



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA**

***Blattella germanica* LINNAEUS, 1767 (BLATTARIA:
BLATTELLIDAE), BASES PARA UN MODELO EXPERIMENTAL DE
ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE PLAGAS: SU
RELACIÓN CON LA EDAD Y EL VALOR REPRODUCTIVO.**

**Trabajo Especial de Grado
Presentado ante la ilustre Universidad
Central de Venezuela, por el bachiller
Wilmer Joan Gelves Bautista como
requisito para optar a la licenciatura
en Biología mención Zoología**

**Tutores:
Dr. Rafael Matías Reyes
Dr. Rubén Candía**

**CARACAS – VENEZUELA
Mayo 2011**



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA**

***Blattella germanica* LINNAEUS, 1767 (BLATTARIA:
BLATTELLIDAE), BASES PARA UN MODELO EXPERIMENTAL DE
ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE PLAGAS: SU
RELACIÓN CON LA EDAD Y EL VALOR REPRODUCTIVO.**

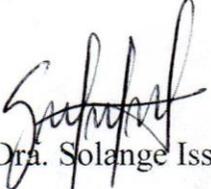
**Trabajo Especial de Grado
Presentado ante la ilustre Universidad
Central de Venezuela, por el bachiller
Wilmer Joan Gelves Bautista como
requisito para optar a la licenciatura
en Biología mención Zoología**

**Tutores:
Dr. Rafael Matías Reyes
Dr. Rubén Candía**

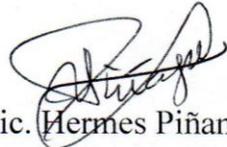
**CARACAS – VENEZUELA
Mayo 2011**

Este trabajo fue realizado en la Sección de Entomología Médica “Dr. Pablo Anduze” del Instituto de Medicina Tropical “Dr. Félix Pifano” de la Universidad Central de Venezuela; bajo la dirección del Doctor Rafael Matías Reyes Lugo

Trabajo de Grado presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela por el Br. Wilmer Joan Gelves Bautista, para optar al título de Licenciado en Biología. Este trabajo fue aprobado en discusión pública efectuada en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela el día 18 de mayo de 2011, por el siguiente jurado examinador:



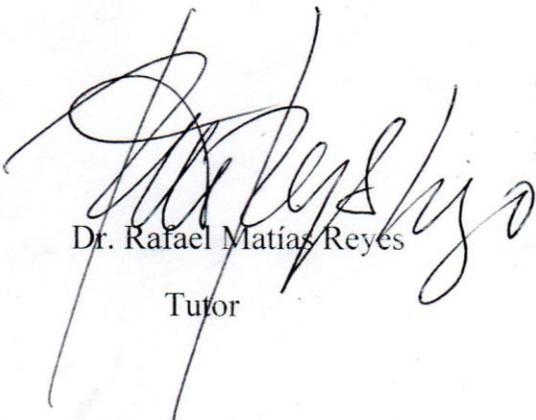
Dra. Solange Issa
Jurado



Lic. Hermes Piñango
Jurado



Dr. Rubén Candia
Tutor



Dr. Rafael Matías Reyes
Tutor

Resumen.

Las cucarachas constituyen tanto a nivel de salud pública como para la industria agroalimentaria, un elemento de gran importancia debido a que estas contaminan a los alimentos y el agua de consumo con sus excretas, restos de exoesqueleto, mal olor y organismos patógenos causantes de enfermedades al hombre. Las cucarachas desarrollan resistencia a los insecticidas químicos con rapidez, por lo que se dificulta su control. *Blattella germanica* es conocida mundialmente como “cucaracha alemana”, en nuestro país se le llama “chiripa” y entre las cucarachas que son plagas domésticas es la más importante debido a su amplia distribución geográfica. El conocimiento de los aspectos de la biología de *Blattella germanica* y su relación con las variables ambientales en los cuales habita, su desarrollo embrionario y su fecundidad, son de elevado interés en el momento de planificar y ejecutar acciones de control. En esta investigación analizamos en condiciones de laboratorio la relación entre la edad de los progenitores, la reproducción de *Blattella germanica* y el ciclo de vida ninfal, así como estas características afectan el crecimiento poblacional de este blátido. Para ello utilizamos una colonia de *Blattella germanica* criada en el laboratorio y originaria de la Urb. La Candelaria, Maracay, estado Aragua. Ninfas de esta colonia se desarrollaron de manera individual hasta adultos, en frascos de vidrio de 500 ml de capacidad, con soporte de cartulina plegada a temperatura y humedad ambiental del laboratorio ($23,79 \pm 0,98^{\circ}\text{C}$ y $65,12 \pm 8,81\%$ de HR). A partir, de los adultos resultantes, se conformaron 45 parejas distribuidas equitativamente en 9 tratamientos. En estos, variamos las edades de la hembra y del macho, pudiendo ser ó no similares entre sí. Se realizaron observaciones diarias con el propósito de determinar el número de días previos a la observación de las ootecas en la abertura genital, número de días transcurridos entre la observación y la liberación de las ootecas, número de días que le tomó a las ninfas emerger, número de ootecas viables y número de ninfas emergidas por cada ooteca de *Blattella germanica*. Se realizaron observaciones semanales sobre las ninfas obtenidas de cada ooteca viable, para así estimar el tiempo de desarrollo ninfal, el número de individuos promedio emergidos por ooteca ó fertilidad (F_x), supervivencia de las ninfas (l_x) y la proporción de sexos. Con estos datos se elaboraron tablas de vida dinámicas considerando como unidad de tiempo, el tiempo promedio de la duración del ciclo ootecal, siendo este determinado por dos fases, la primera que corresponde al número de días transcurridos hasta la observación de una ooteca en la abertura genital y la segunda fase que corresponde al número de días que

transcurren luego que la ooteca se observó en la abertura genital hasta que es liberada. El ciclo ootecal tiene una duración promedio de $35,46 \pm 5,03$ días, donde la primera fase abarca $9,24 \pm 2,23$ días y la segunda fase $26,78 \pm 2,66$ días. *B. germanica* colocó un máximo de 6 ootecas viables (OV), estas se observaron durante los 7 primeros ciclos ootecales. El número de ootecas viables varió según los tratamientos, relacionándose muy probablemente con las características del macho, de allí que se proponen: machos Tipo I ó los recién emergidos y los machos Tipo II de edad similar a la hembra. Tanto la supervivencia (l_x) como la fecundidad (m_x) se vieron reducidos en las secuencias ootecales sucesivas y no fueron independientes de la estructuración de los tratamientos; en consecuencia, estos afectaron a los parámetros poblacionales relacionados: valor reproductivo (V_x), tasa neta de reproducción (R_o), la tasa intrínseca de crecimiento (r), tiempo generacional (T) y tasa finita de multiplicación (λ). El número promedio de septos que se observó en las ootecas fue de 34,48, y el número promedio de ninfas que emergieron por ooteca fue de 31,42 individuos. La proporción de sexos fue de 1,06 hembras por cada macho. El máximo valor reproductivo (v_x) se obtuvo en aquellas edades donde se produjo la primera ooteca viable (OV) de cada tratamiento. La reproducción en *B. germanica* se ve afectada principalmente por las características del macho al momento de la copula y por la edad de la hembra lo cual guarda una relación con la viabilidad de la ooteca. El máximo valor reproductivo (v_x) se observó asociado a la producción de la primera ooteca viable, particularmente en los casos donde las hembras y los machos tenían edades similares, disminuyendo en las ootecas subsiguientes.

Agradecimientos.

A mi madre, quien con tesón y lucha me ha llevado hasta donde estoy, ella quien sin importar lo difícil de mis opiniones ha estado tras de mi brindando su apoyo.

A los abuelos Romero (quienes ya no están) y familia, quienes estiraron la mano en un momento de dificultad ayudando a mi madre en mi crianza.

A la familia Domínguez y Mendoza quienes siempre de alguna u otra forma nos han brindado de su apoyo.

A mis quienes más que amigos son mi familia, Ligia González, Rubén Iriarte, Mario Alemán, Arturo Castillo, Angélica Granado, Jacklin Palomino, Olga Figuera, Dennis Lugo, Ana Avilan, Giovanni Glaffo, quienes han estado dando su granito de arena y empujones para que llegase acá.

A mis compañeros de trabajo del IMT, Antonio, Angelina, Jesús, José, Alberto, José Gregorio, Luis Fernando, Marilian, quienes en vista de las necesidades siempre han estado ahí para dar apoyo o animarme.

A mis panas Edgar, Susyam, Rayan, Marcos, Edwin, Vanessa, Diego, Yessica, Vilder, José Ali, Alexis, Lina, Leidy, Leticia, Andreina, Anibal, Jamieth, Indira, Carolina, Roxana, Andi, Karina, Leonardo, Christian, Orlando, Andy, Fatima, Milagros, Amalid, Jennifer, Jimmy, Susana, Chucho, Daniel, José, Ingresy, Jeser, Juan Manuel, Alejandra, Pedro, Laura, María, Illia, Mayerlin, Ítalo, y algunos más que en este momento no logro recordar, quienes siempre han estado atentos al llamado para cualquier ayuda, apoyo, quienes siempre han brindado su amistad sin esperar nada a cambio, quienes comparten más que un solo par de palabras.

Adicionalmente a ellos, están todos los que intervinieron de alguna u otra forma en la elaboración de este trabajo, Omar, Cristina, Lorian, Verónica, Cristo, Alexis, Miguel, Luis, Alberto, Rafael, Arnel, Ángel, Francer, Cirana, Gustavo, Claudia, Elio, Félix, Vanessa, Greiskelly, Hany, Jacques, Jean, Jorge, Jorge, Lluvia, Marilyn, José, Raffaella, René, Maily, Ricardo, Beatriz, Tania, Finita, Zeus y muchos más que no vienen a mi memoria, a ellos, gracias por su grano de arena.

A quienes no están pero esperaban que llegara aquí Richard, Martin y Darío.

A la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela y sus profesores, quienes gracias a sus enseñanzas permitieron y completaron mi formación.

A mi tutor Rafael Matías Reyes Lugo, por el apoyo, la confianza, la tenacidad y paciencia, por sus enseñanzas y consejos.

A los profesores Rubén, Solange, y Hermes, gracias por sus consejos y mejoras para la elaboración de este proyecto.

Gracias a la vida por permitirme estar aquí, por permitirme conocerlos a todos ustedes, por darme la oportunidad de estar acá.....

A todos, con cariño y aprecio GRACIAS MILES.....

Índice	Página
1. Introducción.....	1
1.1. Identificación del género <i>Blattella</i>	4
2. Antecedentes.	5
2.1. Cría de <i>Blattella germanica</i>	5
2.2. Ciclo de vida de <i>Blattella germanica</i> : longevidad, ciclo ootecal y desarrollo ninfal.....	5
3. Planteamiento del problema.....	8
4. Hipótesis.	8
5. Objetivos.....	9
5.1. Objetivo general.	9
5.2. Objetivos específicos.....	9
6. Materiales y métodos.	10
6.1. Cría de <i>Blattella germanica</i>	10
6.2. Determinación de las variaciones en la reproducción de <i>B. germanica</i> , con relación a las edades del macho y de la hembra.....	10
6.2.1. Determinación del número de días previos a la observación de la ooteca en la abertura genital, número de días transcurridos entre la observación y la liberación de las ootecas, número de días que le tomó a las ninfas emerger, número de ootecas viables y número de ninfas emergidas por cada ooteca de <i>Blattella germanica</i> , con relación a la edad de la hembra y del macho.....	12
6.3. Análisis de la duración del desarrollo ninfal de <i>B. germanica</i> con relación a la edad de los progenitores.	13
6.4. Análisis cuantitativos y estadísticos.	16
7. Resultados.	19
7.1. Número de ootecas viables que fueron colocadas por las hembras de <i>B. germanica</i>	19
7.1.1 Diferencias en el número de ootecas viables (OV) de <i>B. germanica</i> según el tratamiento, los grupos y las secuencias ootecales.....	21
7.2. Primera fase del ciclo ootecal: Número de días previos a la observación de la ooteca viable en la abertura genital de <i>B. germanica</i>	23
7.2.1. Diferencias en el número de días previos a la observación de la ooteca viable en la abertura genital de <i>B. germanica</i> , en relación a los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°).	23
7.3. Segunda fase del ciclo ootecal: Número de días desde que la ooteca viable se observó en la abertura genital de <i>B. germanica</i> hasta que esta fue liberada.	28

7.3.1. Diferencias en el número de días que permanece la ooteca viable en la abertura genital de <i>B. germanica</i> , en relación a los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°).....	28
7.4. Número de ninfas que emergieron de las ootecas viables de <i>B. germanica</i>	32
7.4.1. Diferencias en el número de ninfas que emergieron de las ootecas viables de <i>B. germanica</i> , siendo las variables a contrastar los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°).	32
7.5. Número de ootecas viables, septos, ninfas, hembras, machos, porcentaje de ninfas que emergen y porcentaje de ninfas que llegan a adultos según el tratamiento.....	36
7.6. Tabla de vida de las ninfas de <i>B. germanica</i>	38
7.7. Mortalidad cruda (D_x), probabilidad de morir entre una edad y la siguiente (q_x) y supervivencia (l_x) de las hembras de <i>B. germanica</i> en cada uno de los tratamientos.....	40
7.8. Esperanza de vida (e_x) de las hembras de <i>B. germanica</i>	42
7.9. Fecundidad (m_x) de las hembras de <i>B. germanica</i>	43
7.10. Porcentaje de hembras de <i>B. germanica</i> que sobreviven en cada una de las edades de cada grupo y número de ootecas que son colocadas por estas.....	44
7.11. Parámetros poblacionales de <i>B. germanica</i>	46
7.12. Valor reproductivo de <i>B. germanica</i>	47
8. Discusión.....	48
8.1. Número de ootecas viables que fueron colocadas por las hembras de <i>B. germanica</i>	48
8.2. Primera fase del ciclo ootecal: número de días transcurridos hasta que se observó por primera vez la ooteca viable en la abertura genital de <i>B. germanica</i>	50
8.3. Segunda fase del ciclo ootecal: Tiempo de permanencia de la ooteca viable en la abertura genital de <i>B. germanica</i>	52
8.4. Número de ninfas que emergieron de las ootecas viables de <i>B. germanica</i>	53
8.5. Número de ootecas viables, septos, ninfas, hembras, machos, porcentaje de ninfas que emergen y porcentaje de ninfas que llegan a adultos según el tratamiento.....	54
8.6. Tabla de vida de las ninfas de <i>B. germanica</i>	55
8.7. Mortalidad cruda (D_x), probabilidad de morir entre una edad y la siguiente (q_x) y supervivencia (l_x) de las hembras de <i>B. germanica</i> en cada uno de los tratamientos.....	55
8.8. Esperanza de vida (e_x) de las hembras de <i>B. germanica</i>	56
8.9. Fecundidad (m_x) de las hembras de <i>B. germanica</i>	56
8.10. Porcentaje de hembras de <i>B. germanica</i> que sobreviven en cada una de las edades de cada grupo y número de ootecas que son colocadas por estas.....	56
8.11. Parámetros poblacionales de <i>B. germanica</i>	56
8.12. Valor reproductivo de <i>B. germanica</i>	58

9. Conclusiones.....	59
10. Referencias citadas.....	61
Anexos.....	64
Anexos I. Número de días en que se observaron las ootecas en la abertura genital de <i>B. germanica</i>	65
Anexos II. Número de días que permanecen las ootecas en la abertura genital de <i>B. germanica</i>	66
Anexos III. Número de ninfas que emergen de las ootecas de <i>B. germanica</i>	67

Tabla I: Tiempo previo a la observación de la ooteca en la abertura genital, tiempo de emergencia de las ninfas, número de ootecas, número promedio de ninfas emergidas, tiempo de emergencia del adulto, tiempo de vida de los adultos y número de estadios ninfales de <i>B. germanica</i> , según el autor y las condiciones medio-ambientales registradas.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla II: Esquema descriptivo de los tratamientos a aplicar para la determinación de la variación en la reproducción con relación a la edad de los progenitores.....	11
Tabla III. Parámetros y símbolos para la elaboración de las Tablas de vida.	14
Tabla IV. Diferencias en el número de ootecas viables (OV) de <i>B. germanica</i> según el tratamiento, los grupos y las secuencias ootecales	21
Tabla V. Número de hembras y de ootecas viables (OV) y no viables (ONV) que se observaron en cada ciclo ootecal de <i>B. germanica</i> , según el tratamiento.	22
Tabla VI. Diferencias en el número de días previos a la observación de la ooteca viable en la abertura genital de <i>B. germanica</i> , en relación a los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°).....	24
Tabla VII. Diferencias en el número de días previos a la observación de la ooteca viable en la abertura genital de <i>B. germanica</i> , en relación a la secuencia ootecal (ooteca N°) y los tratamientos.	25
Tabla VIII. Primera fase del ciclo ootecal: Promedio del número de días previos a la observación de la ooteca viable en la abertura genital de <i>B. germanica</i> en los diferentes tratamientos y según la secuencia ootecal (Ooteca N°), considerando solo las ootecas viables.¡Error! Marcador no definido.	
Tabla IX. Diferencias en el número de días que permanece la ooteca viable en la abertura genital de <i>B. germanica</i> , en relación a los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°). .	29
Tabla X. Diferencias en el número de días que permanece la ooteca viable en la abertura genital de <i>B. germanica</i> , en relación a la secuencia ootecal (ooteca N°).	30
Tabla XI. Segunda fase del ciclo ootecal: Promedio del número de días que permanece la ooteca viable en la abertura genital de las hembras de <i>B. germanica</i> . ..	¡Error! Marcador no definido.
Tabla XII. Diferencias en el número de ninfas que emergieron de las ootecas viables de <i>B. germanica</i> , siendo las variables a contrastar los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°).....	33
Tabla XIII. Diferencias en el número de ninfas que emergieron de las ootecas viables de <i>B. germanica</i> , siendo las variables a contrastar cada una de las secuencias ootecales (ooteca N°)..	34

Tabla XIV. Número de ninfas que emergieron de las ootecas viables de *B. germanica* según los tratamientos y ciclo ootecal.....35

Tabla XV. Número de ootecas viables, septos, ninfas, hembras, machos, porcentaje de ninfas que emergen y porcentaje de ninfas que llegan a adultos según el tratamiento. ¡Error! Marcador no definido.

