trabajos se ha estimado la duración total (o por estadios) del desarrollo del ácaro rojo de las palmas y tales datos no son del todo comparables con los del presente trabajo porque las combinaciones de temperatura, humedad y planta hospedante no son las mismas o simplemente porque no indican las condiciones en que se crio a los ácaros, por ejemplo Moutia (1958), Hoy *et al.* (2006) y Vásquez *et al.* (2015). En estos trabajos la duración del ciclo del ácaro rojo de las palmas, de huevo a adulto, osciló entre

20 y 38 días, lo que se coincide con los datos obtenidos en el presente trabajo (Cuadros 2 y 3). Aunque con las limitaciones indicadas para usar estos trabajos como referencia, puede notarse que *R. indica* tiene un tiempo de desarrollo típico para la familia Tenuipalpidae y que su velocidad de desarrollo es mucho menor que en la familia cercana Tetranychidae, donde el periodo de huevo a adulto suele ser de seis a diez días (Crocker, 1985). Tradicionalmente, a las especies de la familia Tenuipalpidae se les ha atribuido menor importancia como plagas que a las de Tetranychidae, lo cual se debe a que los tenuipápidos raramente producen infestaciones altas, lo cual puede atribuirse en parte a su desarrollo lento (Jeppson *et al.*, 1975).

De manera similar a las curvas de supervivencia y a la duración de los estados de desarrollo de *R. indica*, los parámetros de incremento poblacional estuvieron asociados con la temperatura y, en menor medida, con la humedad. Los valores máximos de fecundidad (R_0 y λ) se observaron a 27°C con 40-50% de humedad relativa, mientras que los valores menores correspondieron a 22.5 con 30°C. Niveles de humedad relativa por arriba y por debajo de 40-50% resultaron en menor fecundidad. La tasa intrínseca de incremento poblacional (r_m), que reúne valores de fecundidad, supervivencia, viabilidad y duración del desarrollo, fue igualmente máxima a 27.5°C con 40-50% de humedad relativa.

Estos valores ubican a *R. indica* como afín a climas cálidos pero con una amplia tolerancia a variaciones en la humedad relativa. En observaciones de campo repetidamente se ha notado que la infestación de estos ácaros aumenta en temporadas cálidas del año y su distribución mundial es de tipo tropical, aun después de su invasión a América (Peña *et al.*, 2006).

Vásquez *et al.* (2015) estimaron una r_m de 0.166 para *R. indica* alimentada con folíolos de palma de coco. Esta cifra es muy superior a la máxima estimada en el presente trabajo (0.0856, Cuadro 5). Los autores del trabajo citado no dan detalles sobre la forma como calcularon los parámetros de incremento poblacional, lo que dificulta interpretar la diferencia. Sin embargo,

dado que en el presente trabajo se consideró una proporción de hembras en la descendencia de solo el 80%, ello pudo haber determinado valores menores de r_m inferiores.

R. indica tiene un valor de r_m bajo comparado con los observados en la familia Tetranychidae; por ejemplo, en *Tetranychus cinnabarinus* es igual a 0.20 (Peralta *et al.*, 2011), mientras que en otros tenuipalpidos como *Brevipalpus phoenicis* fue de 0.127 (Kennedy *et al.* 1996) y de 0.06 para *Tenuipalpus heveae* (Flores *et al.* 2010), cuando se le alimentó con un clon susceptible de *Hevea brasiliensis*.

Todo lo anterior muestra que *R. indica* tiene velocidad de desarrollo y fecundidad similares a otros ácaros de la familia Tenuipalpidae, lo que resulta en valores similares de R_0 , λ y r_m . Resulta entonces sorprendente que este ácaro alcance elevadísimas poblaciones en palma de coco, su hospedante favorito y, la cual se usó en el presente estudio. Otros ácaros de esta familia suelen presentar poblaciones bajas y son considerados plagas de menor importancia. Una posible explicación al hecho de que *R. indica* alcanza poblaciones muy elevadas es la poca capacidad que tienen sus enemigos naturales nativos para regular sus poblaciones, lo cual puede deberse al poco tiempo que dichos enemigos han tenido para adaptarse a su presencia en el Continente Americano, o a la posible existencia de un mecanismo de defensa por repelencia, consistente en las pequeñas gotas de un líquido que fluyen desde su cuerpo y se acumulan en las puntas de sus sedas (Carrillo *et al.*, 2011).

La proporción de hembras en las poblaciones de *Raoiella indica* es cercana al 80% y, el 20% de machos no alcanza a fecundar a todas ya que son más hembras que machos y los machos se postran atrás de las deutoninfas para esperar que pase a estado adulto para fecundarlas y después vuelven a buscar otra deutoninfa, el tiempo en espera que están en una deutoninfa pierden tiempo porque en ese momento a un costado puede estar otra

deutoninfa mudando y el ácaro si puede reproducirse varias veces mas no reproducir a dos hembras al mismo tiempo.

En estudios realizados por (Peña *et al.*, 2010) menciona que las regiones del neotropico con climas de 30°C tienden a tener una mayor población de *R. indica* a comparación con temperaturas menores y cita un (ejemplo) trinidad donde la población alcanza un numero de 175 a 800 ácaros por el foliolo, con una temperatura de 32°C. En Florida con temperatura de 11 a 12°C en invierno de 22 a 31°C en verano las poblaciones alcanzan 23 a 300 ácaros por foliolo en verano y, en invierno, de 0 a 60 ácaros. Comparado con este trabajo, en temperaturas altas el ácaro completa más rápido su ciclo biológico y en temperaturas menores el ciclo biológico del ácaro se extiende, en oviposición con una temperatura 30°C no es la más óptima porque los ácaros terminan pronto su ciclo biológico pero no aumenta en oviposicion. Sin embargo, los resultados del presente estudio indican que la temperatura de 27.5°C es más cercana a lo óptimo para la longevidad.

La proporción de hembras observada en todas las tablas de vida y fertilidad fue mayor para hembras que machos, fluctuando entre, la temperatura de 27.5°C, 31 hubo 90.32% de hembras con 22.5°C, 54% fueron hembras.

En uno de los estudios con tenuipapidae (Fazzio *et al.*, 2010) obtuvo una proporción de hembras mayor que la de los machos. También Moutia (1958) menciona que hay una superioridad numérica de hembras sobre machos y, que en épocas de calor, la proporción de hembras aumenta a un más.

Nuestros datos, en conjunto de estos y otros autores, sugieren que la proporción de hembras en Tenuipalpidae es, generalmente, mayor que en tetraníquidae: En otro estudio relacionado con la proporción de sexos en *Tetranychus urticae* encontraron 2,1 hembras por cada macho (Gallardo *et al.*, 2005).

Comparando los diferentes parámetros biológicos de *R. indica* en las distintas combinaciones de temperatura y humedad podemos notar que la rm más

grande se obtuvo con 27.5°C y 40-50% de HR. La r_m más baja se observó a 22.5°C y 40-50 % de HR. En estudios de tablas de vida realizados (Vázquez *et al.*, 2015) en *Cocos nucifera* con una temperatura de 29°C y una humedad de 60%, se obtuvo una r_m de 0.166, lo cual es alto y un Tg de 4.2 y Ro de 6.10. Comparando estos valores con los obtenidos en este trabajo podemos observar que a una temperatura de 27.5 presenta una Tg de 34.377 y una Ro de 19, los cuales son mucho más altos que los de (Vázquez *et al.*, 2015), pero la r_m de 0.0856 es menor. Nuestros valores bajo la temperatura de 30°C, la que más cerca a la ensayada por (Vázquez *et al.*, 2015) produjo una r_m de 0.0614, un Tg de 23.362 y una Ro de 4.2, en esta temperatura podemos ver que aunque la temperatura sea más alta el r_m no aumenta.

VIII. CONCLUSIONES

La temperatura es el factor determinante para el incremento de la población de *R. indica*, la óptima fue de 27.5 °C.

Las curvas de supervivencia para *R. indica* bajo las condiciones de temperatura y humedad fueron de tipo III, las cohortes se redujeron gradualmente a lo largo del tiempo por mortalidad de sus integrantes.

La proporción de hembras es mayor que la de los machos.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Carrillo D, Amalin D, Hosein F, Roda A, Duncan RE, Peña JE. 2012. Host plant range of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. *Exp Appl Acarol* 57:271-289.
- Carrillo D., Frank J.H. Rodrigues J.C.V., Peña J.E. 2011. A review of the natural enemies of the red palm mite, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). *Exp Appl Acarol* DOI 10.1007/s10493-011-9499-4.
- Collinet H., Sinclair B.J., Vernon P., Renault D. 2015. Insects in fluctuating thermal environments. *Annual Review of Entomology* 60:123-140.
- Colmenarez Y., Moore D., Polar P., Vasquez C. 2014. Population trends of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) and associated entomopathogenic fungi in Trinidad, Antigua, St Kitts and Nevis and Dominica. *Acarologia* 54(4): 433–442.
- Crooker A. 1985. Embryonic and juvenile development. In: Spider mites their biology, natural enemies and control. Helle, W. and Sabelis, M.W. (eds.) New York. Vol. 1A: 149-163
- De la Torre Santana P. Suarez González A. González A. 2010. Presencia del ácaro *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en Cuba. *Rev. Protección Veg.* Vol. 25 No. 1: 1-4.
- Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (DGSV-CNRF). 2011. Ácaro rojo de las palmas (*Raoiella indica* Hirst). Ficha técnica. SAGARPA-SENASICA. México, D.F. 8p.
- Kane E.C., Ochoa R. 2006. Detection identification of the red palm mite *Raoiella indica* Hirst (Acari. Tenuipalpidae). USDA. United States Department of Agriculture. Systematic Entomology Laboratory, USDA-ARS, Beltsville. MD. May 5, 2006.
- Fazzio F, Del A, Damasco D. 2010. Biological cycle of *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari, Tenuipalpidae) on leaflets of there rubber tree clones. *Revista Brasileira de Entomologia* 54(2): 298–303, junho 2010.
- Flores Galano G. Montoya A. Rodríguez H. 2010. Biología de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) sobre *Areca catechu* L. *Rev. Protección Veg.* Vol. 25 No. 1 (2010): 11-16.
- Gallardo Antonio, Vázquez C, Morales J, Gallardo J. 2005. Biología y enemigos naturales de *Tetranychus urticae* en pimentón. *Manejo integrado de plagas y agroecología* (Costa Rica) no. 74 p. 34-40.

- González R, Ramos M. Desarrollo y Reproducción de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) en laboratorio. Dpto. Entomología y Acarología, Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LAPROSAV) de Santiago de Cuba. *Rev. Protección Veg. Vol. 25 No. 1 (2010): 7-10.*
- Granados Sánchez D; López Ríos G, F. 2002. Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Helle W., Bolland H.R., Heitmans W.R.B. 1980. Chromosomes and types of parthenogenesis in the false spider mites (Acari: Tenuipalpidae). *Genetica* 54: 45-50.
- Hoy M.A., Peña J., Nguyen R. 2006. Red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Arachnida: Acari: Tenuipalpidae). University of Florida IFAS Extension EENY-397. <http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures>. Consultado 03 de enero de 2016.
- SAGARPA, 2015. <http://www.senasica.gob.mx/?id=4581>. Consultado 30/08/2015.
- Jeppson, L. R.; Keifer H. H., Baker E. W. 1975. Mites injurious to economic plants. Univ. California Press, 614 pp.
- Mariau, D. 2001. The fauna of oil palm and coconut. Insect and mite pests and their natural enemies. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, 266 p.
- Mendonça R.S., Navia, D., Flechtmann, C.H. 2005. *Raoiella indica* Hirst (Prostigmata: Tenuipalpidae), o ácaro vermelho das palmeiras-um ameaça para as Américas. EMBRAPA recursos genéticos e Biotecnologia.
- Moutia.1958. La Contribution to the study of some phytophagous Acarina and their predators in Mauritius. *Bull Entomol Res* 49:59-75.
- Nagesha Chandra B.K. and G.P. Channabasavanna. 1984. Development and ecology of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) on coconut. En: *Acarology VI*. Griffiths DA, Bowman CE, Editors. Ellis Horwood Publishers, Chicester, UK. 2: 785-798.

- Navia, D. 2008. Riesgo del ácaro rojo de la palma *Raoiella indica* Hirst, para Brasil. En: Acta del VI Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal. La Habana, Cuba, 22-26 sep.
- Páramo G, Sánchez M, Corredor D. Tabla de vida y parámetros poblacionales fundamentales de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) sobre rosa sp. En condiciones de laboratorio. 83-96 pag.
- Peña, J.E., 2006. Chemical control of red palm mite, *Raoiella indica*, on ornamentals. In: guide to management of red palm mite (RPM). University of Florida. 2p.
- Peña E, Carrillo D, Rodrigues J, Roda A. 2010. el ácaro rojo de las palmas, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), una plaga potencial para America latina. University of Florida, Tropical Research and Education Center, Homestead, FL, USA.
- Peralta C, Tello M. Tabla de Vida de *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) sobre tres variedades de melon, *Cucumis melo*. Revista Colombiana de Entomología 37 (1): 21-26 (2011).
- Prabheena P, Ramani N. 2014. Seasonal incidence and injurious status of *Raoiella indica* (Hirst) (Acari: Tenuipalpidae) on Arecanut palms of Kozhikode district of Kerala. Division of Acarology, Department of Zoology of Calicut Kerala, India-673635. Volumen-4, Issue-3, july-sep.
- Rodríguez H. Montoya A. Ramos M. 2007. *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae): una amenaza para Cuba. Rev. Protección Veg. Vol. 22 no. 3 (2007): 142-153.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015. Consultado en línea en: <http://www.siap.gob.mx>.
- Taylor B., Rahman P.M., Murphy S.T., Sudheendrakumar V.V. 2012. Within-season dynamics of red palm mite (*Raoiella indica*) and phytoseiid predators on two host palm species in south-west India. Experimental and Applied Acarology 57:331–345
- Vazquez C, Colmenarez Y, de Morales j. 2015. Life cycle of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) on ornamental plants, mostly Arecaceae. Received: 2 October 2013 / Accepted: 7 October 2014 / Published online: 24 October 2014. Exp Appl Acarol. 65:227–235.

Vera Graziano J., Manuel Pinto V., López Collado J., Reyna Robles R. 2002. Ecología de poblaciones de insectos. Colegio de Postgraduados. Segunda Edición. ISBNB-968-839-396-X.

Vera Graziano J., Sotres D.R. 1991. Prueba de traslape de intervalos para comparar tasas instantáneas de desarrollo poblacional. Agrociencia serie Protección Vegetal 2: 7-13.

Womersley H (1943) Australian Acarina of the family Tricadenidae Oudemans 1938. Records South Australia Museum, Queensland, 7:245–248.

Zaher A, Wafa K, Yousef A. 1969. Biological Studies on *Raoiella indica* Hirst and *Phyllotranychus aegyptiacus* Sayed Infesting Date Palm Trees in U.A.R. (Acarina-Tenuipalpidae).

VIII. ANEXO

Tablas de vida de diferentes temperaturas con una humedad de 40-50%.

Tabla de Vida de 22.5 con una humedad de 40-50%

X (días)	n_x	d_x	Q_x	L_x	T_x	e_x	l_x
0	50	0	0	50	2307	46.14	1
1	50	0	0	50	2257	45.14	1
2	50	0	0	50	2207	44.14	1
3	50	0	0	50	2157	43.14	1
4	50	0	0	50	2107	42.14	1
5	50	0	0	50	2057	41.14	1
6	50	0	0	50	2007	40.14	1
7	50	0	0	50	1957	39.14	1
8	50	0	0	50	1907	38.14	1
9	50	0	0	50	1857	37.14	1
10	50	0	0	50	1807	36.14	1
11	50	0	0	50	1757	35.14	1
12	50	0	0	50	1707	34.14	1
13	50	0	0	50	1657	33.14	1
14	50	1	0.02	49.5	1607	32.14	1
15	49	0	0	49	1557.5	31.7857143	0.98
16	49	1	0.02040816	48.5	1508.5	30.7857143	0.98
17	48	1	0.02083333	47.5	1460	30.4166667	0.96
18	47	2	0.04255319	46	1412.5	30.0531915	0.94
19	45	3	0.06666667	43.5	1366.5	30.3666667	0.9
20	42	2	0.04761905	41	1323	31.5	0.84
21	40	1	0.025	39.5	1282	32.05	0.8
22	39	3	0.07692308	37.5	1242.5	31.8589744	0.78
23	36	0	0	36	1205	33.4722222	0.72
24	36	0	0	36	1169	32.4722222	0.72
25	36	1	0.02777778	35.5	1133	31.4722222	0.72
26	35	3	0.08571429	33.5	1097.5	31.3571429	0.7
27	32	2	0.0625	31	1064	33.25	0.64
28	30	2	0.06666667	29	1033	34.4333333	0.6
29	28	0	0	28	1004	35.8571429	0.56
30	28	0	0	28	976	34.8571429	0.56
31	28	0	0	28	948	33.8571429	0.56
32	28	1	0.03571429	27.5	920	32.8571429	0.56
33	27	1	0.03703704	26.5	892.5	33.0555556	0.54
34	26	0	0	26	866	33.3076923	0.52
35	26	0	0	26	840	32.3076923	0.52

36	26	1	0.03846154	25.5	814	31.3076923	0.52
37	25	0	0	25	788.5	31.54	0.5
38	25	1	0.04	24.5	763.5	30.54	0.5
39	24	0	0	24	739	30.7916667	0.48
40	24	0	0	24	715	29.7916667	0.48
41	24	0	0	24	691	28.7916667	0.48
42	24	1	0.04166667	23.5	667	27.7916667	0.48
43	23	0	0	23	643.5	27.9782609	0.46
44	23	1	0.04347826	22.5	620.5	26.9782609	0.46
45	22	0	0	22	598	27.1818182	0.44
46	22	1	0.04545455	21.5	576	26.1818182	0.44
47	21	0	0	21	554.5	26.4047619	0.42
48	21	1	0.04761905	20.5	533.5	25.4047619	0.42
49	20	0	0	20	513	25.65	0.4
50	20	1	0.05	19.5	493	24.65	0.4
51	19	0	0	19	473.5	24.9210526	0.38
52	19	1	0.05263158	18.5	454.5	23.9210526	0.38
53	18	0	0	18	436	24.2222222	0.36
54	18	0	0	18	418	23.2222222	0.36
55	18	0	0	18	400	22.2222222	0.36
56	18	0	0	18	382	21.2222222	0.36
57	18	1	0.05555556	17.5	364	20.2222222	0.36
58	17	1	0.05882353	16.5	346.5	20.3823529	0.34
59	16	2	0.125	15	330	20.625	0.32
60	14	0	0	14	315	22.5	0.28
61	14	0	0	14	301	21.5	0.28
62	14	0	0	14	287	20.5	0.28
63	14	0	0	14	273	19.5	0.28
64	14	0	0	14	259	18.5	0.28
65	14	0	0	14	245	17.5	0.28
66	14	0	0	14	231	16.5	0.28
67	14	0	0	14	217	15.5	0.28
68	14	1	0.07142857	13.5	203	14.5	0.28
69	13	0	0	13	189.5	14.5769231	0.26
70	13	1	0.07692308	12.5	176.5	13.5769231	0.26
71	12	0	0	12	164	13.6666667	0.24
72	12	0	0	12	152	12.6666667	0.24
73	12	0	0	12	140	11.6666667	0.24
74	12	2	0.16666667	11	128	10.6666667	0.24
75	10	1	0.1	9.5	117	11.7	0.2
76	9	0	0	9	107.5	11.9444444	0.18
77	9	0	0	9	98.5	10.9444444	0.18
78	9	0	0	9	89.5	9.9444444	0.18