Tabla XVI. Cálculo de D_x , l_x , d_x , q_x , L_x , T_x y e_x de las ninfas obtenidas en el tratamiento 1**38**

Tabla XVII. Equivalencia entre las edades en días y las edades usadas para el cálculo de los parámetros presentados en las Tablas de vida.**39**

Tabla XVIII. Mortalidad cruda (D_x^I), probabilidad de morir entre una edad y la siguiente (q_x) y supervivencia (l_x) de las hembras de *B. germanica* en cada uno de los tratamientos..... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla XIX. Esperanza de vida (e_x) de las hembras de *B. germanica* según el ciclo ootecal en cada uno de los tratamientos.**42**

Tabla XX. Fecundidad (m_x) promedio de las hembras de *B. germanica* en cada uno de los tratamientos.**43**

Tabla XXI. Porcentaje de hembras de *B. germanica* que sobreviven en cada una de las edades de cada grupo y número de ootecas que son colocadas por estas. .. ¡Error! Marcador no definido.

Tabla XXII. Parámetros poblacionales de *B. germanica* en cada uno de los tratamientos.**46**

Tabla XXIII. Valor reproductivo (V_x) de las hembras de *B. germanica* en cada Edad (x) para cada uno de los tratamientos.**47**

1. Introducción.

En la actualidad se han descrito aproximadamente 1,5 millones de especies de insectos (Hutchins y col. 2003), de hecho, los insectos representan más de la mitad de todas las formas vivientes conocidas, siendo el grupo animal más diverso del planeta (Cruz 2005). Los insectos tienen diversos caracteres homólogos que permiten agruparlos en un mismo grupo, conocido como Clase Insecta dentro del Phylum Arthropoda (Hutchins y col. 2003).

Los integrantes de la clase Insecta, por lo general, son de tamaño pequeño y sus cuerpos están divididos en tres partes ó tagmas: el tagma cefálico, tagma torácico y tagma abdominal. El tagma cefálico está provisto de un par de antenas, un par de ojos compuestos, ocelos, un par de mandíbulas, dos pares de maxilas, un labro y un labio. El tagma torácico se divide en tres segmentos y en cada uno de ellos se insertan un par de patas. Los adultos pueden poseer dos pares de alas, los cuales se ubican en el mesotórax y en el metatórax. El tagma abdominal contiene el aparato digestivo, reproductivo y circulatorio. Los insectos poseen la abertura genital en el extremo posterior del abdomen.

La Clase Insecta se divide en dos Subclases: Apterygota y Pterygota. La Subclase Apterygota (del griego. *A*: sin; *pterygon*: ala) la integran aquellos insectos que no presentan alas o vestigios de estas en su estadio adulto. Son considerados pertenecientes a la Subclase Pterygota (del griego *pterygon*: ala) aquellos insectos que durante su estadio adulto presentan alas o un vestigio de estas (Maggenti y col. 2005). En los insectos Pterygota los estadios juveniles pueden o no ser diferentes a los adultos, esta variación se debe principalmente al tipo de desarrollo que presente el insecto (Hutchins y col. 2003).

La subclase Pterygota se divide en tres grupos según su tipo de desarrollo: hemimetábolos, holometábolos y paurometábolos. Se conocen como insectos holometábolos (del griego *holos*: enteros; *metabole*: cambio) a aquellos que presentan una metamorfosis completa (Smith y col. 1997) iniciando en un huevo del cual emerge una larva, esta larva presenta un crecimiento gradual, pasando por varias mudas, hasta formar una pupa o crisálida, en esta se completa el proceso de metamorfosis, luego de la cual emerge un adulto alado; los insectos de los órdenes

Diptera, Lepidoptera y Coleoptera, entre otros, presentan este tipo de desarrollo (Resh y Carde 2003).

Son llamados hemimetábolos a aquellos insectos en los cuales las etapas juveniles son acuáticas y presentan un crecimiento gradual y características morfológicas distintas a las del adulto. Los insectos de los órdenes Ephemeroptera, Odonata y Plecoptera presentan este tipo de desarrollo (Resh y Carde 2003).

Los insectos paurometábolos se caracterizan por tener metamorfosis gradual o incompleta, en general el estadio juvenil es muy similar al adulto. Dentro del grupo de insectos paurometábolos podemos encontrar los que pertenecen a los órdenes Hemiptera, Homoptera y Blattodea (Miller y Harley 2002)

Las cucarachas pertenecen al Orden Blattodea, están entre los insectos alados más antiguos que se conocen (Chung y col. 2005), observándose registros fósiles en las estratificaciones del Carbonífero Superior; las características de las especies modernas difieren poco de la de estos fósiles (Vrsanský y Ansoerge 2007). El término “cucaracha” parece provenir del latín *cocum*, igual a grano o semilla, y la terminación *acha*, del italiano *accio* que significa bajo o despreciable. Las ninfas de las cucarachas se caracterizan por ser semejantes al adulto, pero difieren en su tamaño y en el desarrollo de las alas y genitales externos (Ramírez 1989).

Los integrantes del orden Blattodea, también conocidos como blátidos o cucarachas, se caracterizan por un cuerpo deprimido, el protórax extendido cubriendo la cabeza, las antenas son largas, filiformes y multiarticuladas. Las cucarachas son de hábitos nocturnos y omnívoros. Algunas especies viven en el interior de las casas. Las hembras oviponen ootecas, es decir; varios huevos incluidos dentro de una cubierta quitinosa a manera de cápsula (Ramírez 1989).

Las cucarachas pueden ser ovíparas, ovovivíparas y vivíparas (Roth 1970). Son consideradas ovíparas a las especies cuya hembra ovipone la ooteca en el medio externo; estas ootecas contienen el agua y vitelo necesario para que el desarrollo embrionario se realice, siendo este el caso del género *Periplaneta* Burmeister, 1838. Las especies ovovivíparas son aquellas especies

cuyas ootecas contiene el vitelo necesario para el desarrollo embrional, pero carecen de agua en cantidades suficientes para que este se realice normalmente; las hembras ovovivíparas transportan la ooteca durante el periodo embrionario; un ejemplo son las especies del género *Blattella* Linnaeus, 1751. Las cucarachas vivíparas son aquellas que mantienen los huevos en el oviducto donde reciben los nutrientes necesarios para la maduración de los embriones, luego de lo cual los juveniles emergen a través de la abertura genital de la madre, a este grupo pertenecen las especies del género *Blaberus* Serville, 1831 (Ramírez 1989).

Se conocen, aproximadamente, 4.000 especies de cucarachas, algunas son plagas domésticas en las áreas urbanas, encontrándose tanto en el área peridomiciliar como domiciliar a nivel mundial (Iannacone y Alvaríño 2007 y Reyes-Lugo y col. 2007). Las cucarachas son consideradas transmisores mecánicos de organismos patógenos, ya que son portadoras de hongos, virus, protozoos, helmintos y otros organismos que pueden afectar al hombre (Ramírez 1989).

En la actualidad, las cucarachas constituyen, tanto a nivel de salud pública como para la industria agroalimentaria almacenadora y procesadora de alimentos, un elemento de gran importancia debido a que estas dejan sus excretas, restos de exoesqueleto, mal olor y por los organismos patógenos al hombre que pueden transmitir. Es de interés disponer del conocimiento sobre aspectos relacionados con su comportamiento, biología y ecología, debido a su relevancia para el diseño e implementación de programas de control. Las cucarachas desarrollan resistencia a los insecticidas biológicos y químicos con rapidez, por lo que se dificulta su control.

1.1. Identificación del género *Blattella*.

Se considera que *B. germanica* Linnaeus, 1767 es originaria de África del Este o Asia, y se ha expandido gracias al intercambio comercial desde la antigüedad. Los adultos llegan a tener cerca de 16 mm de largo, poseen dos bandas oscuras longitudinales que inician en el pronoto (Mullen y Durden 2002).

B. germanica es una cucaracha que posee una coloración marrón clara; los estilos del macho en la placa subgenital son cortos y redondeados, de tamaño desigual; la placa supraanal del macho es redondeada en el ápice. En los últimos estadios juveniles y en el adulto se observa la presencia de dos franjas oscuras paralelas en el pronoto, separadas por una franja de color claro, que recorren longitudinalmente todo el pronoto. Estas cucarachas se pueden encontrar en el interior de las casas (Gurney y Fisk 1991).

B. germanica es conocida mundialmente como “cucaracha alemana”, y en nuestro país se le llama “chiripa”. *B. germanica* es una de las plagas domésticas más importante debido a su amplia distribución geográfica, a la elevada abundancia que puede alcanzar bajo ciertas condiciones a nivel doméstico y por los elevados niveles de resistencia a insecticidas (Iannacone y Alvaríño, 2007, Reyes-Lugo 1999).

2. Antecedentes.

2.1. Cría de *Blattella germanica*

Estudios sobre esta especie suelen realizarse en laboratorio con colonias desarrolladas en óptimas condiciones y manejadas con seguridad (Avilán y col. 2007).

La presencia o ausencia de proteínas en la alimentación de *B. germanica* determina cambios importantes en su crecimiento, desarrollo y capacidad reproductiva. Las proteínas constituyen un nutriente necesario y fundamental en la alimentación de los blátidos. En todos los casos se les provee agua sin limitaciones (Aguilera y col. 1998 y Avilán y col. 2007).

2.2. Ciclo de vida de *Blattella germanica*: longevidad, ciclo ootecal y desarrollo ninfal

Los adultos de *Blattella germanica* pueden vivir hasta 130 días a una temperatura de 30°C; bajo estas condiciones las hembras colocan entre 4 y 8 ootecas viables, las cuales contienen entre 20 y 40 huevos cada una. Las ootecas son producidas en intervalos de 22 días. En promedio, la emergencia de las ninfas ocurre 17 días más tarde. A partir de ese momento se presentan entre 5 y 7 instares ninfales alcanzando el estadio adulto 40 días después (Cornwell 1968 y Hill 1990, citados en Mistal 1994).

Aguilera y col. (1996) colocaron parejas de adultos de *B. germanica* recién emergidos en frascos de 400 ml, a una temperatura de $29 \pm 1^\circ\text{C}$ y 80-90 % de humedad relativa, utilizando como alimento porciones de papa (*Solanum tuberosum*, L.), plátano maduro (*Musa paradisiaca*, L.) y solución azucarada al 10 %. Este experimento permitió observar que la hembra adulta vive aproximadamente 98,40 días y el macho adulto 77,23 días. Durante este periodo las hembras colocaron un máximo de 5 ootecas de las cuales emergieron, en promedio, $29,22 \pm 5,51$ ninfas.

En este mismo experimento, Aguilera y col. (1996) las hembras adultas emergieron a los 114,71 días observándose la primera ooteca en la abertura genital dos semanas después. En el seguimiento individual de las ninfas observaron hasta 6 instares ninfales.

Posteriormente, estos mismos autores realizaron un estudio en el cual colocaron, en frascos de 400 ml, parejas de adultos recién emergidos de *B. germanica* a $29 \pm 1^\circ\text{C}$ y 70-75 % de humedad relativa, suministrándoles como alimento los mismos del bioensayo anterior. Para este indican que la hembra adulta vive aproximadamente 153 ± 9 días y el macho adulto 128 ± 8 días. Las hembras ovipusieron hasta 5 ootecas, siendo el número de ninfas que emergieron de la primera ooteca $36,69 \pm 4,31$, $30,88 \pm 3,06$ para la segunda ooteca, $26,93 \pm 4,64$ para la tercera ooteca, $22,87 \pm 3,98$ para la cuarta ooteca y $15,83 \pm 4,22$ ninfas en la quinta ooteca. Además, observaron 6 instares ninfales antes de llegar al estado adulto, el cual se alcanzó 40 días después de emergidas las ninfas de la ooteca (Aguilera y col. 1998). Durante el desarrollo de este experimento, los autores observaron el tiempo promedio en el cual se observó la ooteca de *B. germanica* en la abertura genital de la hembra, siendo este de $12,16 \pm 3,90$ días para la primera ooteca; $11,47 \pm 4,48$ días para la segunda, $13,31 \pm 4,71$ días para la tercera, $18,85 \pm 8,60$ días para la cuarta y $14,67 \pm 3,22$ días para la quinta ooteca. El tiempo promedio que tardan las ninfas en emerger de la ooteca fue de $17,16 \pm 3,07$ días para la primera ooteca, $16,26 \pm 2,54$ días para la segunda, $15,88 \pm 1,56$ días para la tercera, $14,93 \pm 1,94$ días para la cuarta y $12,67 \pm 6,11$ días para la quinta ooteca (Aguilera y col. 1998).

En el 2003, Hutchins y col. observaron que a una temperatura de 30°C las hembras de *B. germanica* colocaron su primera ooteca a los 8 días de haber emergido como adulto. En promedio, los machos llegaron a vivir 128 días y las hembras 153; durante este periodo la hembra llegó a colocar hasta siete ootecas con intervalos de 22 días entre una y otra. De estas ootecas emergieron en promedio 37 ninfas, las cuales llegaron a adultas en un periodo entre 40 y 41 días, pasando por 5 a 7 estadios ninfales (Hutchins y col. 2003).

Los aspectos del ciclo de vida de *Blattella germanica* anteriormente mencionados se observan en la tabla I.

Tabla I: Tiempo previo a la observación de la ooteca en la abertura genital, tiempo de emergencia de las ninfas, número de ootecas, número promedio de ninfas emergidas, tiempo de emergencia del adulto, tiempo de vida de los adultos y número de estadios ninfales de *B. germanica*, según el autor y las condiciones medio-ambientales registradas.

Autor	Año	Temp (° C)	Humedad Relativa %	Tiempo previo a la observación de las ootecas (días)	Tiempo de emergencia de las ninfas de la ooteca luego de haber sido observada (días)	N° ootecas	Promedio de Ninfas emergidas	Tiempo emergencia del adulto (días)	Vida ♀ (días)	Vida ♂ (días)	N° Estadios Ninfales
Mistal, 1994	1994	30		22	17	4 y 8	20 y 40	40	130	130	5 a 7
Aguilera y col. 1996	1996	29 ± 1	80-90	14		5	29,22	114,71	98,40	77,23	6
Aguilera y col. 1998	1998	29 ± 1	70-75	12,16 ± 3,90	17,16 ± 3,07	5	36,69 ± 4,31	40	153 ± 9	128 ± 8	6
Hutchins y col. 2003	2003	30		22		7	37	40 y 41	153	128	5 a 7

3. Planteamiento del problema.

Se conoce que en los insectos la fecundidad varía en función de la edad de la madre (Rabinovich 1972a; 1980); sin embargo, no se dispone de referencias en cuanto al posible efecto de la edad del macho sobre la fecundidad de la hembra. Simultáneamente, el crecimiento poblacional intrínsecamente está relacionado con el tamaño de la progenie que se genere como resultado de la fecundidad y del tiempo que les toma a los insectos alcanzar la edad reproductiva.

4. Hipótesis.

“El desarrollo ninfal, el valor reproductivo y el crecimiento poblacional de *Blattella germanica* son afectados por la edad de los padres para el momento de la cópula”

5. Objetivos.

5.1. Objetivo general.

En condiciones de laboratorio, analizar las variaciones en la reproducción de *Blattella germanica*, con relación a las edades de machos y hembras. Asimismo, su efecto en el desarrollo ninfal y en el crecimiento poblacional de esta especie.

5.2. Objetivos específicos.

- 1) Estimar el número de ootecas viables que son colocadas por hembras de *B. germanica* a diferentes edades.
- 2) Establecer el número de días previos a la observación de la ooteca en la abertura genital de hembras de *B. germanica* de distinta edad.
- 3) Determinar el número de días que permanece la ooteca en la abertura genital de hembras de *B. germanica* de distinta edad.
- 4) Determinar el número de ninfas que emergen de las ootecas viables de *B. germanica*.
- 5) Establecer si hay relación entre el número de ootecas viables con la edad del macho y/o la hembra de *B. germanica*.
- 6) Estimar algunos parámetros poblacionales de *B. germanica* e indagar sobre su posible relación con la edad de los progenitores.