79	9	1	0.11111111	8.5	80.5	8.94444444	0.18
80	8	0	0	8	72	9	0.16
81	8	1	0.125	7.5	64	8	0.16
82	7	0	0	7	56.5	8.07142857	0.14
83	7	0	0	7	49.5	7.07142857	0.14
84	7	0	0	7	42.5	6.07142857	0.14
85	7	1	0.14285714	6.5	35.5	5.07142857	0.14
86	6	0	0	6	29	4.83333333	0.12
87	6	0	0	6	23	3.83333333	0.12
88	6	1	0.16666667	5.5	17	2.83333333	0.12
89	5	3	0.6	3.5	11.5	2.3	0.1
90	2	0	0	2	8	4	0.04
91	2	1	0.5	1.5	6	3	0.04
92	1	0	0	1	4.5	4.5	0.02
93	1	0	0	1	3.5	3.5	0.02
94	1	0	0	1	2.5	2.5	0.02
95	1	0	0	1	1.5	1.5	0.02
96	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.02
97				0	0		0

Tabla de vida de 25°C con una humedad de 40-50%

X (dias)	nx	dx	qx	Lx	Tx	ex	lx
0	50	0	0	50	1347	26.94	1
1	50	0	0	50	1297	25.94	1
2	50	0	0	50	1247	24.94	1
3	50	0	0	50	1197	23.94	1
4	50	0	0	50	1147	22.94	1
5	50	0	0	50	1097	21.94	1
6	50	0	0	50	1047	20.94	1
7	50	0	0	50	997	19.94	1
8	50	0	0	50	947	18.94	1
9	50	1	0.0200	49.5	897	17.94	1
10	49	4	0.0816	47	847.5	17.2959184	0.98
11	45	4	0.0889	43	800.5	17.7888889	0.9
12	41	6	0.1463	38	757.5	18.4756098	0.82
13	35	3	0.0857	33.5	719.5	20.5571429	0.7
14	32	2	0.0625	31	686	21.4375	0.64
15	30	2	0.0667	29	655	21.8333333	0.6
16	28	2	0.0714	27	626	22.3571429	0.56
17	26	3	0.1154	24.5	599	23.0384615	0.52
18	23	1	0.0435	22.5	574.5	24.9782609	0.46
19	22	2	0.0909	21	552	25.0909091	0.44
20	20	0	0.0000	20	531	26.55	0.4
21	20	1	0.0500	19.5	511	25.55	0.4
22	19	0	0.0000	19	491.5	25.8684211	0.38
23	19	2	0.1053	18	472.5	24.8684211	0.38
24	17	0	0.0000	17	454.5	26.7352941	0.34
25	17	0	0.0000	17	437.5	25.7352941	0.34
26	17	0	0.0000	17	420.5	24.7352941	0.34
27	17	2	0.1176	16	403.5	23.7352941	0.34
28	15	1	0.0667	14.5	387.5	25.8333333	0.3
29	14	1	0.0714	13.5	373	26.6428571	0.28
30	13	0	0.0000	13	359.5	27.6538462	0.26
31	13	1	0.0769	12.5	346.5	26.6538462	0.26
32	12	0	0.0000	12	334	27.8333333	0.24
33	12	0	0.0000	12	322	26.8333333	0.24
34	12	1	0.0833	11.5	310	25.8333333	0.24
35	11	0	0.0000	11	298.5	27.1363636	0.22
36	11	0	0.0000	11	287.5	26.1363636	0.22
37	11	0	0.0000	11	276.5	25.1363636	0.22

38	11	0	0.0000	11	265.5	24.1363636	0.22
39	11	0	0.0000	11	254.5	23.1363636	0.22
40	11	0	0.0000	11	243.5	22.1363636	0.22
41	11	0	0.0000	11	232.5	21.1363636	0.22
42	11	0	0.0000	11	221.5	20.1363636	0.22
43	11	0	0.0000	11	210.5	19.1363636	0.22
44	11	0	0.0000	11	199.5	18.1363636	0.22
45	11	0	0.0000	11	188.5	17.1363636	0.22
46	11	0	0.0000	11	177.5	16.1363636	0.22
47	11	0	0.0000	11	166.5	15.1363636	0.22
48	11	1	0.0909	10.5	155.5	14.1363636	0.22
49	10	1	0.1000	9.5	145	14.5	0.2
50	9	0	0.0000	9	135.5	15.0555556	0.18
51	9	0	0.0000	9	126.5	14.0555556	0.18
52	9	0	0.0000	9	117.5	13.0555556	0.18
53	9	1	0.1111	8.5	108.5	12.0555556	0.18
54	8	0	0.0000	8	100	12.5	0.16
55	8	0	0.0000	8	92	11.5	0.16
56	8	0	0.0000	8	84	10.5	0.16
57	8	0	0.0000	8	76	9.5	0.16
58	8	0	0.0000	8	68	8.5	0.16
59	8	0	0.0000	8	60	7.5	0.16
60	8	1	0.1250	7.5	52	6.5	0.16
61	7	1	0.1429	6.5	44.5	6.35714286	0.14
62	6	1	0.1667	5.5	38	6.33333333	0.12
63	5	0	0.0000	5	32.5	6.5	0.1
64	5	0	0.0000	5	27.5	5.5	0.1
65	5	0	0.0000	5	22.5	4.5	0.1
66	5	1	0.2000	4.5	17.5	3.5	0.1
67	4	0	0.0000	4	13	3.25	0.08
68	4	2	0.5000	3	9	2.25	0.08
69	2	1	0.5000	1.5	6	3	0.04
70	1	0	0.0000	1	4.5	4.5	0.02
71	1	0	0.0000	1	3.5	3.5	0.02
72	1	0	0.0000	1	2.5	2.5	0.02
73	1	0	0.0000	1	1.5	1.5	0.02
74	1	1	1.0000	0.5	0.5	0.5	0.02
75	0	0					

Tablas de vida de 27.5°C con una humedad de 40-50%

X (días)	nx	dx	qx	Lx	Tx	ex	lx
0	50	0	0	50	1731	34.62	1
1	50	0	0	50	1681	33.62	1
2	50	0	0	50	1631	32.62	1
3	50	0	0	50	1581	31.62	1
4	50	0	0	50	1531	30.62	1
5	50	0	0	50	1481	29.62	1
6	50	0	0	50	1431	28.62	1
7	50	0	0	50	1381	27.62	1
8	50	0	0	50	1331	26.62	1
9	50	2	0.04	49	1281	25.62	1
10	48	1	0.020833333	47.5	1232	25.6666667	0.96
11	47	1	0.021276596	46.5	1184.5	25.2021277	0.94
12	46	3	0.065217391	44.5	1138	24.7391304	0.92
13	43	2	0.046511628	42	1093.5	25.4302326	0.86
14	41	0	0	41	1051.5	25.6463415	0.82
15	41	1	0.024390244	40.5	1010.5	24.6463415	0.82
16	40	1	0.025	39.5	970	24.25	0.8
17	39	0	0	39	930.5	23.8589744	0.78
18	39	1	0.025641026	38.5	891.5	22.8589744	0.78
19	38	2	0.052631579	37	853	22.4473684	0.76
20	36	0	0	36	816	22.6666667	0.72
21	36	2	0.055555556	35	780	21.6666667	0.72
22	34	1	0.029411765	33.5	745	21.9117647	0.68
23	33	0	0	33	711.5	21.5606061	0.66
24	33	1	0.03030303	32.5	678.5	20.5606061	0.66
25	32	0	0	32	646	20.1875	0.64
26	32	0	0	32	614	19.1875	0.64
27	32	0	0	32	582	18.1875	0.64
28	32	0	0	32	550	17.1875	0.64
29	32	0	0	32	518	16.1875	0.64
30	32	0	0	32	486	15.1875	0.64
31	32	1	0.03125	31.5	454	14.1875	0.64
32	31	1	0.032258065	30.5	422.5	13.6290323	0.62
33	30	1	0.033333333	29.5	392	13.0666667	0.6
34	29	2	0.068965517	28	362.5	12.5	0.58
35	27	4	0.148148148	25	334.5	12.3888889	0.54
36	23	2	0.086956522	22	309.5	13.4565217	0.46
37	21	1	0.047619048	20.5	287.5	13.6904762	0.42
38	20	2	0.1	19	267	13.35	0.4

39	18	0	0	18	248	13.7777778	0.36
40	18	1	0.055555556	17.5	230	12.7777778	0.36
41	17	1	0.058823529	16.5	212.5	12.5	0.34
42	16	0	0	16	196	12.25	0.32
43	16	0	0	16	180	11.25	0.32
44	16	0	0	16	164	10.25	0.32
45	16	1	0.0625	15.5	148	9.25	0.32
46	15	2	0.133333333	14	132.5	8.83333333	0.3
47	13	1	0.076923077	12.5	118.5	9.11538462	0.26
48	12	2	0.166666667	11	106	8.83333333	0.24
49	10	2	0.2	9	95	9.5	0.2
50	8	0	0	8	86	10.75	0.16
51	8	0	0	8	78	9.75	0.16
52	8	0	0	8	70	8.75	0.16
53	8	0	0	8	62	7.75	0.16
54	8	0	0	8	54	6.75	0.16
55	8	1	0.125	7.5	46	5.75	0.16
56	7	0	0	7	38.5	5.5	0.14
57	7	1	0.142857143	6.5	31.5	4.5	0.14
58	6	1	0.166666667	5.5	25	4.16666667	0.12
59	5	1	0.2	4.5	19.5	3.9	0.1
60	4	1	0.25	3.5	15	3.75	0.08
61	3	0	0	3	11.5	3.83333333	0.06
62	3	0	0	3	8.5	2.83333333	0.06
63	3	1	0.333333333	2.5	5.5	1.83333333	0.06
64	2	1	0.5	1.5	3	1.5	0.04
65	1	0	0	1	1.5	1.5	0.02
66	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.02
67	0	0	0				
68	0	0	0				

Tabla de vida con 30°C con una humedad de 40-50%

X (días)	nx	dx	qx	Lx	Tx	ex	lx
0	50	0	0.0000	50	1021	20.42	1.00
1	50	0	0.0000	50	971	19.42	1.00
2	50	0	0.0000	50	921	18.42	1.00
3	50	0	0.0000	50	871	17.42	1.00
4	50	0	0.0000	50	821	16.42	1.00
5	50	1	0.0200	49.5	771	15.42	1.00
6	49	3	0.0612	47.5	721.5	14.72	0.98
7	46	1	0.0217	45.5	674	14.65	0.92
8	45	7	0.1556	41.5	628.5	13.97	0.90
9	38	1	0.0263	37.5	587	15.45	0.76
10	37	3	0.0811	35.5	549.5	14.85	0.74
11	34	2	0.0588	33	514	15.12	0.68
12	32	0	0.0000	32	481	15.03	0.64
13	32	0	0.0000	32	449	14.03	0.64
14	32	2	0.0625	31	417	13.03	0.64
15	30	0	0.0000	30	386	12.87	0.60
16	30	2	0.0667	29	356	11.87	0.60
17	28	0	0.0000	28	327	11.68	0.56
18	28	0	0.0000	28	299	10.68	0.56
19	28	1	0.0357	27.5	271	9.68	0.56
20	27	0	0.0000	27	243.5	9.02	0.54
21	27	2	0.0741	26	216.5	8.02	0.54
22	25	3	0.1200	23.5	190.5	7.62	0.50
23	22	0	0.0000	22	167	7.59	0.44
24	22	0	0.0000	22	145	6.59	0.44
25	22	2	0.0909	21	123	5.59	0.44
26	20	3	0.1500	18.5	102	5.10	0.40
27	17	1	0.0588	16.5	83.5	4.91	0.34
28	16	1	0.0625	15.5	67	4.19	0.32
29	15	2	0.1333	14	51.5	3.43	0.30
30	13	2	0.1538	12	37.5	2.88	0.26
31	11	4	0.3636	9	25.5	2.32	0.22
32	7	2	0.2857	6	16.5	2.36	0.14
33	5	1	0.2000	4.5	10.5	2.10	0.10
34	4	2	0.5000	3	6	1.50	0.08
35	2	1	0.5000	1.5	3	1.50	0.04
36	1	0	0.0000	1	1.5	1.50	0.02
37	1	1	1.0000	0.5	0.5	0.50	0.02
38	0	0		0	0		0.00

Tablas de Fertilidad con diferentes temperaturas y humedad de 40%-50%.

Tabla de fertilidad de 22.5°C con una humedad de 40-50%

X (días)	n (totales)	nx (hembras)	nx est hembras	hx totales	hx est hijas	mx	lx	lxmx	sum Xhx*	lx mx x
0	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
1	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
2	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
3	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
4	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
5	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
6	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
7	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
8	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
9	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
10	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
11	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
12	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
13	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
14	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
15	49	0	39.2	0	0	0	0.98	0	0	0
16	49	0	39.2	0	0	0	0.98	0	0	0
17	48	0	38.4	0	0	0	0.96	0	0	0
18	47	0	37.6	0	0	0	0.94	0	0	0

19	45	0	36	0	0	0	0.9	0	0	0
20	42	0	33.6	0	0	0	0.84	0	0	0
21	40	0	32	0	0	0	0.8	0	0	0
22	39	0	31.2	0	0	0	0.78	0	0	0
23	36	0	28.8	0	0	0	0.72	0	0	0
24	36	0	28.8	0	0	0	0.72	0	0	0
25	36	0	28.8	0	0	0	0.72	0	0	0
26	35	0	28	0	0	0	0.7	0	0	0
27	32	0	25.6	0	0	0	0.64	0	0	0
28	30	0	24	0	0	0	0.6	0	0	0
29	28	0	22.4	0	0	0	0.56	0	0	0
30	28	0	22.4	0	0	0	0.56	0	0	0
31	28	1	22.4	0	0	0	0.56	0	0	0
32	28	1	22.4	0	0	0	0.56	0	0	0
33	27	1	21.6	0	0	0	0.54	0	0	0
34	26	1	20.8	0	0	0	0.52	0	0	0
35	26	2	20.8	0	0	0	0.52	0	0	0
36	26	4	20.8	0	0	0	0.52	0	0	0
37	25	4	20	1	0.8	0.04	0.5	0.02	37	0.74
38	25	7	20	1	0.8	0.04	0.5	0.02	38	0.76
39	24	7	19.2	1	0.8	0.04166667	0.48	0.02	39	0.78
40	24	8	19.2	1	0.8	0.04166667	0.48	0.02	40	0.8
41	24	12	19.2	2	1.6	0.08333333	0.48	0.04	82	1.64
42	24	13	19.2	3	2.4	0.125	0.48	0.06	126	2.52
43	23	12	18.4	4	3.2	0.17391304	0.46	0.08	172	3.44
44	23	13	18.4	7	5.6	0.30434783	0.46	0.14	308	6.16
45	22	11	17.6	3	2.4	0.13636364	0.44	0.06	135	2.7

46	22	11	17.6	6	4.8	0.27272727	0.44	0.12	276	5.52
47	21	11	16.8	6	4.8	0.28571429	0.42	0.12	282	5.64
48	21	11	16.8	6	4.8	0.28571429	0.42	0.12	288	5.76
49	20	11	16	9	7.2	0.45	0.4	0.18	441	8.82
50	20	11	16	8	6.4	0.4	0.4	0.16	400	8
51	19	11	15.2	8	6.4	0.42105263	0.38	0.16	408	8.16
52	19	11	15.2	3	2.4	0.15789474	0.38	0.06	156	3.12
53	18	10	14.4	5	4	0.27777778	0.36	0.1	265	5.3
54	18	10	14.4	7	5.6	0.38888889	0.36	0.14	378	7.56
55	18	10	14.4	6	4.8	0.33333333	0.36	0.12	330	6.6
56	18	10	14.4	3	2.4	0.16666667	0.36	0.06	168	3.36
57	18	10	14.4	9	7.2	0.5	0.36	0.18	513	10.26
58	17	9	13.6	8	6.4	0.47058824	0.34	0.16	464	9.28
59	16	9	12.8	7	5.6	0.4375	0.32	0.14	413	8.26
60	14	8	11.2	7	5.6	0.5	0.28	0.14	420	8.4
61	14	8	11.2	3	2.4	0.21428571	0.28	0.06	183	3.66
62	14	8	11.2	7	5.6	0.5	0.28	0.14	434	8.68
63	14	8	11.2	4	3.2	0.28571429	0.28	0.08	252	5.04
64	14	8	11.2	8	6.4	0.57142857	0.28	0.16	512	10.24
65	14	8	11.2	4	3.2	0.28571429	0.28	0.08	260	5.2
66	14	8	11.2	5	4	0.35714286	0.28	0.1	330	6.6
67	14	8	11.2	5	4	0.35714286	0.28	0.1	335	6.7
68	14	8	11.2	6	4.8	0.42857143	0.28	0.12	408	8.16
69	13	7	10.4	6	4.8	0.46153846	0.26	0.12	414	8.28
70	13	7	10.4	4	3.2	0.30769231	0.26	0.08	280	5.6
71	12	7	9.6	5	4	0.41666667	0.24	0.1	355	7.1
72	12	7	9.6	4	3.2	0.33333333	0.24	0.08	288	5.76

73	12	7	9.6	1	0.8	0.08333333	0.24	0.02	73	1.46
74	12	7	9.6	4	3.2	0.33333333	0.24	0.08	296	5.92
75	10	5	8	2	1.6	0.2	0.2	0.04	150	3
76	9	5	7.2	3	2.4	0.33333333	0.18	0.06	228	4.56
77	9	5	7.2	3	2.4	0.33333333	0.18	0.06	231	4.62
78	9	5	7.2	1	0.8	0.11111111	0.18	0.02	78	1.56
79	9	5	7.2	2	1.6	0.22222222	0.18	0.04	158	3.16
80	8	4	6.4	3	2.4	0.375	0.16	0.06	240	4.8
81	8	4	6.4	3	2.4	0.375	0.16	0.06	243	4.86
82	7	3	5.6	1	0.8	0.14285714	0.14	0.02	82	1.64
83	7	3	5.6	2	1.6	0.28571429	0.14	0.04	166	3.32
84	7	3	5.6	1	0.8	0.14285714	0.14	0.02	84	1.68
85	7	3	5.6	1	0.8	0.14285714	0.14	0.02	85	1.7
86	6	2	4.8	0	0	0	0.12	0	0	0
87	6	2	4.8	0	0	0	0.12	0	0	0
88	6	2	4.8	1	0.8	0.16666667	0.12	0.02	88	1.76
89	5	2	4	1	0.8	0.2	0.1	0.02	89	1.78
90	2	1	1.6	0	0	0	0.04	0	0	0
91	2	1	1.6	0	0	0	0.04	0	0	0
92	1	1	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
93	1	1	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
94	1	1	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
95	1	1	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
96	1	1	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
97	0	0					0			
								4.22	250.42	

Tabla de fertilidad de 25° C con una humedad de 40-50%

X (días)	n (totales)	nx (hembras)	nx est hembras	hx totales	hx est hijas	mx	lx	lxmx	sum Xhx*	lx mx x
0	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
1	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
2	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
3	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
4	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
5	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
6	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
7	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
8	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
9	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
10	49	0	39.2	0	0	0	0.98	0	0	0
11	45	0	36	0	0	0	0.9	0	0	0
12	41	0	32.8	0	0	0	0.82	0	0	0
13	35	0	28	0	0	0	0.7	0	0	0
14	32	0	25.6	0	0	0	0.64	0	0	0
15	30	0	24	0	0	0	0.6	0	0	0
16	28	0	22.4	0	0	0	0.56	0	0	0
17	26	0	20.8	0	0	0	0.52	0	0	0
18	23	0	18.4	0	0	0	0.46	0	0	0
19	22	0	17.6	0	0	0	0.44	0	0	0
20	20	0	16	0	0	0	0.4	0	0	0
21	20	0	16	0	0	0	0.4	0	0	0
22	19	0	15.2	0	0	0	0.38	0	0	0
23	19	0	15.2	0	0	0	0.38	0	0	0