6. Materiales y métodos.

6.1. Cría de *Blattella germanica*.

Se utilizó una colonia de *Blattella germanica* procedente de la urbanización “La Candelaria”, Maracay, estado Aragua, criada en el laboratorio desde el año 2001 a $23,79 \pm 0,98^{\circ}\text{C}$ y $65,12 \pm 8,81\%$ de humedad relativa. Estas colonias son mantenidas con Perrarina® pulverizada y seca (contenido proteico 20%) y agua *ad libitum*. Se colocaron ninfas individualizadas en frascos de vidrio de 500 ml de capacidad, con soporte de cartulina plegada, a temperatura y humedad ambiental del laboratorio, y con 0,2 g de alimento similar a la colonia original. Cada uno de los frascos fue identificado con un número, lo cual permitió llevar un registro individual de las observaciones realizadas. El mantenimiento de cada uno de los frascos se realizó en intervalos de 7 días. Cada ninfa se observó diariamente con la finalidad de determinar el día en que emergió el adulto y el sexo de este.

6.2. Determinación de las variaciones en la reproducción de *B. germanica*, con relación a las edades del macho y de la hembra.

Se realizaron 9 tratamientos con 5 réplicas cada uno. En cada réplica se colocó 1 hembra y 1 macho vírgenes con iguales o diferentes edades según el caso (Tabla II). Estas parejas se colocaron en frascos de vidrio de 500 ml de capacidad, siendo manejadas y tratadas de forma similar a la colonia original. Se llevó un registro de la temperatura y humedad ambiental del laboratorio. Los machos vírgenes utilizados para conformar las parejas a estudiar, fueron colocados por un período de 7 días junto con las hembras (Tabla II). Luego de este período, los machos se retiraron y se realizaron las observaciones individuales para cada una de las hembras.

Tabla II: Esquema descriptivo de los tratamientos a aplicar para la determinación de la variación en la reproducción con relación a la edad de los progenitores.

Tratamiento	Característica de la Hembra	Característica del Macho
Tratamiento 1	Recién emergida	Recién emergido
Tratamiento 2	Después de haber liberado la primera ooteca ¹	Edad similar a la de la hembra
Tratamiento 3	Después de haber liberado la primera ooteca ¹	Recién emergido
Tratamiento 4	Después de haber liberado la segunda ooteca ¹	Edad similar a la de la hembra
Tratamiento 5	Después de haber liberado la segunda ooteca ¹	Recién emergido
Tratamiento 6	Después de haber liberado la tercera ooteca ¹	Edad similar a la de la hembra
Tratamiento 7	Después de haber liberado la tercera ooteca ¹	Recién emergido
Tratamiento 8	Después de haber liberado la cuarta ooteca ¹	Edad similar a la de la hembra
Tratamiento 9	Después de haber liberado la cuarta ooteca ¹	Recién emergido

¹ Hembra virgen en el momento de liberar la ooteca indicada.

6.2.1. Determinación del número de días previos a la observación de la ooteca en la abertura genital, número de días transcurridos entre la observación y la liberación de las ootecas, número de días que le tomó a las ninfas emerger, número de ootecas viables y número de ninfas emergidas por cada ooteca de *Blattella germanica*, con relación a la edad de la hembra y del macho.

Se realizaron observaciones diarias a cada una de las réplicas correspondientes a los tratamientos descritos en la Tabla II, con el propósito de determinar el número de días previos a la observación de las ootecas en la abertura genital, número de días transcurridos entre la observación y la liberación de las ootecas, número de días que le tomó a las ninfas emerger, número de ootecas viables y número de ninfas emergidas por cada ooteca de *B. germanica*.

Para establecer el número de días que les tomó a las ninfas emerger de la ooteca, se consideró como fecha de inicio el día en que se observó la ooteca en la abertura genital y como fecha final aquella en la que las ninfas emergieron de la ooteca.

Para todas las características estudiadas se calcularon los promedios entre las diferentes réplicas para cada tratamiento. Se aclara que en estas evaluaciones se tomaron en cuenta únicamente las ootecas de las cuales emergieron individuos juveniles (ootecas viables).

6.3. Análisis de la duración del desarrollo ninfal de *B. germanica* con relación a la edad de los progenitores.

Cada grupo de ninfas emergidas de cada ooteca viable, obtenidas de los tratamientos descritos en la Tabla II, se manejó de forma similar a los casos anteriores. Las observaciones se realizaron semanalmente, se midió el tiempo de desarrollo ninfal, el número de individuos promedio emergidos por ooteca ó fertilidad (F_x), sobrevivencia de las ninfas y la proporción de sexos.

Para todas las características estudiadas se calcularon los promedios en las diferentes parejas de cada uno de los tratamientos. Se aclara que en estas evaluaciones se tomaron en cuenta únicamente las ootecas de las cuales emergieron individuos juveniles (ootecas viables).

Con estos datos se elaboraron las Tablas de vida dinámicas considerando como unidad de tiempo, el tiempo promedio general de la duración del desarrollo ootecal.

Rabinovich (1980) habla de la Tabla de vida dinámica como aquella que se basa en lo ocurrido a una cohorte real de individuos de una población; esta se realiza a partir del seguimiento de la vida de un grupo de individuos que tienen la misma edad, realizando así un registro de esta, considerando que la población se halla estacionaria y con la posibilidad de superposición de generaciones.

Para la elaboración de las Tablas de vida con base al número de individuos vivos en una unidad de tiempo, Rabinovich (1980) considera la utilización de una simbología que permita obtener los datos necesarios para su elaboración. Los símbolos y definiciones utilizados para la elaboración de las Tablas de vida se encuentran descritos en la Tabla III.

Tabla III. Parámetros y símbolos para la elaboración de las Tablas de vida.

Parámetro	Definición	Simbología	Cálculo
Número de individuos	Es el número de individuos que se utilizan en el cálculo.	N_x	-----
Edad en días	Es el tiempo promedio en días vivido por las hembras de cada uno de los tratamientos.	Edad en días	-----
Edad	Numeración correlativa que se le da a cada una de las edades	Edad (x)	-----
Supervivencia	Es la proporción de individuos vivos de una cohorte que se encuentran a una Edad (x)	l_x	N_x/N_o
Mortalidad	Número de individuos que mueren entre las edades x y $x+1$	D_x	N_x-N_{x+1}
Mortalidad fraccionada	Mortalidad en términos de la fracción de la cohorte que muere durante el intervalo x a $x + 1$	d_x	$l_x - l_{x+1}$
Probabilidad de morir	Es tasa de mortalidad que tienen los individuos entre una edad x y $x+1$	q_x	D_x / N_x ó d_x / l_x
Probabilidad de supervivencia	Media de la probabilidad de supervivencia entre dos edades sucesivas.	L_x	$[l_x + l_{x+1}] / 2$
Tiempo de vida	Es el número de días que quedan por vivir a los individuos que han alcanzado una Edad x . m representa la máxima edad alcanzada	T_x	$\sum_m^x L_x$
Esperanza de vida.	Es la esperanza de vida que tiene un individuo expresada en edades.	e_x	T_x / L_x

Rabinovich (1980) describe 4 tipos de curva de supervivencia (figura 1); la curva tipo I es la que corresponde a poblaciones en las cuales la probabilidad de sobrevivir durante casi todas las etapas de la vida es constante, ocurriendo una muerte masiva en las edades finales de los individuos. La curva tipo II describe a un número constante de animales que mueren por unidad de tiempo independientemente del número de individuos que ha sobrevivido, observándose así que el número de animales que muere entre una edad y la siguiente es siempre el mismo. La curva tipo III corresponde a una población en la cual una fracción constante de los animales muere en cada uno de los intervalos de edades, observándose que el número de individuos que muere a medida que la población envejece es cada vez menor, debido a que el numero de sobrevivientes va disminuyendo con la edad y la curva tipo IV es aquella en la que la mortalidad afecta principalmente a los individuos jóvenes, ocasionando una supervivencia casi constante luego de que estos individuos mueren.

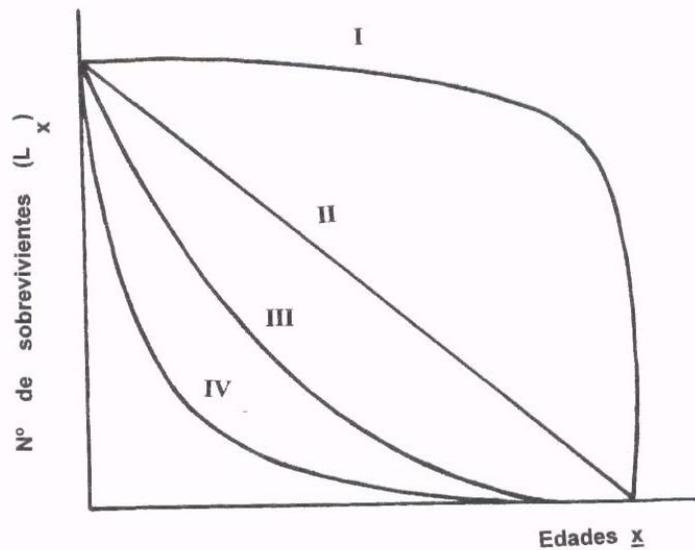


Figura 1. Principales tipos de curva de supervivencia.

6.4. Análisis cuantitativos y estadísticos.

Se realizaron los análisis del tiempo en que se observó la ooteca en la abertura genital, el número de días que tomaron las ninfas en emerger de la ooteca, el número de ootecas viables, el número de ninfas que emergieron de cada ooteca, el tiempo de desarrollo ninfal, la tasa neta de reproducción, el tiempo generacional, la tasa intrínseca de crecimiento natural, la tasa finita de multiplicación y el valor reproductivo de *B. germanica*, aplicando las definiciones, métodos y parámetros descritos por Rabinovich (1980).

Para Rabinovich (1980), la edad de los individuos es un factor que ejerce una influencia importante sobre los diferentes estratos de la población, observándose su efecto directamente sobre la supervivencia y la fecundidad.

Para ello se realizó un seguimiento a las ninfas que emergieron de las ootecas viables presentes en cada uno de los tratamientos, observando así la supervivencia de estas y la proporción de machos y hembras que emergen de estas ninfas. El número promedio de hembras por ooteca que llegan a la edad adulta es lo que conocemos como **fecundidad** (m_x) siendo este un elemento importante para el cálculo de los parámetros poblacionales.

Estos parámetros se calcularon a partir de los conceptos descritos por Wilson y Bossert (1971) y Rabinovich (1980), donde nos indican que la **tasa neta de reproducción** (R_o) es el número promedio de progenie hembra que es capaz de producir cada hembra de una población durante toda su vida. R_o se calcula con la sumatoria de la multiplicación de las supervivencias (l_x) y la fecundidad (m_x) en cada una de las Edades (x).

$$R_o = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$$

Si el valor obtenido de R_o es mayor a 1 la población se encuentra en crecimiento, si R_o es menor a 1 la población se encuentra en decrecimiento y si R_o es igual a 1 la población se reemplaza a ella misma (Wilson y Bossert 1971; Rabinovich 1980).

Para Wilson y Bossert (1971) el **tiempo generacional** (T) se refiere al tiempo promedio que existe entre dos generaciones sucesivas, T se calcula con la sumatoria de la multiplicación de la Edad(x), las supervivencias (l_x) y la fecundidad (m_x) en cada una de las Edades (x), dividido entre R_o .

$$T = \frac{\sum_{x=0}^{\infty} x l_x m_x}{\sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x}$$

La **tasa intrínseca de crecimiento poblacional** (r) indica la capacidad potencial de multiplicación de una población en condiciones ideales, la cual se deriva a partir de la ecuación de Lotka (Rabinovich 1980).

$$1 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x e^{-rx}$$

La **tasa finita de multiplicación** (λ) se puede interpretar como el número de individuos que se agrega a una población por individuo en una unidad de tiempo, calculándose esta con la exponencial de r (Wilson y Bossert 1971; Rabinovich 1980), de ahí que:

$$\lambda = e^r$$

Wilson y Bossert (1971) y Rabinovich (1980) hablan del valor **reproductivo** (v_x) como un parámetro poblacional que tiene importancia en el control de plagas, ya que este valor indica el valor que tiene un individuo de contribuir en la próxima generación. El valor reproductivo (v_x) se calcula a partir de la siguiente fórmula

$$V_x = \frac{\sum_{x=0}^{\infty} e^{-rx} l_x m_x}{e^{-rx} l_x}$$

Con la finalidad de realizar los análisis estadísticos se dividieron los tratamientos en 2 grupos. El primero de estos grupos (Grupo A), es el formado por los tratamientos 1, 3 y 5 y en los cuales los machos eran recién emergidos al momento de formar las parejas. El segundo grupo (Grupo B) es el formado por los tratamientos 2, 4 y 6, en los cuales el macho tenía una edad similar a la de la hembra al momento de formar las parejas. El tratamiento 9 no fue tomado en cuenta para estos

cálculos ya que las hembras de este tratamiento no produjeron ootecas viables. Los tratamientos 7 y 8 al igual que las secuencias ootecales 6 y 7 de todos los tratamientos arrojaron pocos resultados, por lo que no se tomaron en cuenta para los análisis estadísticos. En casi todos los casos se aplicó el ANOVA no paramétrico de Kruskal-Wallis excepto para el análisis del número de ootecas viables y no viables donde se utilizó un ANOVA paramétrico. Para realizar estos estadísticos se utilizó el programa SPSS Statistics 17.0.

7. Resultados.

7.1. Número de ootecas viables que fueron colocadas por las hembras de *B. germanica*.

Las hembras de *B. germanica* luego de alcanzar la madurez comienzan a producir ootecas, las cuales, al cabo de un cierto número de días, son observadas en la abertura genital y unos días después son liberadas, habiendo sido estas fecundadas o no por un macho, es decir, que pueden producir tanto ootecas viables (OV) como ootecas no viables (ONV). Observándose 5 OV para la primera ooteca, 13 OV para la segunda, 21 OV para la tercera, 22 OV para la cuarta, 19 OV para la quinta, 12 OV para la sexta y 3 OV para la séptima. Cabe aclarar que a partir del segundo tratamiento, la formación de las parejas se realizó una vez liberada la correspondiente ONV según lo pautado en el diseño del bioensayo (Tabla II).

En la Tabla V se presentan los resultados del número de ootecas viables (OV) y no viables (ONV) que produjeron las hembras que estaban vivas en cada ciclo ootecal. Se observó una disminución de la viabilidad de las ootecas a medida que fueron liberadas ootecas no viables, previamente a la conformación de las parejas según el tratamiento. En el Grupo A las hembras comenzaron a morir luego del cuarto ciclo ootecal, mientras que en el Grupo B la mortalidad comenzó a registrarse luego del quinto ciclo ootecal; seguidamente, en todos los tratamientos el número de hembras vivas continuó decayendo hasta el séptimo ciclo ootecal excepto las pertenecientes al tratamiento 1, donde permanecieron vivas para ese momento.

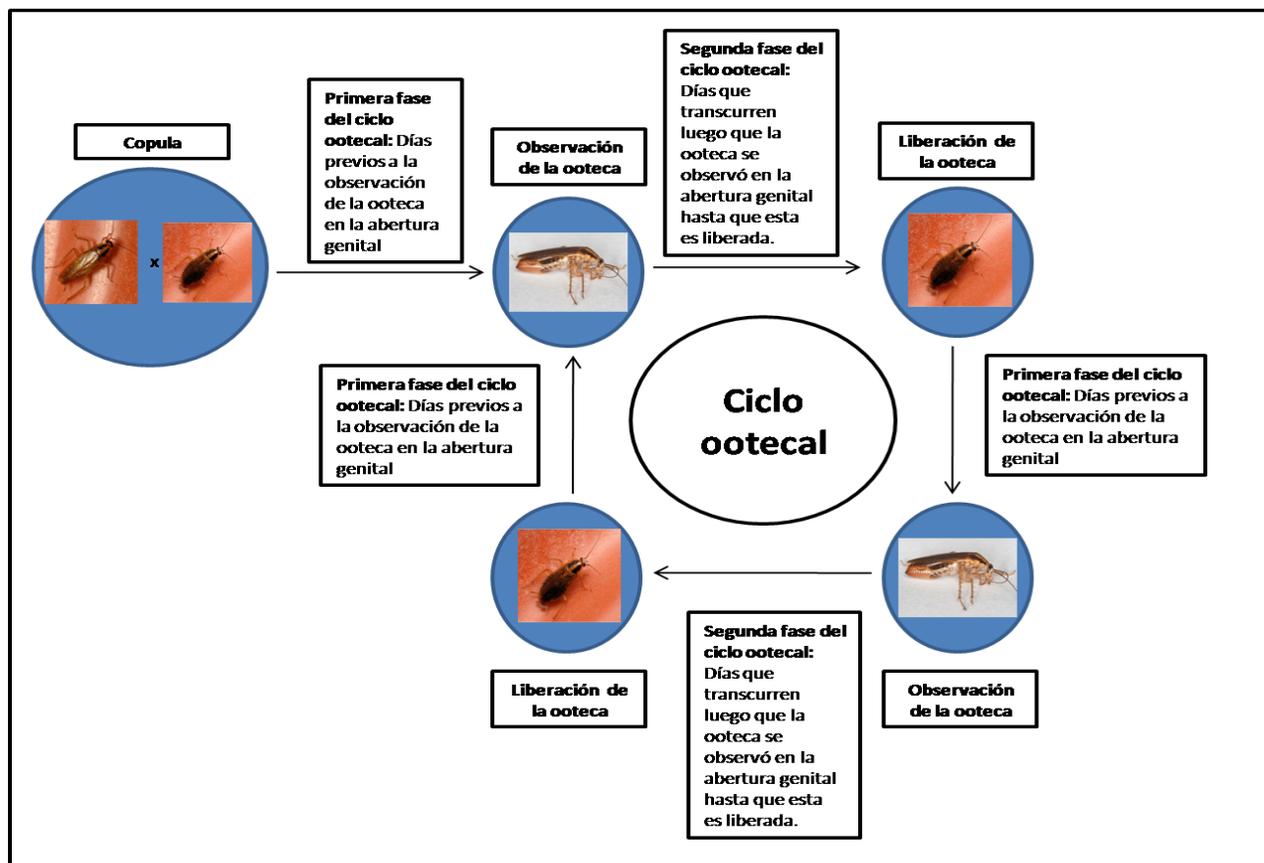


Figura 2. Ciclo ootecal de *Blattella germanica*.

7.1.1 Diferencias en el número de ootecas viables (OV) de *B. germanica* según el tratamiento, los grupos y las secuencias ootecales

Para establecer si existía alguna diferencia entre el número de ootecas viables que fueron colocadas por una hembra de *B. germanica* con relación al tratamiento, se realizó un análisis de varianza paramétrico (ANOVA), considerando como variable dependiente el número de ootecas viables (OV) y no viables (ONV) y como factores de agrupación los tratamientos, los grupos y la secuencia ootecal (ooteca N°). Para ello se consideró como hipótesis nula H_0 : **El número de ootecas viables no varía significativamente con el factor considerado** y como hipótesis alternativa H_1 : **El número de ootecas viables varía significativamente con el factor considerado**. Estos análisis arrojaron que el número de ootecas viables que fueron colocadas por una hembra de *B. germanica* varió significativamente entre los grupos y los tratamientos, rechazando la H_0 . En el caso de la secuencia ootecal (ooteca N°), esta no ejerció efecto sobre el número de ootecas viables obtenidas ($p < 0.10$) (Tabla IV). Los tratamientos 7 y 8 y la sexta y séptima secuencia ootecal (ootecas N° 6 y 7) presentaron pocos valores en relación al resto de los tratamientos y al resto de las ootecas, por lo que no fueron tomados en cuenta para el cálculo de estos ANOVA.

Tabla IV. Diferencias en el número de ootecas viables (OV) de *B. germanica* según el tratamiento, los grupos y las secuencias ootecales

ANOVA Ootecas viables y no viables								
		Suma de cuadrados	df	Media de los cuadrados	F	Sig.	F de Tabla p < 0.10	Consideración
Tratamientos	Entre los grupos	2,652	5	0,530	3,437	0,007	1,906	Rechaza H_0
	Dentro de los grupos	14,508	94	0,154				
	Total	17,160	99					
Ooteca N°	Entre los grupos	0,872	4	0,218	1,271	0,287	2,002	Acepta H_0
	Dentro de los grupos	16,288	95	0,171				
	Total	17,160	99					
Grupos	Entre los grupos	1,216	1	1,216	7,476	0,007	2,756	Rechaza H_0
	Dentro de los grupos	15,944	98	0,163				
	Total	17,160	99					

Tabla V. Número de hembras y de ootecas viables (OV) y no viables (ONV) que se observaron en cada ciclo ootecal de *B. germanica*, según el tratamiento.

		Tratamientos Grupo A					Tratamientos Grupo B						
		1	3	5	7	Total Grupo A	2	4	6	8	Total Grupo B	Total	
Ooteca N° 1	H	5	5*	5*	5*	5	5*	5*	4*	1*	0	5	
	OV	5	0*	0*	0*	5	0*	0*	0*	0*	0	5	
	ONV	0	5*	5*	5*	0	5*	5*	4*	1*	0	0	
Ooteca N° 2	H	5	5	5*	5*	10	5	5*	4*	1*	5	15	
	OV	5	3	0*	0*	8	5	0*	0*	0*	5	13	
	ONV	0	2	5*	5*	2	0	5*	4*	1*	0	2	
Ooteca N° 3	H	5	5	5	5*	15	5	5	4*	1*	10	25	
	OV	5	3	4	0*	12	5	4	0*	0*	9	21	
	ONV	0	2	1	5*	3	0	1	4*	1*	1	4	
Ooteca N° 4	H	5	4	5	5	19	5	5	4	1*	14	33	
	OV	3	3	3	0	9	5	4	4	0*	13	22	
	ONV	2	1	2	5	10	0	1	0	1*	1	11	
Ooteca N° 5	H	5	3	4	1	13	5	5	4	1	15	28	
	OV	3	1	1	1	6	5	4	3	1	13	19	
	ONV	2	2	3	0	7	0	1	1	0	2	9	
Ooteca N° 6	H	5	2	4	1	12	4	4	3	1	12	24	
	OV	1	0	1	0	2	4	2	3	1	10	12	
	ONV	4	2	3	1	10	0	2	0	0	2	12	
Ooteca N° 7	H	5	2	2	0	9	2	2	2	1	7	16	
	OV	0	1	0	0	1	0	1	1	0	2	3	
	ONV	5	1	2	0	8	2	1	1	1	5	13	
		H	35	21	20	7	83	26	21	13	3	63	146
		OV	22	11	9	1	43	24	15	11	2	52	95
		ONV	13	10	11	6	40	2	6	2	1	11	51

H = N° de Hembras
OV = Ootecas Viables
ONV = Ootecas No Viables

***=Indica el número de las réplicas donde las hembras no fecundadas liberaron ootecas. Estas ootecas no son tomadas en cuenta en la sumatoria ya que son las liberadas previamente a la conformación de los tratamientos.**

7.2. Primera fase del ciclo ootecal: Número de días previos a la observación de la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica*.

El tiempo en días que transcurren previos a la observación de una ooteca y la liberación de esta es lo que denominamos Ciclo Ootecal (Figura 2). En este lapso de tiempo observamos dos fases, la primera que corresponde al número de días transcurridos hasta la observación de una ooteca en la abertura genital y la segunda fase que corresponde al número de días que transcurren luego que la ooteca se observó en la abertura genital hasta que esta es liberada. En las hembras de *B. germanica* se observaron varios ciclos ootecales, los cuales indicaremos según su secuencia de ocurrencia u Ooteca N°.

En la Tabla VIII se presenta el tiempo promedio de días previos a la observación de las ootecas viables en la abertura genital de las hembras de *B. germanica*. Para la primera ooteca fue de $12,60 \pm 0,89$ días, para la segunda $8,62 \pm 2,14$ días, la tercera ooteca se observó a los $9,33 \pm 2,37$ días, la cuarta ooteca se observó a los $9,05 \pm 1,81$ días, la quinta ooteca se observó a los $9,16 \pm 2,50$ días, la sexta ooteca se observó a los $8,90 \pm 1,91$ días y la séptima ooteca a los $8,67 \pm 2,08$ días. De forma general, el tiempo promedio en días fue de $9,24 \pm 2,23$ días. El detalle de los valores exactos del número de días en que se presentan cada una de las ootecas viables para cada uno de los tratamientos se presenta en el anexo I.

7.2.1. Diferencias en el número de días previos a la observación de la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica*, en relación a los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°).

Para establecer si existía alguna diferencia entre el número de días previos a la observación de las ootecas en la abertura genital de las hembras de *B. germanica*, se realizaron análisis de varianza no paramétricos Kruskal-Wallis, considerando como variable de agrupación el número de días previos a la observación de las ootecas en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* y variables a contrastar los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°). Siendo la hipótesis nula H_0 : **El número de días previos a la observación de la ooteca en la abertura genital no varía significativamente con la variable a contrastar** y como hipótesis alternativa H_1 : **El número de días previos a la observación de la ooteca en la abertura genital varía significativamente con la variable a contrastar**. Estos análisis arrojaron que el número de días

previos a la observación de las ootecas en la abertura genital de *B. germanica* fueron iguales entre los tratamientos, las secuencias de las ootecas (ooteca N°) y los grupos ($p < 0.10$) (Tabla VI). Los tratamientos 7 y 8 y la sexta y séptima secuencia ootecal (ootecas N° 6 y 7) presentaron pocos valores, por lo que no fueron tomados en cuenta para el análisis de Kruskal-Wallis.

Tabla VI. Diferencias en el número de días previos a la observación de la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica*, en relación a los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°).

Variables dependientes	Estadísticas			Chi-Cuadrado de Tabla $p < 0.10$	Consideración
	Chi-Cuadrado	df	Asymp. Sig.		
Tratamientos	10,873	10	0,367	15,987	Acepta H_0
Ooteca N°	11,423	10	0,326	15,987	Acepta H_0
Grupos	6,323	10	0,787	15,987	Acepta H_0

Sin embargo, cualitativamente en los resultados correspondientes a la primera secuencia ootecal se observó diferencias respecto al resto de las secuencias ootecales. Por lo tanto, estos datos fueron sometidos a una segunda prueba de Kruskal-Wallis, pero considerando como variable de agrupación el número de días previos a la observación de las ootecas en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* y como variables a contrastar cada uno de los tratamientos y las secuencias ootecales (ooteca N°). Para esta prueba se consideró como hipótesis nula H_0 : **El número de días previos a la observación de la ooteca en la abertura genital no varía significativamente en relación a la secuencia ootecal** y como hipótesis alternativa H_1 : **El número de días previos a la observación de la ooteca en la abertura genital varía significativamente en relación a la secuencia ootecal**. Este segundo análisis arrojó que el número de días previos a la observación de las ootecas en la abertura genital de *B. germanica* no presenta diferencias entre los tratamientos, pudiéndose observar en la figura 3. Mientras que la primera secuencia ootecal (ooteca N° 1) sí es diferente respecto a las demás para esta misma variable. Es decir, que la primera secuencia ootecal (ooteca N° 1) es la ooteca que presentó un mayor número de días previos a la observación de la ooteca en la abertura genital ($p < 0.10$) (Tabla VII), esto último se visualiza en la Figura 4.

Tabla VII. Diferencias en el número de días previos a la observación de la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica*, en relación a la secuencia ootecal (ooteca N°) y los tratamientos.

Variables Dependientes	Estadísticas			Chi-Cuadrado de Tabla $p < 0.10$	Consideración
	Chi-Cuadrado	df	Asymp. Sig.		
Ooteca N° 1	44,913	10	0,000	15,987	Rechaza H_0
Ooteca N° 2	9,169	10	0,516	15,987	Acepta H_0
Ooteca N° 3	9,689	10	0,468	15,987	Acepta H_0
Ooteca N° 4	6,053	10	0,811	15,987	Acepta H_0
Ooteca N° 5	7,660	10	0,662	15,987	Acepta H_0
Tratamiento 1	12,128	10	0,277	15,987	Acepta H_0
Tratamiento 2	9,831	10	0,455	15,987	Acepta H_0
Tratamiento 3	7,083	10	0,718	15,987	Acepta H_0
Tratamiento 4	5,082	10	0,886	15,987	Acepta H_0
Tratamiento 5	14,379	10	0,156	15,987	Acepta H_0
Tratamiento 6	8,213	10	0,608	15,987	Acepta H_0

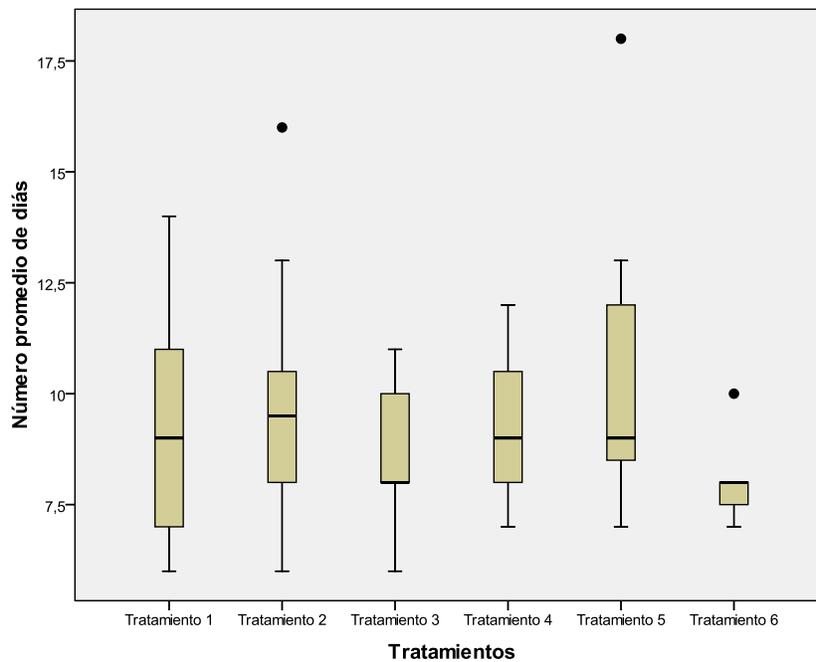


Figura 3. Frecuencias de los días previos a la observación de las ootecas viables en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* con base en los tratamientos.

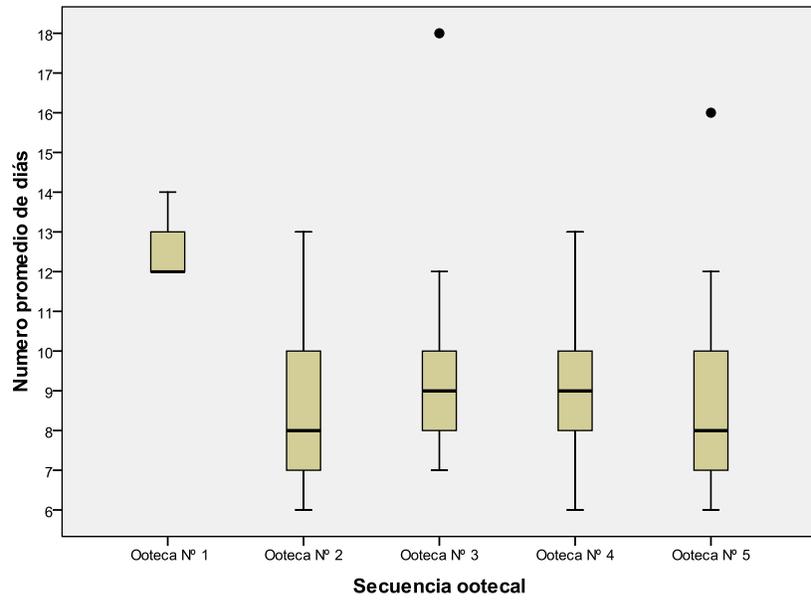


Figura 4. Frecuencias de los días previos a la observación de las ootecas viables en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* con base en las secuencias ootecales.

Tabla VIII. Primera fase del ciclo ootecal: Promedio del número de días previos a la observación de la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica* en los diferentes tratamientos y según la secuencia ootecal (Ooteca N°), considerando solo las ootecas viables.

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6	Tratamiento 7	Tratamiento 8	Tratamiento 9	Promedio
Primera ooteca	12,60 ± 0,89	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	12,60 ± 0,89
Segunda ooteca	7,80 ± 1,79	9,40 ± 2,61	8,67 ± 2,08	-----	-----	-----	-----	-----	-----	8,62 ± 2,14
Tercera ooteca	8,80 ± 1,10	10,00 ± 1,87	8,67 ± 1,15	8,50 ± 0,58	10,50 ± 5,07	-----	-----	-----	-----	9,33 ± 2,37
Cuarta ooteca	8,33 ± 1,53	9,80 ± 1,92	8,67 ± 2,52	8,50 ± 1,91	10,33 ± 2,31	8,50 ± 1,00	-----	-----	-----	9,05 ± 1,81
Quinta ooteca	7,00 ± 1,00	9,60 ± 3,65	8,00 ± 0,00	10,50 ± 1,29	11,00 ± 0,00	7,33 ± 0,58	13,00 ± 0,00	9,00 ± 0,00	-----	9,16 ± 2,50
Sexta ooteca	10,00 ± 0,00	8,50 ± 2,12	-----	8,50 ± 2,12	8,00 ± 0,00	8,00 ± 1,00	-----	13,00 ± 0,00	-----	8,90 ± 1,91
Séptima ooteca	-----	-----	8,00 ± 0,00	11,00 ± 0,00	-----	7,00 ± 0,00	-----	-----	-----	8,67 ± 2,08
Promedio	9,18 ± 2,32	9,59 ± 2,36	8,55 ± 1,57	9,20 ± 1,61	10,22 ± 3,42	7,91 ± 0,94	13,00 ± 0,00	11,00 ± 2,83	-----	
Promedio general										9,24 ± 2,23

7.3. Segunda fase del ciclo ootecal: Número de días desde que la ooteca viable se observó en la abertura genital de *B. germanica* hasta que esta fue liberada.