24	17	0	13.6	0	0	0	0.34	0	0	0
25	17	1	13.6	0	0	0	0.34	0	0	0
26	17	3	13.6	0	0	0	0.34	0	0	0
27	17	5	13.6	0	0	0	0.34	0	0	0
28	15	9	12	0	0	0	0.3	0	0	0
29	14	9	11.2	0	0	0	0.28	0	0	0
30	13	11	10.4	1	0.8	0.07692308	0.26	0.02	30	0.6
31	13	10	10.4	3	2.4	0.23076923	0.26	0.06	93	1.86
32	12	10	9.6	7	5.6	0.58333333	0.24	0.14	224	4.48
33	12	10	9.6	5	4	0.41666667	0.24	0.1	165	3.3
34	12	10	9.6	7	5.6	0.58333333	0.24	0.14	238	4.76
35	11	10	8.8	8	6.4	0.72727273	0.22	0.16	280	5.6
36	11	10	8.8	15	12	1.36363636	0.22	0.3	540	10.8
37	11	10	8.8	9	7.2	0.81818182	0.22	0.18	333	6.66
38	11	10	8.8	11	8.8	1	0.22	0.22	418	8.36
39	11	10	8.8	12	9.6	1.09090909	0.22	0.24	468	9.36
40	11	10	8.8	9	7.2	0.81818182	0.22	0.18	360	7.2
41	11	10	8.8	9	7.2	0.81818182	0.22	0.18	369	7.38
42	11	10	8.8	12	9.6	1.09090909	0.22	0.24	504	10.08
43	11	10	8.8	13	10.4	1.18181818	0.22	0.26	559	11.18
44	11	10	8.8	10	8	0.90909091	0.22	0.2	440	8.8
45	11	10	8.8	9	7.2	0.81818182	0.22	0.18	405	8.1
46	11	10	8.8	5	4	0.45454545	0.22	0.1	230	4.6
47	11	10	8.8	5	4	0.45454545	0.22	0.1	235	4.7
48	11	10	8.8	11	8.8	1	0.22	0.22	528	10.56
49	10	9	8	8	6.4	0.8	0.2	0.16	392	7.84
50	9	9	7.2	9	7.2	1	0.18	0.18	450	9

51	9	9	7.2	1	0.8	0.11111111	0.18	0.02	51	1.02
52	9	9	7.2	9	7.2	1	0.18	0.18	468	9.36
53	9	9	7.2	6	4.8	0.66666667	0.18	0.12	318	6.36
54	8	8	6.4	10	8	1.25	0.16	0.2	540	10.8
55	8	8	6.4	8	6.4	1	0.16	0.16	440	8.8
56	8	8	6.4	8	6.4	1	0.16	0.16	448	8.96
57	8	8	6.4	7	5.6	0.875	0.16	0.14	399	7.98
58	8	8	6.4	8	6.4	1	0.16	0.16	464	9.28
59	8	8	6.4	6	4.8	0.75	0.16	0.12	354	7.08
60	8	8	6.4	5	4	0.625	0.16	0.1	300	6
61	7	7	5.6	5	4	0.71428571	0.14	0.1	305	6.1
62	6	6	4.8	1	0.8	0.16666667	0.12	0.02	62	1.24
63	5	5	4	3	2.4	0.6	0.1	0.06	189	3.78
64	5	5	4	1	0.8	0.2	0.1	0.02	64	1.28
65	5	5	4	4	3.2	0.8	0.1	0.08	260	5.2
66	5	5	4	2	1.6	0.4	0.1	0.04	132	2.64
67	4	4	3.2	3	2.4	0.75	0.08	0.06	201	4.02
68	4	4	3.2	0	0	0	0.08	0	0	0
69	2	2	1.6	1	0.8	0.5	0.04	0.02	69	1.38
70	1	1	0.8	1	0.8	1	0.02	0.02	70	1.4
71	1	1	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
72	1	1	0.8	1	0.8	1	0.02	0.02	72	1.44
73	1	1	0.8	1	0.8	1	0.02	0.02	73	1.46
74	1	0	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
75	0	0	0	0	0		0	0	0	0
								5.38	250.8	

Tabla de Fertilidad de 27.5° C con una humedad de 40-50%

X (dias)	n (totales)	nx (hembras)	nx est hembras	hx totales	hx est hijas	mx	lx	Lxmx	sum Xhx*	lx mx x
0	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
1	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
2	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
3	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
4	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
5	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
6	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
7	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
8	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
9	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
10	48	0	38.4	0	0	0	0.96	0	0	0
11	47	0	37.6	0	0	0	0.94	0	0	0
12	46	0	36.8	0	0	0	0.92	0	0	0
13	43	0	34.4	0	0	0	0.86	0	0	0
14	41	0	32.8	0	0	0	0.82	0	0	0
15	41	0	32.8	0	0	0	0.82	0	0	0
16	40	0	32	0	0	0	0.8	0	0	0
17	39	0	31.2	0	0	0	0.78	0	0	0
18	39	0	31.2	0	0	0	0.78	0	0	0
19	38	6	30.4	0	0	0	0.76	0	0	0
20	36	15	28.8	0	0	0	0.72	0	0	0
21	36	25	28.8	7	8.75	0.30381944	0.72	0.21875	147	4.59375
22	34	29	27.2	6	7.5	0.27573529	0.68	0.1875	132	4.125
23	33	31	26.4	15	18.75	0.71022727	0.66	0.46875	345	10.78125

24	33	32	26.4	28	35	1.32575758	0.66	0.875	672	21
25	32	28	25.6	25	31.25	1.22070313	0.64	0.78125	625	19.53125
26	32	28	25.6	22	27.5	1.07421875	0.64	0.6875	572	17.875
27	32	28	25.6	41	51.25	2.00195313	0.64	1.28125	1107	34.59375
28	32	28	25.6	30	37.5	1.46484375	0.64	0.9375	840	26.25
29	32	28	25.6	37	46.25	1.80664063	0.64	1.15625	1073	33.53125
30	32	28	25.6	35	43.75	1.70898438	0.64	1.09375	1050	32.8125
31	32	28	25.6	32	40	1.5625	0.64	1	992	31
32	31	27	24.8	27	33.75	1.3608871	0.62	0.84375	864	27
33	30	27	24	26	32.5	1.35416667	0.6	0.8125	858	26.8125
34	29	26	23.2	23	28.75	1.23922414	0.58	0.71875	782	24.4375
35	27	24	21.6	19	23.75	1.09953704	0.54	0.59375	665	20.78125
36	23	22	18.4	23	28.75	1.5625	0.46	0.71875	828	25.875
37	21	21	16.8	22	27.5	1.63690476	0.42	0.6875	814	25.4375
38	20	19	16	21	26.25	1.640625	0.4	0.65625	798	24.9375
39	18	19	14.4	16	20	1.38888889	0.36	0.5	624	19.5
40	18	17	14.4	14	17.5	1.21527778	0.36	0.4375	560	17.5
41	17	17	13.6	20	25	1.83823529	0.34	0.625	820	25.625
42	16	16	12.8	13	16.25	1.26953125	0.32	0.40625	546	17.0625
43	16	14	12.8	13	16.25	1.26953125	0.32	0.40625	559	17.46875
44	16	14	12.8	8	10	0.78125	0.32	0.25	352	11
45	16	14	12.8	10	12.5	0.9765625	0.32	0.3125	450	14.0625
46	15	14	12	8	10	0.83333333	0.3	0.25	368	11.5
47	13	14	10.4	14	17.5	1.68269231	0.26	0.4375	658	20.5625
48	12	11	9.6	6	7.5	0.78125	0.24	0.1875	288	9
49	10	11	8	5	6.25	0.78125	0.2	0.15625	245	7.65625
50	8	8	6.4	6	7.5	1.171875	0.16	0.1875	300	9.375

51	8	7	6.4	5	6.25	0.9765625	0.16	0.15625	255	7.96875
52	8	7	6.4	5	6.25	0.9765625	0.16	0.15625	260	8.125
53	8	7	6.4	3	3.75	0.5859375	0.16	0.09375	159	4.96875
54	8	7	6.4	3	3.75	0.5859375	0.16	0.09375	162	5.0625
55	8	7	6.4	9	11.25	1.7578125	0.16	0.28125	495	15.46875
56	7	5	5.6	3	3.75	0.66964286	0.14	0.09375	168	5.25
57	7	5	5.6	4	5	0.89285714	0.14	0.125	228	7.125
58	6	5	4.8	1	1.25	0.26041667	0.12	0.03125	58	1.8125
59	5	4	4	1	1.25	0.3125	0.1	0.03125	59	1.84375
60	4	3	3.2	0	0	0	0.08	0	0	0
61	3	2	2.4	1	1.25	0.52083333	0.06	0.03125	61	1.90625
62	3	2	2.4	1	1.25	0.52083333	0.06	0.03125	62	1.9375
63	3	2	2.4	0	0	0	0.06	0	0	0
64	2	1	1.6	0	0	0	0.04	0	0	0
65	1	0	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
66	1	0	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
67	1	0	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
68	0	0	0	0	0				0	
									19	653.156

Tabla de Fertilidad de 30° C con una humedad de 40-50%

X (dias)	n (totales)	nx (hembras)	nx est hembras	hx	hx est hijas	mx	lx	lxx	sum Xhx	lx mx x
0	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
1	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
2	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
3	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
4	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
5	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
6	49	0	39.2	0	0	0	0.98	0	0	0
7	46	0	36.8	0	0	0	0.92	0	0	0
8	45	0	36	0	0	0	0.9	0	0	0
9	38	0	30.4	0	0	0	0.76	0	0	0
10	37	0	29.6	0	0	0	0.74	0	0	0
11	34	0	27.2	0	0	0	0.68	0	0	0
12	32	0	25.6	0	0	0	0.64	0	0	0
13	32	0	25.6	0	0	0	0.64	0	0	0
14	32	0	25.6	0	0	0	0.64	0	0	0
15	30	3	24	0	0	0	0.6	0	0	0
16	30	16	24	5	4	0.16666667	0.6	0.1	80	1.6
17	28	22	22.4	5	4	0.17857143	0.56	0.1	85	1.7
18	28	22	22.4	2	1.6	0.07142857	0.56	0.04	36	0.72
19	28	23	22.4	26	20.8	0.92857143	0.56	0.52	494	9.88