En la Tabla XI se presenta el tiempo promedio en días desde que la ooteca viable se observó en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* hasta que esta fue liberada, según los tratamientos. Para la primera ooteca fue de $27,80 \pm 1,10$ días, para la segunda ooteca este tiempo se ubicó entre 25,80 y 28,20 días con un promedio de $27,23 \pm 2,01$ días, la tercera ooteca a los $26,76 \pm 2,66$ días con una variación entre 24,40 y 28,40 días, la cuarta ooteca a los $27,18 \pm 2,82$ días con una variación entre 23,67 y 29,60 días, la quinta ooteca a los $25,68 \pm 2,91$ días con una variación entre 22 y 29,50 días, la sexta ooteca a los $27,42 \pm 2,94$ días con una variación entre 23 y 29,67 días y la séptima ooteca a los $24,67 \pm 1,53$ días con una variación entre 23 y 26 días. De forma general, considerando todos los tratamientos, se observó que el tiempo promedio en días transcurridos fue de $26,78 \pm 2,66$ días. El detalle de los valores exactos de los días transcurridos en cada uno de los tratamientos se observa en el anexo II.

7.3.1. Diferencias en el número de días que permanece la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica*, en relación a los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°).

Para establecer si existía alguna diferencia entre el número de días desde que la ooteca viable se observó en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* hasta que esta fue liberada se realizó un análisis de varianza K-W, considerando como variable de agrupación el número de días desde que la ooteca viable se observó en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* hasta que esta fue liberada y variables a contrastar los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°). Para este análisis se consideró como hipótesis nula **H₀ El tiempo en días que permanece la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica* no varía en relación a la variable a contrastar considerada** y como hipótesis alternativa **H₁: El tiempo en días que permanece la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica* varía en relación a la variable a contrastar considerada**. De este análisis se obtuvo que el número de días desde que la ooteca viable se observó en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* hasta que esta fue liberada fueron iguales entre los tratamientos y los grupos, presentando diferencia únicamente en las secuencias de las ootecas (ooteca N°) ($p < 0.10$) (Tabla IX). Los tratamientos 7 y 8 y la

sexta y séptima secuencia ootecal (ootecas N° 6 y 7) presentaron pocos valores, por lo que no fueron tomados en cuenta para el análisis de Kruskal-Wallis.

Tabla IX. Diferencias en el número de días que permanece la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica*, en relación a los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°).

Variables Dependientes	Estadísticas			Chi-Cuadrado de Tabla $p < 0.10$	Consideración
	Chi-Cuadrado	Df	Asymp. Sig.		
Tratamientos	7,689	10	0,659	15,987	Acepta H_0
Ooteca N°	21,233	10	0,020	15,987	Rechaza H_0
Grupos	7,713	10	0,657	15,987	Acepta H_0

Para determinar en cuales secuencias ootecales (ooteca N°) existieron diferencias entre el número de días desde que la ooteca viable se observó en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* hasta que esta fue liberada, se realizó una prueba *a posteriori*, considerando como variable de agrupación el número de días desde que la ooteca viable se observó en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* hasta que esta fue liberada y como variables a contrastar, cada una de las secuencias ootecales (ooteca N°). Para esta prueba se consideró, como hipótesis nula H_0 : **El tiempo en días que permanece la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica* no varía en relación a la secuencia ootecal** y como hipótesis alternativa H_1 : **El tiempo en días que permanece la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica* varía en relación a la secuencia ootecal**. El análisis de Kruskal-Wallis arrojó que el número de días desde que la ooteca viable se observó en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* hasta que esta fue liberada fue diferente en la quinta secuencia ootecal (ooteca N° 5). Es decir, la quinta secuencia ootecal (ooteca N° 5) fue la que presentó un menor número de días desde que la ooteca viable se observó en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* hasta que esta fue liberada, respecto a las demás secuencias ootecales ($p < 0.10$) (Tabla X). En la figura 5 se presentan las frecuencias de los días desde que la ooteca viable se observó en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* hasta que esta fue liberada según las secuencias ootecales (Ooteca N°), pudiéndose observar variación en la frecuencia de los días de la ooteca N° 5 con relación al resto de las secuencias ootecales.

Tabla X. Diferencias en el número de días que permanece la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica*, en relación a la secuencia ootecal (ooteca N°).

Variables Dependientes	Estadísticas			Chi-Cuadrado de Tabla $p < 0.10$	Consideración
	Chi-Cuadrado	df	Asymp. Sig.		
Ooteca N° 1	14,407	10	0,155	15,987	Acepta H_0
Ooteca N° 2	10,392	10	0,407	15,987	Acepta H_0
Ooteca N° 3	5,719	10	0,838	15,987	Acepta H_0
Ooteca N° 4	5,583	10	0,849	15,987	Acepta H_0
Ooteca N° 5	17,770	10	0,059	15,987	Rechaza H_0

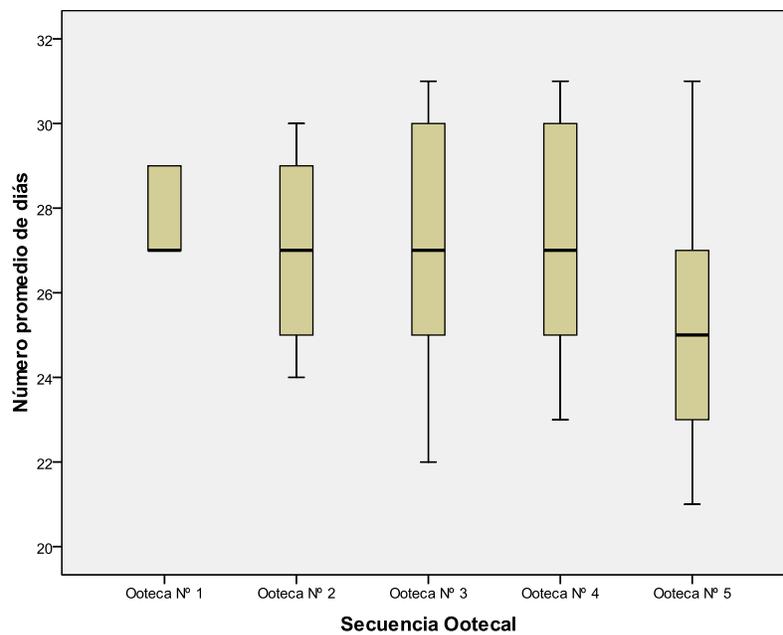


Figura 5. Frecuencias del número de días que permanece la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica* con base en las secuencias ootecales.

Tabla XI. Segunda fase del ciclo ootecal: Promedio del número que permanece la ooteca viable se observó en la abertura genital de las hembras de *B. germanica*.

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6	Tratamiento 7	Tratamiento 8	Tratamiento 9	Promedio
Primera ooteca	27,80 ± 1,10	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	27,80 ± 1,10
Segunda ooteca	25,80 ± 2,39	28,20 ± 0,84	28,00 ± 1,73	-----	-----	-----	-----	-----	-----	27,23 ± 2,01
Tercera ooteca	28,40 ± 3,58	24,40 ± 1,14	26,67 ± 3,79	27,75 ± 1,50	26,75 ± 1,26	-----	-----	-----	-----	26,76 ± 2,66
Cuarta ooteca	23,67 ± 1,15	29,60 ± 1,52	25,33 ± 1,53	26,25 ± 2,22	28,67 ± 2,52	28,00 ± 3,37	-----	-----	-----	27,18 ± 2,82
Quinta ooteca	24,33 ± 1,53	23,00 ± 1,22	26,00 ± 0,00	29,50 ± 2,38	22,00 ± 0,00	26,33 ± 1,15	28,00 ± 0,00	27,00 ± 0,00	-----	25,68 ± 2,91
Sexta ooteca	27,80 ± 1,10	21,25 ± 9,07	-----	26,20 ± 2,17	13,80 ± 11,05	25,75 ± 0,96	-----	27,00 ± 0,00	-----	27,42 ± 2,94
Séptima ooteca	-----	-----	26,00 ± 0,00	25,00 ± 0,00	-----	23,00 ± 0,00	-----	-----	-----	24,67 ± 1,53
Promedio	26,36 ± 2,70	26,71 ± 3,07	26,55 ± 2,25	27,00 ± 2,73	26,78 ± 2,54	27,55 ± 2,77	28,00 ± 0,00	27,00 ± 0,00	-----	
Promedio general										26,78 ± 2,66

7.4. Número de ninfas que emergieron de las ootecas viables de *B. germanica*.

En la Tabla XIV se presenta el número de ninfas promedio que emergieron de las ootecas viables producidas por las hembras de *B. germanica*, según los tratamientos y ciclo ootecal. Para la primera ooteca emergieron $37,60 \pm 7,50$ ninfas, para la segunda emergieron $36,17 \pm 7,33$ ninfas, para la tercera ooteca fueron $33,99 \pm 8,66$ ninfas, para la cuarta ooteca fueron $30,27 \pm 8,89$ ninfas, para la quinta ooteca fueron $29,76 \pm 5,55$ ninfas, para la sexta ooteca fueron $26,17 \pm 7,78$ y para la séptima ooteca fueron $22,33 \pm 3,79$ ninfas. De forma general, se observó que las ninfas que emergieron de las ootecas fueron de $31,42 \pm 8,35$ ninfas. El número exacto de ninfas que emergieron de las ootecas de *B. germanica* en cada uno de los tratamientos se presenta en el Anexo III.

7.4.1. Diferencias en el número de ninfas que emergieron de las ootecas viables de *B. germanica*, siendo las variables a contrastar los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°).

Para establecer si existía alguna diferencia entre el número de ninfas que emergieron de las ootecas de *B. germanica* se realizaron análisis de varianza no paramétricos, considerando como variable de agrupación el número de ninfas que emergieron de las ootecas de *B. germanica* y variables a contrastar los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°). Para este análisis de Kruskal-Wallis se consideró como hipótesis nula **H₀: El número de ninfas que emergieron de las ootecas de *B. germanica* no varía en relación a la variable a contrastar considerada** y como hipótesis alternativa **H₁: El número de ninfas que emergieron de las ootecas de *B. germanica* varía en relación a la variable a contrastar considerada**. Con este análisis se estableció que el número de ninfas que emergieron de las ootecas de *B. germanica* fueron iguales entre los tratamientos y los grupos, presentando diferencia únicamente en las secuencias de las ootecas (ooteca N°) ($p < 0.10$) (Tabla XII). Los tratamientos 7 y 8 y la sexta y séptima secuencia ootecal (ootecas N° 6 y 7) presentaron pocos valores, por lo que no fueron tomados en cuenta para el análisis de Kruskal-Wallis.

Tabla XII. Diferencias en el número de ninfas que emergieron de las ootecas viables de *B. germanica*, siendo las variables a contrastar los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal (ooteca N°).

Variables Dependientes	Estadísticas			Chi-Cuadrado de Tabla $p < 0.10$	Consideración
	Chi-Cuadrado	df	Asymp. Sig.		
Tratamientos	21,928	24	0,584	33,196	Acepta H_0
Ooteca N°	43,931	24	0,008	33,196	Rechaza H_0
Grupos	27,509	24	0,281	33,196	Acepta H_0

Para determinar en cuales secuencias ootecales (ooteca N°) existieron diferencias entre el número de ninfas que emergieron de las ootecas de *B. germanica* se realizó una prueba *a posteriori*, considerando como variable de agrupación el número de ninfas que emergieron de las ootecas de *B. germanica* y como variables a contrastar, las secuencias ootecales (ooteca N°). Para esta prueba se consideró como hipótesis nula **H_0 : El número de ninfas que emergieron de las ootecas de *B. germanica* no varía en relación a la secuencia ootecal** y como hipótesis alternativa **H_1 : El número de ninfas que emergieron de las ootecas de *B. germanica* varía en relación a la secuencia ootecal**. El análisis de Kruskal-Wallis arrojó que el número de ninfas que emergieron de las ootecas de *B. germanica* fue diferente en la quinta secuencia ootecal (ooteca N° 5). Es decir, que la quinta secuencia ootecal (ooteca N° 5) fue la ooteca que presentó una mayor variación, respecto a las demás ootecas, en el número de ninfas que emergieron $p < 0.10$) (Tabla XIII). En la figura 6 se presenta las frecuencias del número de ninfas que emergieron de las ootecas de *B. germanica* según las secuencias ootecales (Ooteca N°), pudiéndose observar un menor número de las mismas, con relación a las secuencias ootecales sucesivas.

Tabla XIII. Diferencias en el número de ninfas que emergieron de las ootecas viables de *B. germanica*, siendo las variables a contrastar cada una de las secuencias ootecales (ooteca N°).

Variables Dependientes	Estadísticas			Chi-Cuadrado de Tabla $p < 0.10$	Consideración
	Chi-Cuadrado	df	Asymp. Sig.		
Ooteca N° 1	31,749	24	0,133	33,196	Acepta H_0
Ooteca N° 2	30,504	24	0,169	33,196	Acepta H_0
Ooteca N° 3	24,734	24	0,420	33,196	Acepta H_0
Ooteca N° 4	29,428	24	0,204	33,196	Acepta H_0
Ooteca N° 5	40,512	24	0,019	33,196	Rechaza H_0

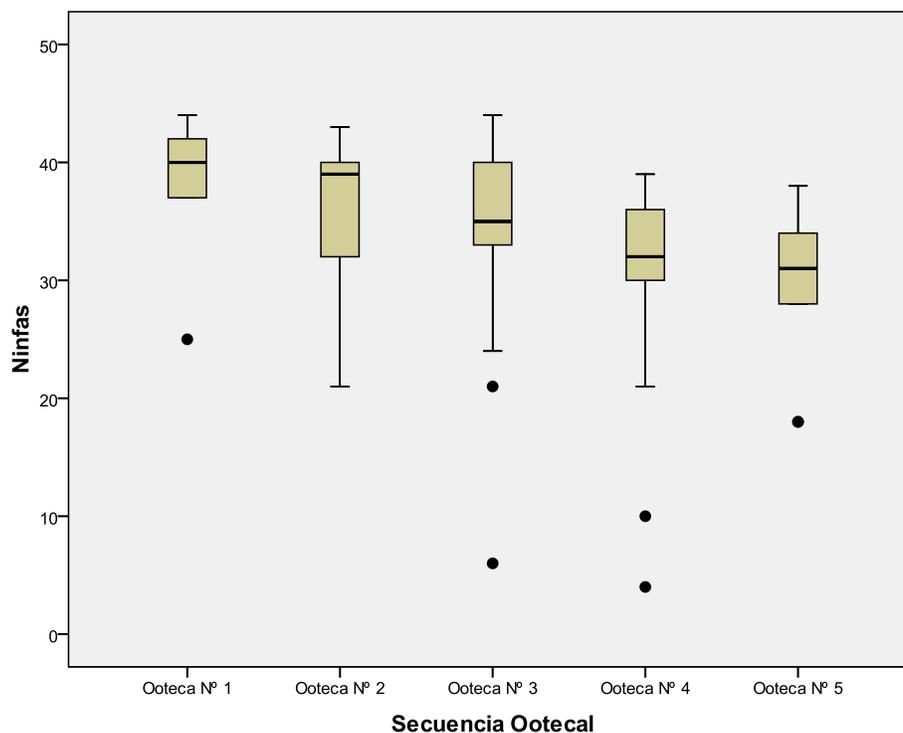


Figura 6. Frecuencias del número de ninfas que emergieron de las ootecas viables de *B. germanica* con base en las secuencias ootecales.

Tabla XIV. Número de ninfas que emergieron de las ootecas viables de *B. germanica* según los tratamientos y ciclo ootecal.

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6	Tratamiento 7	Tratamiento 8	Tratamiento 9	Promedio
Primera ooteca	37,60 ± 7,50	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	37,60 ± 7,50
Segunda ooteca	35,60 ± 8,14	39,25 ± 4,29	32,00 ± 9,54	-----	-----	-----	-----	-----	-----	36,17 ± 7,33
Tercera ooteca	32,40 ± 7,23	35,75 ± 7,95	34,67 ± 1,15	38,75 ± 5,56	28,50 ± 15,29	-----	-----	-----	-----	33,99 ± 8,66
Cuarta ooteca	34,67 ± 3,06	32,00 ± 2,92	14,67 ± 13,61	36,50 ± 1,73	28,00 ± 5,29	32,00 ± 7,87	-----	-----	-----	30,27 ± 8,89
Quinta ooteca	28,67 ± 1,15	30,50 ± 7,53	18,00 ± 0,00	32,75 ± 2,50	28,00 ± 0,00	33,00 ± 4,58	23,00 ± 0,00	28,00 ± 0,00	-----	29,76 ± 5,55
Sexta ooteca	12,00 ± 0,00	32,00 ± 0,82	-----	29,00 ± 2,83	28,00 ± 0,00	20,00 ± 9,54	-----	28,00 ± 0,00	-----	26,17 ± 7,78
Séptima ooteca	-----	-----	18,00 ± 0,00	25,00 ± 0,00	-----	24,00 ± 0,00	-----	-----	-----	22,33 ± 3,79
Promedio	33,18 ± 8,07	33,98 ± 6,13	25,45 ± 11,83	34,33 ± 5,21	28,22 ± 9,73	28,27 ± 8,70	23,00 ± 0,00	28,00 ± 0,00	-----	
Promedio general										31,42 ± 8,35

7.5. Número de ootecas viables, septos, ninfas, hembras, machos, porcentaje de ninfas que emergen y porcentaje de ninfas que llegan a adultos según el tratamiento.