20	27	22	21.6	19	15.2	0.7037037	0.54	0.38	380	7.6
21	27	22	21.6	18	14.4	0.66666667	0.54	0.36	378	7.56
22	25	21	20	18	14.4	0.72	0.5	0.36	396	7.92
23	22	19	17.6	23	18.4	1.04545455	0.44	0.46	529	10.58
24	22	19	17.6	19	15.2	0.86363636	0.44	0.38	456	9.12
25	22	19	17.6	15	12	0.68181818	0.44	0.3	375	7.5
26	20	18	16	21	16.8	1.05	0.4	0.42	546	10.92
27	17	17	13.6	10	8	0.58823529	0.34	0.2	270	5.4
28	16	16	12.8	11	8.8	0.6875	0.32	0.22	308	6.16
29	15	15	12	3	2.4	0.2	0.3	0.06	87	1.74
30	13	13	10.4	4	3.2	0.30769231	0.26	0.08	120	2.4
31	11	11	8.8	3	2.4	0.27272727	0.22	0.06	93	1.86
32	7	7	5.6	1	0.8	0.14285714	0.14	0.02	32	0.64
33	5	5	4	2	1.6	0.4	0.1	0.04	66	1.32
34	4	4	3.2	1	0.8	0.25	0.08	0.02	34	0.68
35	2	2	1.6	3	2.4	1.5	0.04	0.06	105	2.1
36	1	1	0.8	1	0.8	1	0.02	0.02	36	0.72
37	1	1	0.8		0	0	0.02	0	0	0
38	0		0		0		0	0		0
									4.2	98.12

Tablas de vida de diferentes humedades y una misma temperatura

Tabla de vida con temperatura de 27.5°C y humedad de 30-40%.

X (días)	nx	Dx	qx	Lx	Tx	ex	lx
0	50	0	0	50	1662	33.24	1
1	50	0	0	50	1612	32.24	1
2	50	0	0	50	1562	31.24	1
3	50	0	0	50	1512	30.24	1
4	50	0	0	50	1462	29.24	1
5	50	0	0	50	1412	28.24	1
6	50	0	0	50	1362	27.24	1
7	50	0	0	50	1312	26.24	1
8	50	1	0.02	49.5	1262	25.24	1
9	49	3	0.06122449	47.5	1212.5	24.744898	0.98
10	46	2	0.04347826	45	1165	25.326087	0.92
11	44	4	0.09090909	42	1120	25.4545455	0.88
12	40	2	0.05	39	1078	26.95	0.8
13	38	2	0.05263158	37	1039	27.3421053	0.76
14	36	0	0	36	1002	27.8333333	0.72
15	36	1	0.02777778	35.5	966	26.8333333	0.72
16	35	0	0	35	930.5	26.5857143	0.7
17	35	1	0.02857143	34.5	895.5	25.5857143	0.7
18	34	0	0	34	861	25.3235294	0.68
19	34	1	0.02941176	33.5	827	24.3235294	0.68
20	33	1	0.03030303	32.5	793.5	24.0454545	0.66
21	32	0	0	32	761	23.78125	0.64
22	32	0	0	32	729	22.78125	0.64
23	32	0	0	32	697	21.78125	0.64
24	32	0	0	32	665	20.78125	0.64
25	32	1	0.03125	31.5	633	19.78125	0.64
26	31	1	0.03225806	30.5	601.5	19.4032258	0.62
27	30	0	0	30	571	19.0333333	0.6
28	30	0	0	30	541	18.0333333	0.6
29	30	1	0.03333333	29.5	511	17.0333333	0.6
30	29	1	0.03448276	28.5	481.5	16.6034483	0.58
31	28	0	0	28	453	16.1785714	0.56
32	28	1	0.03571429	27.5	425	15.1785714	0.56
33	27	1	0.03703704	26.5	397.5	14.7222222	0.54
34	26	0	0	26	371	14.2692308	0.52
35	26	2	0.07692308	25	345	13.2692308	0.52

36	24	1	0.04166667	23.5	320	13.3333333	0.48
37	23	2	0.08695652	22	296.5	12.8913043	0.46
38	21	0	0	21	274.5	13.0714286	0.42
39	21	3	0.14285714	19.5	253.5	12.0714286	0.42
40	18	3	0.16666667	16.5	234	13	0.36
41	15	1	0.06666667	14.5	217.5	14.5	0.3
42	14	0	0	14	203	14.5	0.28
43	14	1	0.07142857	13.5	189	13.5	0.28
44	13	0	0	13	175.5	13.5	0.26
45	13	1	0.07692308	12.5	162.5	12.5	0.26
46	12	0	0	12	150	12.5	0.24
47	12	0	0	12	138	11.5	0.24
48	12	1	0.08333333	11.5	126	10.5	0.24
49	11	1	0.09090909	10.5	114.5	10.4090909	0.22
50	10	1	0.1	9.5	104	10.4	0.2
51	9	0	0	9	94.5	10.5	0.18
52	9	0	0	9	85.5	9.5	0.18
53	9	1	0.11111111	8.5	76.5	8.5	0.18
54	8	0	0	8	68	8.5	0.16
55	8	1	0.125	7.5	60	7.5	0.16
56	7	0	0	7	52.5	7.5	0.14
57	7	1	0.14285714	6.5	45.5	6.5	0.14
58	6	0	0	6	39	6.5	0.12
59	6	0	0	6	33	5.5	0.12
60	6	0	0	6	27	4.5	0.12
61	6	2	0.33333333	5	21	3.5	0.12
62	4	0	0	4	16	4	0.08
63	4	1	0.25	3.5	12	3	0.08
64	3	0	0	3	8.5	2.83333333	0.06
65	3	0	0	3	5.5	1.83333333	0.06
66	3	1	0.33333333	2.5	2.5	0.83333333	0.06
67	2	1	0	1.5	0	0	0.04
68	1	1	0	0.5	1.5	1.5	0.02
69	0	0	0	0	1		0

Tabla de vida con temperatura de 27.5°C y humedad de 60-70%.

X (días)	nx	dx	qx	Lx	Tx	ex	lx
0	50	0	0	50	1666.5	33.33	1
1	50	0	0	50	1616.5	32.33	1
2	50	0	0	50	1566.5	31.33	1
3	50	0	0	50	1516.5	30.33	1
4	50	0	0	50	1466.5	29.33	1
5	50	0	0	50	1416.5	28.33	1
6	50	0	0	50	1366.5	27.33	1
7	50	0	0	50	1316.5	26.33	1
8	50	0	0	50	1266.5	25.33	1
9	50	1	0.02	49.5	1216.5	24.33	1
10	49	1	0.02040816	48.5	1167	23.8163265	0.98
11	48	0	0	48	1118.5	23.3020833	0.96
12	48	1	0.02083333	47.5	1070.5	22.3020833	0.96
13	47	0	0	47	1023	21.7659574	0.94
14	47	1	0.0212766	46.5	976	20.7659574	0.94
15	46	3	0.06521739	44.5	929.5	20.2065217	0.92
16	43	3	0.06976744	41.5	885	20.5813953	0.86
17	40	1	0.025	39.5	843.5	21.0875	0.8
18	39	0	0	39	804	20.6153846	0.78
19	39	2	0.05128205	38	765	19.6153846	0.78
20	37	1	0.02702703	36.5	727	19.6486486	0.74
21	36	2	0.05555556	35	690.5	19.1805556	0.72
22	34	1	0.02941176	33.5	655.5	19.2794118	0.68
23	33	1	0.03030303	32.5	622	18.8484848	0.66
24	32	1	0.03125	31.5	589.5	18.421875	0.64
25	31	1	0.03225806	30.5	558	18	0.62
26	30	0	0	30	527.5	17.5833333	0.6
27	30	0	0	30	497.5	16.5833333	0.6
28	30	0	0	30	467.5	15.5833333	0.6
29	30	0	0	30	437.5	14.5833333	0.6
30	30	3	0.1	28.5	407.5	13.5833333	0.6
31	27	2	0.07407407	26	379	14.037037	0.54
32	25	2	0.08	24	353	14.12	0.5
33	23	2	0.08695652	22	329	14.3043478	0.46
34	21	1	0.04761905	20.5	307	14.6190476	0.42
35	20	2	0.1	19	286.5	14.325	0.4
36	18	0	0	18	267.5	14.8611111	0.36
37	18	1	0.05555556	17.5	249.5	13.8611111	0.36
38	17	1	0.05882353	16.5	232	13.6470588	0.34
39	16	1	0.0625	15.5	215.5	13.46875	0.32

40	15	1	0.06666667	14.5	200	13.3333333	0.3
41	14	1	0.07142857	13.5	185.5	13.25	0.28
42	13	1	0.07692308	12.5	172	13.2307692	0.26
43	12	1	0.08333333	11.5	159.5	13.2916667	0.24
44	11	1	0.09090909	10.5	148	13.4545455	0.22
45	10	0	0	10	137.5	13.75	0.2
46	10	0	0	10	127.5	12.75	0.2
47	10	1	0.1	9.5	117.5	11.75	0.2
48	9	1	0.11111111	8.5	108	12	0.18
49	8	0	0	8	99.5	12.4375	0.16
50	8	0	0	8	91.5	11.4375	0.16
51	8	0	0	8	83.5	10.4375	0.16
52	8	0	0	8	75.5	9.4375	0.16
53	8	1	0.125	7.5	67.5	8.4375	0.16
54	7	0	0	7	60	8.57142857	0.14
55	7	0	0	7	53	7.57142857	0.14
56	7	0	0	7	46	6.57142857	0.14
57	7	2	0.28571429	6	39	5.57142857	0.14
58	5	0	0	5	33	6.6	0.1
59	5	0	0	5	28	5.6	0.1
60	5	1	0.2	4.5	23	4.6	0.1
61	4	1	0.25	3.5	18.5	4.625	0.08
62	3	0	0	3	15	5	0.06
63	3	0	0	3	12	4	0.06
64	3	0	0	3	9	3	0.06
65	3	0	0	3	6	2	0.06
66	3	0	0	3	3	1	0.06
67	3	0	0	3	0	0	0.06
68	3	1	0.33333333	2.5	3	1	0.06
69	2	0	0	2	0.5	0.25	0.04
70	2	0	0	2	1.5	0.75	0.04
71	2	0	0	2	0.5	0.25	0.04
72	2	1	0.5	1.5	1.5	0.75	0.04
73	1	0	0	1	0	0	0.02
74	1	1	1	0.5	1	1	0.02
75	0	0		0	0.5		0

Tabla de vida con temperatura de 27.5°C y humedad de 80-90%.

X (días)	nx	dx	qx	Lx	Tx	ex	lx
0	50	0	0	50	1602	32.04	1
1	50	0	0	50	1552	31.04	1
2	50	0	0	50	1502	30.04	1
3	50	0	0	50	1452	29.04	1
4	50	0	0	50	1402	28.04	1
5	50	0	0	50	1352	27.04	1
6	50	0	0	50	1302	26.04	1
7	50	0	0	50	1252	25.04	1
8	50	2	0.04	49	1202	24.04	1
9	48	2	0.04166667	47	1153	24.02083333	0.96
10	46	5	0.10869565	43.5	1106	24.0434783	0.92
11	41	3	0.07317073	39.5	1062.5	25.9146341	0.82
12	38	4	0.10526316	36	1023	26.9210526	0.76
13	34	0	0	34	987	29.0294118	0.68
14	34	0	0	34	953	28.0294118	0.68
15	34	1	0.02941176	33.5	919	27.0294118	0.68
16	33	0	0	33	885.5	26.83333333	0.66
17	33	0	0	33	852.5	25.83333333	0.66
18	33	1	0.03030303	32.5	819.5	24.83333333	0.66
19	32	0	0	32	787	24.59375	0.64
20	32	1	0.03125	31.5	755	23.59375	0.64
21	31	0	0	31	723.5	23.3387097	0.62
22	31	0	0	31	692.5	22.3387097	0.62
23	31	0	0	31	661.5	21.3387097	0.62
24	31	0	0	31	630.5	20.3387097	0.62
25	31	3	0.09677419	29.5	599.5	19.3387097	0.62
26	28	0	0	28	570	20.3571429	0.56
27	28	0	0	28	542	19.3571429	0.56
28	28	2	0.07142857	27	514	18.3571429	0.56
29	26	0	0	26	487	18.7307692	0.52
30	26	1	0.03846154	25.5	461	17.7307692	0.52
31	25	0	0	25	435.5	17.42	0.5
32	25	0	0	25	410.5	16.42	0.5
33	25	1	0.04	24.5	385.5	15.42	0.5

34	24	1	0.04166667	23.5	361	15.0416667	0.48
35	23	1	0.04347826	22.5	337.5	14.673913	0.46
36	22	0	0	22	315	14.3181818	0.44
37	22	0	0	22	293	13.3181818	0.44
38	22	2	0.09090909	21	271	12.3181818	0.44
39	20	1	0.05	19.5	250	12.5	0.4
40	19	0	0	19	230.5	12.1315789	0.38
41	19	0	0	19	211.5	11.1315789	0.38
42	19	1	0.05263158	18.5	192.5	10.1315789	0.38
43	18	3	0.16666667	16.5	174	9.66666667	0.36
44	15	0	0	15	157.5	10.5	0.3
45	15	0	0	15	142.5	9.5	0.3
46	15	1	0.06666667	14.5	127.5	8.5	0.3
47	14	1	0.07142857	13.5	113	8.07142857	0.28
48	13	1	0.07692308	12.5	99.5	7.65384615	0.26
49	12	2	0.16666667	11	87	7.25	0.24
50	10	0	0	10	76	7.6	0.2
51	10	0	0	10	66	6.6	0.2
52	10	1	0.1	9.5	56	5.6	0.2
53	9	0	0	9	46.5	5.16666667	0.18
54	9	0	0	9	37.5	4.16666667	0.18
55	9	0	0	9	28.5	3.16666667	0.18
56	9	4	0.44444444	7	19.5	2.16666667	0.18
57	5	2	0.4	4	12.5	2.5	0.1
58	3	1	0.33333333	2.5	8.5	2.83333333	0.06
59	2	0	0	2	6	3	0.04
60	2	0	0	2	4	2	0.04
61	2	1	0.5	1.5	2	1	0.04
62	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.02
63	0	0		0	0		0

Tablas de fertilidad con humedad de 30-40%y temperatura de 27.5°c

X (dias)	n (totales)	nx (hembras)	nx est hembras	hx	hx est hijas	mx	lx	lxmx	sum Xhx*	lx mx x
0	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
1	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
2	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
3	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
4	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
5	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
6	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
7	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
8	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
9	49	0	39.2	0	0	0	0.98	0	0	0
10	46	0	36.8	0	0	0	0.92	0	0	0
11	44	0	35.2	0	0	0	0.88	0	0	0
12	40	0	32	0	0	0	0.8	0	0	0
13	38	0	30.4	0	0	0	0.76	0	0	0
14	36	0	28.8	0	0	0	0.72	0	0	0
15	36	0	28.8	0	0	0	0.72	0	0	0
16	35	1	28	0	0	0	0.7	0	0	0
17	35	2	28	0	0	0	0.7	0	0	0
18	34	4	27.2	0	0	0	0.68	0	0	0
19	34	9	27.2	0	0	0	0.68	0	0	0
20	33	17	26.4	5	4	0.15151515	0.66	0.1	100	2
21	32	21	25.6	9	7.2	0.28125	0.64	0.18	189	3.78

22	32	21	25.6	14	11.2	0.4375	0.64	0.28	308	6.16
23	32	22	25.6	15	12	0.46875	0.64	0.3	345	6.9
24	32	22	25.6	27	21.6	0.84375	0.64	0.54	648	12.96
25	32	22	25.6	30	24	0.9375	0.64	0.6	750	15
26	31	22	24.8	34	27.2	1.09677419	0.62	0.68	884	17.68
27	30	23	24	31	24.8	1.03333333	0.6	0.62	837	16.74
28	30	22	24	26	20.8	0.86666667	0.6	0.52	728	14.56
29	30	22	24	30	24	1	0.6	0.6	870	17.4
30	29	22	23.2	31	24.8	1.06896552	0.58	0.62	930	18.6
31	28	22	22.4	24	19.2	0.85714286	0.56	0.48	744	14.88
32	28	22	22.4	23	18.4	0.82142857	0.56	0.46	736	14.72
33	27	22	21.6	29	23.2	1.07407407	0.54	0.58	957	19.14
34	26	21	20.8	19	15.2	0.73076923	0.52	0.38	646	12.92
35	26	21	20.8	19	15.2	0.73076923	0.52	0.38	665	13.3
36	24	21	19.2	25	20	1.04166667	0.48	0.5	900	18
37	23	20	18.4	34	27.2	1.47826087	0.46	0.68	1258	25.16
38	21	18	16.8	14	11.2	0.66666667	0.42	0.28	532	10.64
39	21	18	16.8	14	11.2	0.66666667	0.42	0.28	546	10.92
40	18	16	14.4	10	8	0.55555556	0.36	0.2	400	8
41	15	14	12	10	8	0.66666667	0.3	0.2	410	8.2
42	14	13	11.2	9	7.2	0.64285714	0.28	0.18	378	7.56
43	14	13	11.2	10	8	0.71428571	0.28	0.2	430	8.6
44	13	12	10.4	9	7.2	0.69230769	0.26	0.18	396	7.92
45	13	12	10.4	9	7.2	0.69230769	0.26	0.18	405	8.1
46	12	11	9.6	7	5.6	0.58333333	0.24	0.14	322	6.44
47	12	11	9.6	9	7.2	0.75	0.24	0.18	423	8.46
48	12	11	9.6	11	8.8	0.91666667	0.24	0.22	528	10.56

49	11	10	8.8	7	5.6	0.63636364	0.22	0.14	343	6.86
50	10	9	8	7	5.6	0.7	0.2	0.14	350	7
51	9	9	7.2	4	3.2	0.44444444	0.18	0.08	204	4.08
52	9	9	7.2	6	4.8	0.66666667	0.18	0.12	312	6.24
53	9	9	7.2	7	5.6	0.77777778	0.18	0.14	371	7.42
54	8	8	6.4	4	3.2	0.5	0.16	0.08	216	4.32
55	8	8	6.4	5	4	0.625	0.16	0.1	275	5.5
56	7	7	5.6	4	3.2	0.57142857	0.14	0.08	224	4.48
57	7	7	5.6	1	0.8	0.14285714	0.14	0.02	57	1.14
58	6	6	4.8	2	1.6	0.33333333	0.12	0.04	116	2.32
59	6	6	4.8	2	1.6	0.33333333	0.12	0.04	118	2.36
60	6	6	4.8	2	1.6	0.33333333	0.12	0.04	120	2.4
61	6	6	4.8	2	1.6	0.33333333	0.12	0.04	122	2.44
62	4	4	3.2	3	2.4	0.75	0.08	0.06	186	3.72
63	4	4	3.2	1	0.8	0.25	0.08	0.02	63	1.26
64	3	3	2.4	1	0.8	0.33333333	0.06	0.02	64	1.28
65	3	3	2.4	1	0.8	0.33333333	0.06	0.02	65	1.3
66	3	3	2.4	0	0	0	0.06	0	0	0
67	2	2	1.6	0	0	0	0.04	0	0	0
68	1	1	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
69	0	0	0	0	0		0		0	
									11.92	409.42