En la Tabla XV se observan los valores totales de las variables reproductivas de *B. germanica* obtenidas para los tratamientos que conforman los Grupos A y B. Es así como: el número de ootecas viables del grupo A fue de 43 y de 52 para el grupo B, el número de septos fue de 1460 para el grupo A y de 1816 para el grupo B, el número de ninfas emergidas fue de 1287 para el grupo A y de 1698 para el grupo B, el número de hembras que llegan a adultos fue de 592 para el grupo A y de 660 para el grupo B, el número de machos fue de 519 para el grupo A y de 663 para el grupo B y el número de septos presentes en el grupo A fue de 1460 y de 1816 para el grupo B. La sumatoria de los machos y hembras nos da el total de ninfas que llegan a emerger como adultos. Con estos valores se pudo determinar para cada tratamiento el promedio de ninfas que emergieron por ooteca, número de septos por ooteca, el promedio de hembras por ooteca, el promedio de machos por ooteca, el promedio de adultos por ooteca, la proporción de hembras por macho, el porcentaje de ninfas que emergieron de las ootecas y el porcentaje de ninfas que emergieron como adultos.

Tabla XV. Número de ootecas viables, septos, ninfas, hembras, machos, porcentaje de ninfas que emergen y porcentaje de ninfas que llegan a adultos según el tratamiento.

	Tratamientos Grupo A						Tratamientos Grupo B					
	1	3	5	7	Total	Promedio	2	4	6	8	Total	Promedio
N° de ootecas Viables	22	11	9	1	43	10,75	24	15	11	2	52	13
N° Total de Septos	814	334	288	24	1460	365	868	538	346	64	1816	454
N° de Septos/ooteca	37,00	30,36	32,00	24,00		33,95	36,17	35,87	31,45	32,00		34,92
Fertilidad (F_x) o N° Total de Ninfas	730	280	254	23	1287	321,75	816	515	311	56	1698	424,5
N° promedio de Ninfas que Emergen/ooteca	33,18	25,45	28,22	23,00		29,93	34,00	34,33	28,27	28,00		32,65
N° Total Hembras	326	141	113	12	592	148	312	189	140	19	660	165
Promedio Hembras/ooteca	14,82	12,82	12,56	12		13,77	13	12,6	12,73	9,5		12,69
N° Total Machos	317	95	100	7	519	129,75	330	202	119	12	663	165,75
Promedio Machos/ooteca	14,41	8,64	11,11	7		12,07	13,75	13,47	10,82	6		12,75
Total Adultos	643	236	213	19	1111	277,75	642	391	259	31	1323	330,75
Promedio Adultos/ooteca	29,23	21,45	23,67	19		25,84	26,75	26,07	23,55	15,5		25,44
Proporción ♀/♂	1,03	1,48	1,13	1,71		1,14	0,95	0,94	1,18	1,58		1,00
% de Ninfas que Emergen	89,68	83,83	88,19	95,83		88,15	94,01	95,72	89,88	87,5		93,50
% de Ninfas que Llegan a Adultos	88,08	84,29	83,86	82,61		86,32	78,68	75,92	83,28	55,36		77,92

7.6. Tabla de vida de las ninfas de *B. germanica*.

En la Tabla XVI se presentan los cálculos de los parámetros que conforman la Tabla de vida de las ninfas de *B. germanica* a lo largo de las nueve semanas que viven antes de pasar a adultos. Como valor inicial tuvimos a 730 individuos ninfa (N_x) emergidos de 22 ootecas viables producidas por 5 hembras pertenecientes al tratamiento 1 (Tabla XVI). Se registró mortalidad (D_x) únicamente durante las primeras cinco semanas, llegándose a acumular un total de 12% durante este periodo. Es por ello que se refleja una reducida probabilidad de morir entre una edad y la siguiente (d_x) durante dicho periodo y una sobrevivencia (l_x) equivalente a 0,881; es decir, desde la quinta semana y hasta la décima, permanecen vivas el 88% de las ninfas.

Tabla XVI. Cálculo de D_x , l_x , d_x , q_x , L_x , T_x y e_x de las ninfas obtenidas en el tratamiento 1

	Semana	Días	N_x	D_x^1	l_x	d_x^2	q_x	L_x	T_x	e_x
IDN	0	0	730	37	1,000	0,051	0,051	0,975	9,931	10,189
Tiempo de vida como ninfas	1	7	693	14	0,949	0,019	0,020	0,940	8,956	9,531
	2	14	679	9	0,930	0,012	0,013	0,924	8,016	8,676
	3	21	670	13	0,918	0,018	0,019	0,909	7,092	7,803
	4	28	657	8	0,900	0,011	0,012	0,895	6,184	6,913
	5	35	649	6	0,889	0,008	0,009	0,885	5,289	5,977
	6	42	643	0	0,881	0,000	0,000	0,881	4,404	5,000
	7	49	643	0	0,881	0,000	0,000	0,881	3,523	4,000
	8	56	643	0	0,881	0,000	0,000	0,881	2,642	3,000
	9	63	643	0	0,881	0,000	0,000	0,881	1,762	2,000
Inicio de vida como adulto	10	70	643	0	0,881	0,000	0,000	0,881		

IDN = Inicio del desarrollo ninfal,

¹ Rabinovich 1982 modificado en notación, usamos el símbolo D_x por d_x ,

² Ojasti (2000) *Sensu estricto* ($d_x = l_x - l_{x+1}$)

Con la finalidad de calcular las Tablas de vida para las hembras de *B. germanica* en cada uno de los tratamientos, se definieron 2 edades ó periodos de desarrollo para las hembras (Tabla XVIII)

- 1) Número promedio de días en que las ninfas alcanzan la edad adulta $65,5 \pm 7,32$ días (aprox. 9 semanas) edad 0.
- 2) Edad promedio en que las hembras liberan cada ooteca o ciclo ootecal (1° al 8°).

Tabla XVII. Equivalencia entre las edades en días y las edades usadas para el cálculo de los parámetros presentados en las Tablas de vida.

Edades en días	Edad (x)
Número promedio de días en que las ninfas alcanzan la edad adulta	0°
Tiempo promedio en días de las hembras en el momento de liberar la primera ooteca siendo su viabilidad definida según el tratamiento (Primer ciclo ootecal).	1°
Tiempo promedio en días de las hembras en el momento de liberar la segunda ooteca siendo su viabilidad definida según el tratamiento (Segundo ciclo ootecal).	2°
Tiempo promedio en días de las hembras en el momento de liberar la tercera ooteca siendo su viabilidad definida según el tratamiento (Tercer ciclo ootecal).	3°
Tiempo promedio en días de las hembras en el momento de liberar la cuarta ooteca siendo su viabilidad definida según el tratamiento (Cuarto ciclo ootecal).	4°
Tiempo promedio en días de las hembras en el momento de liberar la quinta ooteca siendo su viabilidad definida según el tratamiento (Quinto ciclo ootecal).	5°
Tiempo promedio en días de las hembras en el momento de liberar la sexta ooteca siendo su viabilidad definida según el tratamiento (Sexto ciclo ootecal).	6°
Tiempo promedio en días de las hembras en el momento de liberar la séptima ooteca siendo su viabilidad definida según el tratamiento (Séptimo ciclo ootecal).	7°
Tiempo promedio total de días de vida de las hembras.	8°

7.7. Mortalidad cruda (D_x), probabilidad de morir entre una edad y la siguiente (q_x) y supervivencia (l_x) de las hembras de *B. germanica* en cada uno de los tratamientos.

En la Tabla XVIII se presentan los valores de mortalidad cruda (D_x), la probabilidad de morir entre una edad y la siguiente (q_x) y los valores de supervivencia (l_x) correspondientes a cada una de las edades y tratamientos. Cuando las cucarachas iniciaron la edad adulta se observó una mortalidad cruda (D_x) de 0 en casi todos los tratamientos hasta la tercera secuencia ootecal (ooteca N° 3) donde murió una hembra del tratamiento N° 3; esto influyó directamente en la probabilidad de morir entre la edad correspondiente a la ooteca respectiva y la siguiente (q_x) y sobre la supervivencia (l_x) la cual fue de 0,88 hasta la cuarta secuencia ootecal (ooteca N° 4). A partir de la cuarta secuencia ootecal (ooteca N° 4) se observó mortalidad cruda (D_x) de las hembras en los tratamientos 5, 7 y 9 pertenecientes al Grupo A, por lo que se observa un incremento de la probabilidad de morir entre una edad y la siguiente (q_x) y una reducción de la supervivencia (l_x) en la quinta secuencia ootecal (ooteca N° 5) de estos tratamientos.

En el caso de los tratamientos 2, 4 y 6 pertenecientes al Grupo B se observó mortalidad cruda (D_x) de las hembras a partir de la quinta secuencia ootecal (ooteca N° 5), de manera que se obtuvo un incremento de la probabilidad de morir entre esta edad y la siguiente (q_x) y por ende una reducción de la supervivencia (l_x) en la sexta secuencia ootecal (ooteca N° 6) de estos tratamientos. La mayoría de las hembras de todos los tratamientos murió luego de la séptima secuencia ootecal (ooteca N° 7), de manera que la mortalidad cruda (D_x) fue máxima en la séptima secuencia ootecal (ooteca N° 7), en otras palabras, la probabilidad de morir entre una edad y la siguiente (q_x) es 1 en la séptima secuencia ootecal (ooteca N° 7) y la supervivencia (l_x) es 0 en la octava secuencia ootecal (ooteca N° 8).

Tabla XVIII. Mortalidad cruda (D_x^1), probabilidad de morir entre una edad y la siguiente (q_x) y supervivencia (l_x) de las hembras de *B. germanica* en cada uno de los tratamientos.

		l_x, D_x^1 y q_x en cada uno de los tratamientos																										
		Tratamiento																										
Días promedio	Ooteca N°	1			2			3			4			5			6			7			8			9		
		D_x^1	q_x	l_x	D_x^1	q_x	l_x	D_x^1	q_x	l_x	D_x^1	q_x	l_x	D_x^1	q_x	l_x	D_x^1	q_x	l_x	D_x^1	q_x	l_x	D_x^1	q_x	l_x	D_x^1	q_x	l_x
65,5	0°	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88
104,38	1°	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88
141,75	2°	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88
176,23	3°	0	0	0,88	0	0	0,88	1	0,2	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88	0	0	0,88
214,8	4°	0	0	0,88	0	0	0,88	1	0,25	0,7	0	0	0,88	1	0,2	0,88	0	0	0,88	4	0,8	0,88	0	0	0,88	1	0,33	0,88
244,5	5°	0	0	0,88	1	0,2	0,88	1	0,33	0,53	1	0,2	0,88	0	0	0,7	1	0,25	0,88	0	0	0,18	0	0	0,88	1	0,5	0,59
276,12	6°	0	0	0,88	2	0,5	0,7	0	0	0,35	2	0,5	0,7	2	0,5	0,7	1	0,33	0,66	1	1	0,18	0	0	0,88	1	1	0,29
302,83	7°	5	1	0,88	2	1	0,35	2	1	0,35	2	1	0,35	2	1	0,35	2	1	0,44	0	0	0	1	1	0,88	0	0	0
319,12	8°			0			0			0			0			0			0						0			

¹Rabinovich 1982 modificado en notación, usamos el símbolo D_x por d_x

7.8. Esperanza de vida (e_x) de las hembras de *B. germanica*.

En la Tabla XIX se presentan los valores de la esperanza de vida (e_x) correspondientes a cada una de las edades según el tratamiento. En esta se observó que cuando el macho es recién emergido (tratamientos 3, 5, 7 y 9) la e_x es menor respecto a aquella que se obtiene cuando ambos progenitores tienen edades similares (tratamientos 2, 4, 6 y 8). Los individuos correspondientes al tratamiento 1, donde ambos progenitores son recién emergidos, muestran los mayores valores de esperanza de vida, siendo similar al del tratamiento 8 (progenitores con edad similar).

Tabla XIX. Esperanza de vida (e_x) de las hembras de *B. germanica* según el ciclo ootecal en cada uno de los tratamientos.

e_x en cada uno de los tratamientos										
		Tratamiento								
Días promedio	Ooteca N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
65,5	0°	7,50	6,70	5,70	6,70	6,50	6,75	4,90	7,50	5,50
104,38	1°	6,50	5,70	4,70	5,70	5,50	5,75	3,90	6,50	4,50
141,75	2°	5,50	4,70	3,70	4,70	4,50	4,75	2,90	5,50	3,50
176,23	3°	4,50	3,70	3,00	3,70	3,50	3,75	1,90	4,50	2,50
214,8	4°	3,50	2,70	2,57	2,70	2,78	2,75	1,50	3,50	1,80
244,5	5°	2,50	1,89	2,20	1,89	2,00	2,00	1,50	2,50	1,33
276,12	6°	1,50	1,33	1,50	1,33	1,33	1,40	1,00	1,50	1,00
302,83	7°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	

7.9. Fecundidad (m_x) de las hembras de *B. germanica*.

En la Tabla XX se presentan los valores del número promedio de hembras que llegan a la edad adulta por cada hembra y por ooteca, conocido como fecundidad (m_x); este es un elemento importante para el cálculo de los parámetros poblacionales. En sentido general, se puede observar que los valores de fecundidad se reducen en cada tratamiento a medida que se avanza en las secuencias ootecales, a excepción del tratamiento 2.

Tabla XX. Fecundidad (m_x) promedio de las hembras de *B. germanica* en cada uno de los tratamientos.

m_x en cada uno de los tratamientos										
		Tratamiento								
Días promedio	Ooteca N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
65,5	0°	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104,38	1°	17,40	0	0	0	0	0	0	0	0
141,75	2°	15,80	12,20	7,20	0	0	0	0	0	0
176,23	3°	14,00	12,20	10,20	10	10,20	0	0	0	0
214,8	4°	10	13,00	6,50	10,60	7,20	18,25	0	0	0
244,5	5°	7,80	15,60	5,00	9,80	3,25	9,00	12,00	9,00	0
276,12	6°	0,20	11,75	0	6,25	3,25	9,00	0	10	0
302,83	7°	0	0	6,50	6,00	0	2,00		0	
319,12	8°			0	0		0			

7.10. Porcentaje de hembras de *B. germanica* que sobreviven en cada una de las edades de cada grupo y número de ootecas que son colocadas por estas.

En la Tabla XXI se presentan los valores del número total de hembras en cada uno de los grupos de tratamientos y cada ciclo ootecal. Las hembras del grupo A iniciaron con 20 y las hembras del grupo B iniciaron con 15. Igualmente se observó que el porcentaje de hembras del grupo A comienza a disminuir en la cuarta secuencia ootecal (ooteca N° 4) y en la sexta secuencia ootecal (ooteca N° 6) para el grupo B. El 100% de las hembras muere luego de la séptima secuencia ootecal (ooteca N° 7).

En el grupo A (Tratamientos 1, 3, 5 y 7), se observó que el 65% del total de hembras sobrevivieron hasta la quinta ooteca liberada, y solo 6 hembras de este grupo (30%) logró colocar una ooteca viable. El 100% de las hembras del grupo B logró alcanzar la quinta edad y 13 hembras lograron colocar ootecas viables (86,66 %). Para la séptima ooteca se observó que el 45% de las hembras del grupo A (Tratamientos 1, 3, 5 y 7) sobrevivieron, y solo 1 hembra de este grupo (5%) logró colocar una ooteca viable. Para la séptima ooteca, el 46,67% de las hembras del grupo B alcanzó dicha edad y 13% de las hembras logró colocar ootecas viables.

Por otro lado, las hembras del Grupo A, comparativamente colocan más ootecas viables en la primera mitad del tiempo que viven, ocurriendo lo contrario en el Grupo B.

Tabla XXI. Porcentaje de hembras de *B. germanica* que sobreviven en cada una de las edades de cada grupo y número de ootecas que son colocadas por estas.

Ooteca N°	Grupo A (Tratamientos 1, 3, 5 y 7)			Grupo B (Tratamientos 2, 4, 6 y 8)			TOTAL		
	Hembras adultas del grupo	% de hembras adultas del grupo	N° ootecas viables en el grupo	Hembras adultas del grupo	% de hembras adultas del grupo	N° ootecas viables en el grupo	Hembras adultas del grupo	% de hembras adultas del grupo	N° ootecas viables en el grupo
1°	20	100	5	15	100	0	35	100,00	5
2°	20	100	8	15	100	5	35	100,00	13
3°	20	100	12	15	100	9	35	100,00	21
4°	19	95	9	15	100	13	34	97,14	22
5°	13	65	6	15	100	13	28	80,00	19
6°	12	60	2	12	80	10	24	68,57	12
7°	9	45	1	7	46,67	2	16	45,71	3

7.11. Parámetros poblacionales de *B. germanica*.

En la Tabla XXII se presentan los valores obtenidos para los parámetros poblacionales: tasa neta de reproducción (R_o), el tiempo generacional (T), la tasa intrínseca de crecimiento natural (r) y la tasa finita de multiplicación (λ) de *B. germanica*, para los tratamientos pertenecientes a los Grupos A y B, y calculados con base en la supervivencia (l_x) y la tasa de fecundidad (m_x) en cada una de las edades (Tabla XVIII).

Tabla XXII. Parámetros poblacionales de *B. germanica* en cada uno de los tratamientos.