Tablas de fertilidad con humedad de 60-70% y temperatura de 27.5°C

X (dias)	n (totales)	nx (hembras)	nx est hembras	hx totales	hx est hijas	mx	lx	lxmx	sum Xhx	lx mx x
0	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
1	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
2	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
3	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
4	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
5	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
6	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
7	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
8	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
9	50	0	40	0	0	0	1	0	0	0
10	49	0	39.2	0	0	0	0.98	0	0	0
11	48	0	38.4	0	0	0	0.96	0	0	0
12	48	0	38.4	0	0	0	0.96	0	0	0
13	47	0	37.6	0	0	0	0.94	0	0	0
14	47	0	37.6	0	0	0	0.94	0	0	0
15	46	0	36.8	0	0	0	0.92	0	0	0
16	43	0	34.4	0	0	0	0.86	0	0	0
17	40	0	32	0	0	0	0.8	0	0	0
18	39	0	31.2	0	0	0	0.78	0	0	0
19	39	2	31.2	0	0	0	0.78	0	0	0
20	37	6	29.6	0	0	0	0.74	0	0	0
21	36	16	28.8	1	0.8	0.02777778	0.72	0.02	21	0.42
22	34	22	27.2	4	3.2	0.11764706	0.68	0.08	88	1.76
23	33	24	26.4	14	11.2	0.42424242	0.66	0.28	322	6.44

24	32	25	25.6	24	19.2	0.75	0.64	0.48	576	11.52
25	31	26	24.8	30	24	0.96774194	0.62	0.6	750	15
26	30	27	24	26	20.8	0.86666667	0.6	0.52	676	13.52
27	30	27	24	29	23.2	0.96666667	0.6	0.58	783	15.66
28	30	27	24	24	19.2	0.8	0.6	0.48	672	13.44
29	30	27	24	25	20	0.83333333	0.6	0.5	725	14.5
30	30	28	24	26	20.8	0.86666667	0.6	0.52	780	15.6
31	27	25	21.6	17	13.6	0.62962963	0.54	0.34	527	10.54
32	25	23	20	12	9.6	0.48	0.5	0.24	384	7.68
33	23	22	18.4	18	14.4	0.7826087	0.46	0.36	594	11.88
34	21	21	16.8	21	16.8	1	0.42	0.42	714	14.28
35	20	20	16	7	5.6	0.35	0.4	0.14	245	4.9
36	18	18	14.4	10	8	0.55555556	0.36	0.2	360	7.2
37	18	18	14.4	6	4.8	0.33333333	0.36	0.12	222	4.44
38	17	17	13.6	8	6.4	0.47058824	0.34	0.16	304	6.08
39	16	16	12.8	10	8	0.625	0.32	0.2	390	7.8
40	15	15	12	11	8.8	0.73333333	0.3	0.22	440	8.8
41	14	14	11.2	5	4	0.35714286	0.28	0.1	205	4.1
42	13	13	10.4	7	5.6	0.53846154	0.26	0.14	294	5.88
43	12	12	9.6	8	6.4	0.66666667	0.24	0.16	344	6.88
44	11	11	8.8	9	7.2	0.81818182	0.22	0.18	396	7.92
45	10	10	8	7	5.6	0.7	0.2	0.14	315	6.3
46	10	10	8	6	4.8	0.6	0.2	0.12	276	5.52
47	10	10	8	7	5.6	0.7	0.2	0.14	329	6.58
48	9	9	7.2	7	5.6	0.77777778	0.18	0.14	336	6.72
49	8	8	6.4	8	6.4	1	0.16	0.16	392	7.84
50	8	8	6.4	6	4.8	0.75	0.16	0.12	300	6

51	8	8	6.4	6	4.8	0.75	0.16	0.12	306	6.12
52	8	8	6.4	2	1.6	0.25	0.16	0.04	104	2.08
53	8	8	6.4	4	3.2	0.5	0.16	0.08	212	4.24
54	7	7	5.6	5	4	0.71428571	0.14	0.1	270	5.4
55	7	7	5.6	4	3.2	0.57142857	0.14	0.08	220	4.4
56	7	7	5.6	3	2.4	0.42857143	0.14	0.06	168	3.36
57	7	7	5.6	4	3.2	0.57142857	0.14	0.08	228	4.56
58	5	5	4	2	1.6	0.4	0.1	0.04	116	2.32
59	5	5	4	2	1.6	0.4	0.1	0.04	118	2.36
60	5	5	4	2	1.6	0.4	0.1	0.04	120	2.4
61	4	4	3.2	0	0	0	0.08	0	0	0
62	3	3	2.4	3	2.4	1	0.06	0.06	186	3.72
63	3	3	2.4	1	0.8	0.33333333	0.06	0.02	63	1.26
64	3	3	2.4	1	0.8	0.33333333	0.06	0.02	64	1.28
65	3	3	2.4	1	0.8	0.33333333	0.06	0.02	65	1.3
66	3	3	2.4	2	1.6	0.66666667	0.06	0.04	132	2.64
67	3	3	2.4	3	2.4	1	0.06	0.06	201	4.02
68	3	3	2.4	0	0	0	0.06	0	0	0
69	2	2	1.6	1	0.8	0.5	0.04	0.02	69	1.38
70	2	2	1.6	2	1.6	1	0.04	0.04	140	2.8
71	2	2	1.6	1	0.8	0.5	0.04	0.02	71	1.42
72	2	1	1.6	0	0	0	0.04	0	0	0
73	1	1	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
74	1	1	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
75	0	0	0	0	0		0		0	0
									8.84	312.26

Tablas de fertilidad con humedad de 80-90% y temperatura de 27.5°C

X (días)	n (totales)	nx (hembras)	Estim hembras	hx	hx est hijas	mx	lx	lxmx	sum Xhx	lx mx x
0	50	0	40.0	0	0	0	1	0	0	0
1	50	0	40.0	0	0	0	1	0	0	0
2	50	0	40.0	0	0	0	1	0	0	0
3	50	0	40.0	0	0	0	1	0	0	0
4	50	0	40.0	0	0	0	1	0	0	0
5	50	0	40.0	0	0	0	1	0	0	0
6	50	0	40.0	0	0	0	1	0	0	0
7	50	0	40.0	0	0	0	1	0	0	0
8	50	0	40.0	0	0	0	1	0	0	0
9	48	0	38.4	0	0	0	0.96	0	0	0
10	46	0	36.8	0	0	0	0.92	0	0	0
11	41	0	32.8	0	0	0	0.82	0	0	0
12	38	0	30.4	0	0	0	0.76	0	0	0
13	34	0	27.2	0	0	0	0.68	0	0	0
14	34	0	27.2	0	0	0	0.68	0	0	0
15	34	0	27.2	0	0	0	0.68	0	0	0
16	33	0	26.4	0	0	0	0.66	0	0	0
17	33	1	26.4	0	0	0	0.66	0	0	0
18	33	2	26.4	0	0	0	0.66	0	0	0
19	32	3	25.6	0	0	0	0.64	0	0	0
20	32	4	25.6	2	2.5	0.09765625	0.64	0.0625	40	1.25
21	31	10	24.8	3	3.75	0.15120968	0.62	0.09375	63	1.96875

22	31	11	24.8	2	2.5	0.10080645	0.62	0.0625	44	1.375
23	31	11	24.8	4	5	0.2016129	0.62	0.125	92	2.875
24	31	12	24.8	7	8.75	0.35282258	0.62	0.21875	168	5.25
25	31	13	24.8	7	8.75	0.35282258	0.62	0.21875	175	5.46875
26	28	15	22.4	8	10	0.44642857	0.56	0.25	208	6.5
27	28	17	22.4	15	18.75	0.83705357	0.56	0.46875	405	12.65625
28	28	17	22.4	16	20	0.89285714	0.56	0.5	448	14
29	26	17	20.8	15	18.75	0.90144231	0.52	0.46875	435	13.59375
30	26	17	20.8	15	18.75	0.90144231	0.52	0.46875	450	14.0625
31	25	17	20.0	21	26.25	1.3125	0.5	0.65625	651	20.34375
32	25	17	20.0	15	18.75	0.9375	0.5	0.46875	480	15
33	25	17	20.0	18	22.5	1.125	0.5	0.5625	594	18.5625
34	24	16	19.2	13	16.25	0.84635417	0.48	0.40625	442	13.8125
35	23	15	18.4	14	17.5	0.95108696	0.46	0.4375	490	15.3125
36	22	15	17.6	13	16.25	0.92329545	0.44	0.40625	468	14.625
37	22	15	17.6	12	15	0.85227273	0.44	0.375	444	13.875
38	22	15	17.6	12	15	0.85227273	0.44	0.375	456	14.25
39	20	14	16.0	10	12.5	0.78125	0.4	0.3125	390	12.1875
40	19	13	15.2	9	11.25	0.74013158	0.38	0.28125	360	11.25
41	19	13	15.2	9	11.25	0.74013158	0.38	0.28125	369	11.53125
42	19	13	15.2	10	12.5	0.82236842	0.38	0.3125	420	13.125
43	18	13	14.4	10	12.5	0.86805556	0.36	0.3125	430	13.4375
44	15	12	12.0	6	7.5	0.625	0.3	0.1875	264	8.25
45	15	12	12.0	4	5	0.41666667	0.3	0.125	180	5.625
46	15	12	12.0	8	10	0.83333333	0.3	0.25	368	11.5
47	14	12	11.2	7	8.75	0.78125	0.28	0.21875	329	10.28125
48	13	12	10.4	7	8.75	0.84134615	0.26	0.21875	336	10.5

49	12	11	9.6	7	8.75	0.91145833	0.24	0.21875	343	10.71875
50	10	9	8.0	5	6.25	0.78125	0.2	0.15625	250	7.8125
51	10	9	8.0	8	10	1.25	0.2	0.25	408	12.75
52	10	9	8.0	5	6.25	0.78125	0.2	0.15625	260	8.125
53	9	8	7.2	2	2.5	0.34722222	0.18	0.0625	106	3.3125
54	9	8	7.2	2	2.5	0.34722222	0.18	0.0625	108	3.375
55	9	8	7.2	1	1.25	0.17361111	0.18	0.03125	55	1.71875
56	9	8	7.2	1	1.25	0.17361111	0.18	0.03125	56	1.75
57	5	4	4.0	0	0	0	0.1	0	0	0
58	3	2	2.4	1	1.25	0.52083333	0.06	0.03125	58	1.8125
59	2	1	1.6	0	0	0	0.04	0	0	0
60	2	1	1.6	0	0	0	0.04	0	0	0
61	2	1	1.6	0	0	0	0.04	0	0	0
62	1	1	0.8	0	0	0	0.02	0	0	0
63	0	0	0.0	0	0		0	0	0	0
									10.125	363.843