	Tratamiento							
	Grupo A				Grupo B			
	1	3	5	7	2	4	6	8
Nº de ootecas viables	22	11	9	1	24	15	11	2
R_o	57,43	24,839	19,907	2,114	54,963	33,295	30,829	16,736
r	0,03	0,018	0,015	0,003	0,021	0,016	0,015	0,011
T	163,09	193,475	207,863	244,5	209,638	225,996	236,776	261,14
λ	1,03	1,018	1,015	1,003	1,021	1,016	1,015	1,011

En esta Tabla se observa que los valores de la tasa neta de reproducción (R_o) presentó una reducción de los valores presentes en los tratamientos sucesivos dentro de cada uno de los grupos, ubicándose estos desde 57,43 hasta 2,11 para el Grupo A y desde 54,96 hasta 16,736 los valores del Grupo B, siendo comparativamente mayores los valores presentes en la mayoría de los tratamientos del Grupo B con respecto a los del Grupo A. Igualmente se observó una reducción en los valores de la tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r) y de la tasa finita de reproducción (λ) en los tratamientos sucesivos dentro de cada grupo. El tiempo generacional (T) presentó un aumento de los valores presentes en los tratamientos sucesivos dentro de cada uno de los grupos ubicándose estos desde 163,09 hasta 244,5 para el Grupo A y desde 209,638 hasta 261,14 para el Grupo B, siendo comparativamente mayores los valores presentes en los tratamientos del Grupo B con respecto a los del Grupo A.

7.12. Valor reproductivo de *B. germanica*.

Considerando la supervivencia de las réplicas en cada uno de los tratamientos (l_x), la tasa de fecundidad (m_x), la tasa intrínseca de crecimiento natural (r) y la edad en días de las hembras en cada uno de los tratamientos, se calculó el valor reproductivo de las hembras cada una de las edades, siendo este el número de relativo de progenie hembra que aún le queda por producir a cada una de las hembras de Edad (x) de una población.

En la Tabla XXIII se presentan los valores del valor reproductivo de las hembras para cada uno de los tratamientos en cada una de las edades. Se observa que el mayor valor reproductivo se obtiene en las edades en que es colocada la primera ooteca viable en cada tratamiento. Igualmente se puede observar un mayor valor reproductivo en las hembras de los tratamientos del Grupo B, con relación a sus pares del Grupo A.

Tabla XXIII. Valor reproductivo (V_x) de las hembras de *B. germanica* en cada Edad (x) para cada uno de los tratamientos.

Edad (x)	Tratamiento							
	1	2	3	4	5	6	7	8
IND	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0°	7,87	4,90	3,70	3,31	3,02	2,99	1,39	2,31
1°	24,82	11,69	7,47	6,24	5,39	5,30	1,56	3,52
2°	22,39	26,94	14,67	11,48	9,42	9,20	1,75	5,28
3°	18,25	24,50	13,93	20,15	15,77	15,31	1,95	7,68
4°	13,28	23,42	9,36	19,04	9,91	27,06	2,19	11,66
5°	7,88	20,24	6,51	13,71	5,28	13,66	12,00	16,10
6°	0,20	11,75	4,01	8,19	3,25	9,90	0	10,00
7°	0	0	6,50	6,00	0	2,00		0
8°			0	0		0		

Tratamientos del grupo A= 1, 3, 5 y 7

Tratamientos del grupo B= 2, 4, 6 y 8

8. Discusión.

8.1. Número de ootecas viables que fueron colocadas por las hembras de *B. germanica*.

Según nuestros resultados, el ANOVA indicó que el número de ootecas viables colocadas por las hembras de *B. germanica* varió significativamente, tanto entre los grupos como entre los tratamientos, no así en la secuencia ootecal. Con respecto a los grupos, el grupo B integrado por machos y hembras de edad similar (tratamientos 2, 4, 6 y 8) obtuvieron un mayor número de ootecas viables respecto al grupo experimental A (tratamientos 1, 3, 5 y 7) donde los machos eran recién emergidos al momento de formar las parejas.

Este fenómeno podría explicarse del efecto combinado de la edad de la hembra y la del macho sobre la fertilidad, lo que podemos interpretar en términos de la madurez reproductiva. En primer lugar desde el punto de vista de la participación del macho, expresada, en última instancia, en términos del comportamiento de apareamiento relacionado con el cortejo que realiza, así como en la madurez y disponibilidad de espermatozoides presentes para el momento de la cópula. Lo que supondría, interpretando el número de ootecas viables, que según la edad de los machos podríamos estar en presencia de dos tipos de machos, los machos tipo I que son jóvenes (grupo A), los cuales hipotéticamente podrían ó no cortejar a la hembra, copular ó no, en cuyo caso con reducida disponibilidad de espermatozoides maduros y por ende con limitada capacidad de fertilización, por lo que el número de ootecas viables es menor; y por el contrario, los machos del tipo II (grupo B), que cortejan, copulan y con disponibilidad de espermatozoides maduros de manera que la fertilización es efectiva, generando un mayor número de ootecas viables.

Desde el punto de vista de la hembra, en la medida que incrementa su edad se esperaría que el número de las ovariolas disminuyese, y con ello el número de ovocitos también disminuye, en concordancia a lo descrito en otras especies de insectos (Rabinovich 1972b). En el caso de *B. germanica*, por presentar ootecas, estos ovocitos son dispuestos tanto en las OV como en las ONV.

En los insectos, el aparato reproductivo de las hembras está constituido por un par de ovarios, conectados a un par de oviductos laterales, estos abren posteriormente a la cámara genital ó vagina. Usualmente la vagina es periforme o globosa, por lo que se le conoce como *bursa copulatrix*; anatómicamente este diseño está especializado para la recepción del pene del macho. Al mismo tiempo, a la *bursa copulatrix* se conectan dos glándulas accesorias y la espermateca donde se almacena la esperma del macho. Por otro lado, el número de huevos que potencialmente puede oviponer una hembra, resulta teóricamente constante según sea la especie, es decir; cada ovario posee un cierto número de ovariolas, las cuales al ser fecundadas en la *bursa copulatrix*, pasarían a ser un huevo viable (Chapman 1998). En *B. germanica* estos huevos son liberados en las capsulas llamadas ootecas independientemente de su viabilidad.

Schal y col. (1997) indican que la hormona juvenil es producida por la *corpora allata* y desempeña un importante papel en el desarrollo y la reproducción. La producción de esta hormona juvenil se ve afectada por las estimulaciones tanto externas como internas, incidiendo de esta forma sobre la maduración de los ovocitos. La hormona juvenil inhibe la cópula y estimula el desarrollo de la ooteca en las hembras de *B. germanica*, independientemente que copulen o no; no obstante, se ha observado que la interacción social y una dieta adecuada favorecen en efecto la producción de la hormona juvenil (Gadot y col. 1989). En nuestro experimento las hembras eran aisladas, afectando esto posiblemente en la maduración de estos ovocitos y así en el tiempo de emergencia de las ninfas.

Aguilera y col. (1996 y 1997) realizaron experimentos en los cuales utilizaron una de las colonias alimentada con porciones de papa (*Solanum tuberosum*, Lin.), plátano maduro (*Musa paradisiaca*, Lin.) y solución azucarada al 10 %, obteniendo como máximo cinco ootecas viables para *B. germanica*; un año después, Aguilera y col. (1998) realizaron un experimento similar, con la variante que colocaron una colonia mantenida con alimento para ratas pulverizado y seco (20,45 % de proteínas) y una fuente de agua, obteniendo nuevamente como máximo cinco ootecas viables para *B. germanica*, valor que resulta similar a nuestros resultados, siendo, en nuestro caso 6 el número máximo de OV colocadas por las hembra presentes en el tratamiento 1 de nuestro experimento.

8.2. Primera fase del ciclo ootecal: número de días transcurridos hasta que se observó por primera vez la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica*.

Los invertebrados son el grupo de animales más grande que existen sobre la tierra por lo que tienen diferentes modalidades y características reproductivas. Por otro lado, algunos factores como la temperatura, la humedad relativa, el fotoperiodo, así como la calidad, cantidad y frecuencia de ingesta de alimentos pueden acelerar ó retardar el proceso de desarrollo y la reproducción de los insectos (Rabinovich 1982, Chapman 1998, Begon y *col.* 2006).

Es así como se ha observado que los aumentos de temperatura tienden a disminuir los tiempos de desarrollo, mientras que un efecto contrario lo ejerce la disminución de este parámetro ambiental (Rabinovich 1980, Chapman 1998). Tomando en cuenta este fenómeno, podríamos esperar variación en el número de días en los cuales se observó la ooteca en la abertura genital de *B. germanica*, según sean las condiciones donde se desarrollen estos insectos. En efecto, Aguilera y *col.* (1998), en un experimento equivalente al nuestro, donde las condiciones de temperatura y humedad ambientales fueron de $29,00 \pm 1,00$ °C y 70-75% HR respectivamente, el número de días en los cuales se observó la ooteca en la abertura genital resultaron ser relativamente superiores a las de nuestro experimento ($23,93 \pm 0,89$ °C y $65,38 \pm 7,65$ % HR). Estos autores obtuvieron, contrariamente a lo esperado, que el período de observación de la ooteca en la abertura genital de *B. germanica* resultó superior al del presente trabajo, en las hembras que fueron alimentadas con porciones de papa plátano maduro y solución azucarada al 10 %, pero inferior en los individuos alimentados con alimento para rata pulverizado. En el caso de los autores citados, podríamos pensar que aunque la temperatura dentro de la cual desarrollaron el experimento fue superior a la del nuestro y, por lo tanto, la tasa metabólica de los mismos pudiera haberse visto incrementada, la calidad del alimento que se les ofreció al resto de los grupos experimentales no permitió que esto ocurriera debido a su bajo contenido proteico, condición indispensable para la formación del tejido y órganos de los embriones dentro de la ooteca, igualmente en nuestro trabajo la humedad relativa superior, lo cual afecta en el metabolismo de *B. germanica*. En nuestro experimento, aunque la temperatura fue más baja, el contenido proteico del alimento suministrado a las chiripas fue superior (20%) y la humedad relativa superior, afectando estos tras factores sobre el metabolismo *B. germanica*

Nuestros análisis arrojaron que el número de días en que se observó la ooteca en la abertura genital de *B. germanica* no varió significativamente entre los grupos, los tratamientos y la secuencia ootecal. Sin embargo en un análisis *a posteriori* detallado se obtiene que la ooteca N° 1 es la que presenta mayor variación en relación al número de días en que se observó la ooteca en la abertura genital.

Se sabe que las hembras maduras de *B. germanica* son receptivas al macho entre los 6 y 7 primeros días del primer ciclo de la vitelogénesis (Treiblmayr y col. 2006), debido a que en este periodo existe una estrecha relación entre la maduración de los ovocitos, la disminución en la síntesis de la hormona juvenil, la liberación de las feromonas y el apareamiento, sugiriendo que la *corpora allata* puede ser necesaria en el desarrollo o expresión de la receptividad a la cópula (Schal y col. 1997). Adicionalmente, en *B. germanica* la maduración sexual se encuentra bajo el control social y la actividad de la *corpora allata* es potenciada significativamente por las interacciones entre los individuos de una colonia (Gadot y col. 1989).

8.3. Segunda fase del ciclo ootecal: Tiempo de permanencia de la ooteca viable en la abertura genital de *B. germanica*.

El número de días desde que la ooteca viable se observó en la abertura genital de *B. germanica* hasta que esta fue liberada no varió significativamente entre los tratamientos y los grupos, presentando diferencia únicamente en las secuencias de las ootecas (ooteca N°), específicamente en la quinta secuencia ootecal (ooteca N° 5), donde el número de días resultó comparativamente menor respecto a lo obtenido en las otras secuencias ootecales.

En efecto, Aguilera y *col.* (1998), en un experimento equivalente, también evaluaron el tiempo de permanencia de las ootecas viables en la abertura genital, pero a $29,00 \pm 1,00$ °C y 70-75 % HR. Obtuvieron que la primera ooteca de *B. germanica* fue liberada a los $17,16 \pm 3,07$ días, la segunda a los $16,26 \pm 2,54$ días, la tercera a los $15,88 \pm 1,56$ días, la cuarta a los $14,93 \pm 1,94$ días y $12,67 \pm 6,11$ días para la quinta ooteca, siendo, en promedio, nuestros valores relativamente superiores en relación a los de estos autores, pero coincidentes en que la quinta ooteca es liberada en un tiempo menor y con una mayor desviación estándar con relación al resto de las ootecas, siendo en nuestro caso de $25,68 \pm 2,91$ días.

Al comparar nuestros resultados con los de Aguilera y *col.* (1998), las diferencias observadas pueden ser atribuidas a las condiciones de temperatura y humedad en las que se realizaron los estudios en uno y otro caso, lo cual influye sobre la duración del ciclo de vida (Chapman 1998; Begon y *col.* 2006), e igualmente al hecho que las hembras de nuestro experimento se aislaron solas luego de haberse realizado la cópula. Según Schal y *col.* (1997), la maduración sexual y crecimiento de los oocitos se retrasa significativamente en las hembras solitarias, señalando que en esta especie existen estímulos “sociales” que no son específicos del sexo; del mismo modo indican que el acoplamiento entre una hembra y un macho es indetectable, ya que esta puede oviponer ootecas infértiles al no ser apareadas con un macho.

8.4. Número de ninfas que emergieron de las ootecas viables de *B. germanica*.

La producción de las ootecas en *B. germanica* es un proceso que ocurre de forma secuencial e independiente de que haya ó no copula. De manera que la presencia de una ooteca en la abertura genital de la hembra se constituye, en alguna medida, en una barrera física para que el acoplamiento con el macho se verifique. Esto significa que el tiempo transcurrido entre la liberación de una ooteca y el momento en que la nueva se observe en la abertura genital, probablemente sea el único que disponga el macho para copular de manera efectiva, dando así origen a ootecas viables.

En relación a los grupos, se observa que el número de ninfas promedio que emergieron de las hembras de los tratamientos del Grupo A fue de 29,93 y de 32,65 las del Grupo B. En el caso de que nuestra hipótesis del macho Tipo I (recién emergido) sea cierta, y la hembra está produciendo una ooteca, podrían ocurrir dos situaciones: la primera, la ooteca, en sí misma, físicamente impide la cópula, en cuyo caso se produce una ONV; en segundo lugar, aunque se verifique la cópula, probablemente los oocitos de esta ooteca no sean en su totalidad fecundados, en consecuencia de esta emergerán pocas ninfas, ocurriendo lo contrario en el caso del macho tipo II.

Aguilera y *col.* (1998) obtuvieron que el número de ninfas emergidas entre la primera y la quinta ooteca oscilaban entre 29,88 y 9,67 en las hembras que son alimentadas con porciones de papa, plátano maduro y solución azucarada al 10 %, mientras que con las hembras alimentadas con alimento para ratas pulverizado y seco, obtuvieron variaciones entre 36,69 y 15,83 ninfas, pudiéndose observar cierta similitud entre este último grupo y nuestros resultados. Esto se atribuye al contenido proteico del alimento, que en el caso de Aguilera y *col.* (1998) fue de 20,45% y de 20% en el nuestro. Igualmente la humedad relativa es un factor importante en el metabolismo de *B. germanica*, afectando en la maduración de los ovocitos y así en el numero de ninfas emergidas. Kunkel (1966) indica que la comida es un factor importante en el control extrínseco de la muda, así como en el control de la reproducción en las colonias de *Blattella germanica*. Hamilton y Schal (1988) indican que el contenido proteico en las dietas de *B. germanica*, afecta la tasa de reproducción y el porcentaje de septos por ooteca. Por su parte,

Haydak (1953) indica que el contenido proteico afecta directamente en la longevidad de las cucarachas.

8.5. Número de ootecas viables, septos, ninfas, hembras, machos, porcentaje de ninfas que emergen y porcentaje de ninfas que llegan a adultos según el tratamiento.

En nuestros resultados se observó que en promedio el 88,15 % de las ninfas emergieron de las ootecas del grupo A y un 93,50 % en el grupo B, con un promedio de $31,42 \pm 8,35$ ninfas por ooteca de *B. germanica*. Este último valor corresponde a la tasa promedio de fertilidad F_x por ooteca viable.

Por otro lado, la fertilidad (F_x) en los tratamientos del grupo B (tratamientos 2, 4, 6 y 8) fue mayor que en los tratamientos del grupo A (tratamientos 1, 3, 5 y 7), siendo estos valores 1698 y 1287 respectivamente. En el caso particular de cada uno de los tratamientos, se observó una reducción en la fertilidad (F_x) a medida que van avanzando las edades. Esto se debe principalmente a que el número de parejas formadas y OV se ve reducido con la edad de los individuos presentes en los tratamientos.

El porcentaje de ninfas que llegan a adultos nos permite estimar el número de individuos que llegan al estadio adulto. En nuestros resultados se observó que, en promedio, el 81,54 % de las ninfas que emergieron de las ootecas viables llegaron al estadio adulto, correspondiendo esto, en promedio a 25,62 ninfas/ooteca.

Tanto el número de machos como de hembras que emergieron fue mayor en los tratamientos del Grupo B, obteniéndose un total de 1323 adultos, con relación a los del Grupo A del cual se obtuvieron 1111 adultos. En relación a la proporción de machos y hembras, se observó que no existe una tendencia entre los tratamientos; más, sin embargo, al evaluar el total de ninfas que llegan a adultos se puede observar una proporción 1,06 hembras por macho.

8.6. Tabla de vida de las ninfas de *B. germanica*.

Todos los tratamientos presentaron una alta probabilidad de sobrevivir en el periodo juvenil o tiempo entre el nacimiento de las ninfas y la emergencia de los adultos (88%). Este valor de l_x se mantuvo durante las 4 primeras edades o secuencias ootecales de todos los tratamientos, observándose luego una paulatina reducción del mismo valor en las edades finales. Estos resultados se ajustan a las características de la curva de supervivencia tipo I según Rabinovich (1980) (figura 1), es decir, aquella donde efectivamente existe una mayor supervivencia de los individuos en las primeras edades y una muerte masiva en las edades finales. Por el contrario, Aguilera y col. (1997), obtuvieron una mayor mortalidad en las etapas juveniles, debiéndose esto posiblemente al tipo de alimentación utilizada. Por otro lado, Kunkel (1966) indica que la comida es un factor importante en el control extrínseco de la muda, así como en el control de la reproducción en las colonias de *Blattella germanica*.

8.7. Mortalidad cruda (D_x), probabilidad de morir entre una edad y la siguiente (q_x) y supervivencia (l_x) de las hembras de *B. germanica* en cada uno de los tratamientos.

La mortalidad cruda (D_x) nos indica el número de individuos que mueren entre una edad y la siguiente, lo cual afecta directamente al cálculo de la supervivencia (l_x) y este a su vez el valor de la probabilidad de morir entre una edad y la siguiente (q_x). En nuestro experimento las hembras pudieron sobrevivir hasta la liberación de una séptima ooteca viable (303 días, aproximadamente). Se observaron valores de mortalidad cruda (D_x) en las hembras de los tratamientos del Grupo A a partir de la cuarta secuencia ootecal (ooteca N° 4) y en la mayoría de las hembras de los tratamientos del Grupo B a partir de la quinta secuencia ootecal (ooteca N°5), esto ocasiona que la probabilidad de morir entre una edad y la siguiente (q_x) en estas secuencias ootecales y la supervivencia (l_x) (inicialmente 0,88) comience a reducir en su valor. A causa de esto el grupo B presenta un mayor número de hembras que alcanzan la sexta y séptima ooteca.

8.8. Esperanza de vida (e_x) de las hembras de *B. germanica*.

Aguilera y col. (1997), expresan que la esperanza de vida al nacer se ve afectada principalmente por el incremento de la abundancia; en nuestro caso se trata de individuos aislados, observándose que esta disminuye paulatinamente en todos los tratamientos, con valores relativamente menores en los tratamientos del grupo A.

8.9. Fecundidad (m_x) de las hembras de *B. germanica*.

La fecundidad (m_x) en los tratamientos del grupo B (tratamientos 2, 4, 6 y 8) es mayor que en los tratamientos del grupo A (tratamientos 1, 3, 5 y 7). En el caso particular de cada uno de los tratamientos, se observó una reducción en la fecundidad (m_x) a medida que van avanzando las edades. Esto se debe principalmente a que el número de parejas formadas y OV se ve reducido con la edad de los individuos presentes en los tratamientos.

8.10. Porcentaje de hembras de *B. germanica* que sobreviven en cada una de las edades de cada grupo y número de ootecas que son colocadas por estas.

La sobrevivencia de las hembras en los tratamientos del grupo B (tratamientos 2, 4, 6 y 8) es mayor que en los tratamientos del grupo A (tratamientos 1, 3, 5 y 7). En la cuarta secuencia ootecal se obtiene el mayor número de ootecas viables, debiéndose esto a que en este punto se encuentran formados el mayor número de tratamientos. La diferencia en el número de ootecas viables colocadas en ambos grupos se puede atribuir a la diferencia entre ellos y al tipo de macho presente en los mismos, siendo en el grupo A, machos Tipo I (recién emergidos) y el Grupo B machos Tipo II (de edad similar a la hembra).

8.11. Parámetros poblacionales de *B. germanica*.

Rabinovich (1980) habla de los parámetros poblacionales como aquellos que permiten tipificar y caracterizar una población animal, conociendo que la edad de los individuos influye en los diferentes estratos de una población. Estos parámetros poblacionales son calculados con base en la supervivencia (l_x) destacando que estos valores se refieren a las hembras de una población, por lo cual los valores calculados se ven afectados por la proporción de sexos.

Al comparar el número de ootecas viables (OV), fertilidad (F_x), fecundidad (m_x) y supervivencia (l_x) entre los tratamientos del grupo A con el grupo B, se observó una tendencia a que estos parámetros adopten valores más elevados en el grupo B respecto al grupo A. En todo caso, la diferencia entre ambos grupos la atribuimos al tipo de macho que conformó la pareja. Es decir, en el grupo A se formó con machos Tipo I (recién emergidos) y el Grupo B con machos Tipo II (de edad similar a la hembra).

Los parámetros poblacionales de tasa neta de reproducción (R_o), tasa intrínseca de crecimiento (r), tiempo generacional (T) y tasa finita de multiplicación (λ) fueron afectados directamente por las ootecas viables (OV), fecundidad (m_x) y supervivencia (l_x), por lo que los valores obtenidos poseen la misma tendencia, observándose valores mayores de la tasa neta de reproducción (R_o), la tasa intrínseca de crecimiento (r), el tiempo generacional (T) y la tasa finita de multiplicación (λ) en los tratamientos del grupo B, correspondiente a grupos con machos tipo II. La reducción de estos valores en los tratamientos sucesivos de cada grupo se debe a que la fertilización se ve retrasada a causa de la forma en que están estructurados los tratamientos.

La tasa neta de reproducción (R_o) es un parámetro poblacional que nos indica la tasa de reemplazo de una población, lo que nos permite determinar si la población es creciente o decreciente. En nuestro caso este valor es mayor a 1 en todos los tratamientos, lo que indica que la población descrita en cada uno de los tratamientos es creciente.

El tiempo generacional (T) es el tiempo que transcurre desde que nace un individuo hasta que nace su descendiente y al igual que la tasa neta de reproducción (R_o), este valor se vio afectado por la estructuración de los tratamientos, por lo que se obtiene un tiempo generacional mayor en los tratamientos sucesivos de cada grupo.

En relación a la tasa intrínseca de crecimiento (r), es un parámetro que indica la capacidad de multiplicación de una población y la tasa finita de multiplicación (λ) la cantidad de individuos que se agregan a una población, siendo este valor directamente proporcional a la tasa intrínseca de crecimiento (r). Estos valores al igual que tasa neta de reproducción (R_o) y el tiempo generacional (T) son afectados por la estructuración de los tratamientos, por lo que, tanto la tasa

intrínseca de crecimiento (r) como la tasa finita de multiplicación (λ), tuvieron un valor mayor en el primer tratamiento y se redujo en los tratamientos sucesivos.

8.12. Valor reproductivo de *B. germanica*.

El valor reproductivo (V_x) se refiere a la importancia que tiene un individuo de cierta edad en una o más edades sucesivas, siendo este valor limitado a la progenie hembra. Este valor se encuentra relacionado con los valores de supervivencia (l_x), la tasa de fecundidad (m_x) y la tasa intrínseca de crecimiento natural (r). La estructura de los tratamientos hace que el valor de fecundidad (m_x) sea cero en las edades previas a la formación de la pareja, lo que ocasiona una reducción en el valor reproductivo de los tratamientos. El valor reproductivo dentro de los tratamientos fue mayor en aquellas edades donde es colocada la primera ooteca viable, y luego se reduce paulatinamente hasta hacerse cero. En otras palabras, el número promedio de ninfas que emergen de las ootecas de *B. germanica* se va reduciendo entre una ooteca y otra, hasta el punto en que la hembra no coloca más ooteca viable, por lo que su valor reproductivo (V_x) se hace cero.

9. Conclusiones.

- 1) El tiempo promedio en días previos a la observación de las ootecas viables en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* (primera fase del ciclo ootecal) fue $9,24 \pm 2,23$ días y fue independiente del tratamiento ($p < 0.10$).
- 2) El tiempo promedio en días transcurridos desde que la ooteca viable se observó en la abertura genital de las hembras de *B. germanica* hasta que esta fue liberada (segunda fase del ciclo ootecal) fue $26,78 \pm 2,66$ días y fue independiente del tratamiento ($p < 0.10$).
- 3) El ciclo ootecal (tiempo de desarrollo de la ooteca) de *B. germanica* es constante y está constituido por la sumatoria de la primera fase más la segunda fase y en promedio resultó ser $35,46 \pm 5,03$ días, siendo independiente del tratamiento ($p < 0,001$).
- 4) *B. germanica* colocó un máximo de 6 ootecas viables (OV), estas se observaron durante los 7 primeros ciclos ootecales. La estructuración de los tratamientos influyó en el número de OV, que son liberadas en el transcurso de los 7 primeros ciclos ootecales.
- 5) El número de ootecas viables varió según los tratamientos.
- 6) El tiempo en que se observó la primera ooteca viable del primer tratamiento (pareja formada con adultos recién emergidos) en la abertura genital de *B. germanica* fue mayor al de las ootecas sucesivas, siendo este tiempo de $12,60 \pm 0,89$ días.
- 7) Probablemente la variación observada en el número de ootecas viables sea una consecuencia de las características del macho según el tratamiento. Las hembras del grupo A produjeron menor número de ootecas viables, posiblemente a que los machos recién emergidos (Tipo I) están caracterizados por una reducida disponibilidad de espermatozoides maduros y por ende con limitada capacidad de fertilización. Lo contrario ocurrió con las hembras del grupo B donde los machos de su misma edad (Tipo II) poseen

mayor disponibilidad de espermatozoides maduros, de manera que la capacidad fertilización no está limitada.

- 8) Tanto la supervivencia (l_x) como la fecundidad (m_x) se vieron reducidos en las secuencias ootecales sucesivas y no fueron independientes de la estructuración de los tratamientos; en consecuencia, estos afectaron a los parámetros poblacionales relacionados: valor reproductivo (V_x), tasa neta de reproducción (R_o), la tasa intrínseca de crecimiento (r), tiempo generacional (T) y tasa finita de multiplicación (λ).
- 9) El número promedio de septos que se observó en las ootecas fue de 34,48, y el número promedio de ninfas que emergieron por ooteca fue de 31,42 individuos, lo que resultó ligeramente menor al número de septos disponibles observados en las ootecas.
- 10) La proporción de sexos fue de 1,06 hembras por cada macho.
- 11) El valor reproductivo (v_x) estuvo relacionado con los valores de supervivencia (l_x), la tasa de fecundidad (m_x) y la tasa intrínseca de crecimiento natural (r), por lo que el máximo valor reproductivo se obtuvo en aquellas edades donde se produjo la primera ooteca viable (OV) de cada tratamiento.

10. Referencias citadas.

- Aguilera, L., M. Marquetti, O. Fuentes y A. Navarro 1996. Observaciones sobre aspectos biológicos de *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) en condiciones de laboratorio. *Revista Cubana de Medicina Tropical* 48: 12-14.
- Aguilera, L., M. Marquetti, O. Fuentes y A. Navarro 1998. Efecto de 2 dietas sobre aspectos biológicos de *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) en condiciones de laboratorio. *Revista Cubana de Medicina Tropical* 50:143-149.
- Avilán, A., M. Reyes-Lugo y D. Llavaneras 2007. Cría y mantenimiento seguro de cucarachas (Dictyoptera: Blattodea) en condiciones de laboratorio para su uso en Docencia e Investigación Científica. *Memorias del XX Congreso Venezolano de Entomología*. Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Venezuela Pp: 134-135.
- Begon, M., C. Townsend, y J. Harper, 2006 *Ecology. From individuals to ecosystems*. 4th Ed. Blackwell Publishing, MA, USA.
- Chapman, R.F. 1998. *The insects: Structure and Function*. Cambridge University Press. Cambridge University Press. 770 pp.
- Chung, H., T. Yu, B. Kim, S. Kim, J. Kim, H. Yu, H. Jeong y M. Ock 2005. Expressed sequence tags analysis of *Blattella germanica*. *The Korean Journal of Parasitology* 43: 149-156.
- Cruz, J. 2005. Receptores nucleares implicados en la regulación endocrina en *Blattella germanica* (l) (Dictyoptera, Blattellidae). Caracterización de los genes bgecr-a, bghr3 y Bgftz-f1. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, Barcelona, España 166 p.
- Gadot, M., E. Burns y C. Schal 1989. Juvenile hormone biosynthesis and oocyte development in adult female *Blattella germanica*: effects of grouping and mating. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 11:189–200
- Gillott, C. 2005. *Entomology*. Third Edition. Editorial Springer. Netherlands 345 p.
- Gurney, A. y F. Fisk 1991. Cockroaches (Blattaria, Dictyoptera). Pp: 45-74 en: J. R. Gorham editor. *Insect and Mite Pests in Food*. Government Printing Office. Washington DC, Estados Unidos de América 310 p.
- Hamilton, R. y C. Schal 1988. Effects of Dietary Protein Levels on Reproduction and Food Consumption in the German Cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *Annals Of The Entomological Society Of America* Vol. 81, (6): 969-976

- Haydak, M. H. 1953. Influence of protein level of the diet on the longevity of cockroaches *Annals Of The Entomological Society Of America* 46: 547-70
- Hutchins, M., A. Evans, R. Garrison y N. Schlager 2003. *Grzimek's Animal Life Encyclopedia*, 2nd edition. Volume 3, Insects. Edited by Farmington Hills, MI: Gale Group 472 p.
- Iannacone, J. y Alvariño, L. 2007. Integración del control químico y etológico para la supresión poblacional de *Blattella germanica* (L) (Dictyoptera: Blattellidae) en Lima, Perú. *Parasitología Latinoamericana* 62: 7 - 15
- Kambhampati, S. 1995. A phylogeny of cockroaches and related insects based on DNA sequence of mitochondrial ribosomal RNA genes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of de United Stated of America* 92: 2017-2020
- Kunkel, G. 1966. Development and the availability of food in the german cockroach, *Blattella germanica* (L.). *Journal Insect Physiol.* Vol. 12: 227-235.
- Maggenti A., M. Maggenti y S. Gardner 2005. *Online Dictionary of Invertebrate Zoology: Complete Work.* University of Nebraska – Lincoln, <http://digitalcommons.unl.edu/onlinedictinvertzoology/2> [con acceso el 28 de Enero de 2010]
- Miller, A. y J. Harley 2002. *Zoology*. Quinta edición. The McGraw–Hill Companies, New York 540 p.
- Mistal, C. 1994. Evidence for sonic communication in the German cockroach, *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Tesis de maestría, Universidad de Victoria, Victoria, Canadá. 47 p.
- Mullen, G. y L. Durden, 2002. *Medical and Veterinary Entomology*. Academic Press, New York. 597 p.
- Ojasti, J. y F. Dallmeier, 2000. *Manejo de Fauna Silvestre Neotropical*. Series # 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C. 290 p.
- Rabinovich, J. 1972a. Vital statistic of triatominae (Hemiptera: Reduviidae) under laboratory conditions. I. *Triatoma infestans*. Klug. *Journal of Medical Entomology* 9 (1): 351-370.
- Rabinovich, J. 1972b. Valor reproductivo: un parámetro poblacional útil en el control de insectos perjudiciales. *Acta Biologica Venezuelica* 8 (1): 25-34.

- Rabinovich, J. 1980. *Introducción a la ecología de poblaciones animales*. Consejo Nacional para la Enseñanza de Biología. México 313 p.
- Ramírez, J. 1989. La cucaracha como vector de agentes patógenos. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*. 107: 41-43
- Resh, V. y R. Carde 2003. *Encyclopedia of insects*. Academic Press, New York 334 p.
- Reyes-Lugo M., W. Gelves, A. Avilán y D. Llavaneras 2007. Descripción e importancia epidemiológica de la cucaracha de banda café *Supella longipalpa* Fabricius, 1798 (Dictyoptera: Blattellidae) en Venezuela. *Memorias del XX Congreso Venezolano de Entomología*. Universidad Nacional Experimental de Táchira, San Cristóbal, Venezuela Pp: 133.
- Reyes-Lugo, M., 1999. Evaluación de la susceptibilidad de *Blattella germanica* Linnaeus 1767 (Dictyoptera: Blattellidae) a insecticidas. *Archivos Venezolanos de Medicina Tropical*. 3: 35-40.
- Roth, L. 1970. Evolution and taxonomic significance of reproduction in Blattaria. *Annual Review of Entomology*. 15:75-96.
- Schal C., G. L. Holbrook, J.A.S. Bachmann, y V. L. Sevala. 1997. Reproductive Biology of the German Cockroach, *Blattella germanica*: Juvenile Hormone as a Pleiotropic Master Regulator. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 35:405-426
- Smith A., S. Datta, G. Smith, P. Campbell, R. Bentley y H. McKenzie 1997. *Oxford dictionary of biochemistry and molecular biology revised edition*. New York: Oxford University Press 253 p.
- Treiblmayrt, K., Pascual, N., Piulachs, M.D., Keller, T., Bellés, X. 2006. Juvenile hormone titer versus juvenile hormone synthesis in female nymphs and adults of the German cockroach, *Blattella germanica*. *Journal of Insect Science*. 6: 7pp. Available online: insectscience.org/6.47 [con acceso el 28 de Enero de 2010]
- Vrsanský, P. y J. Ansorge 2007. Lower Jurassic cockroaches (Insecta: Blattaria) from Germany and England. *African Invertebrates*. 48: 103-126
- Wilson, E. O. y W. H. Bossert. 1971. *A primer of population biology*. Sinaver associates, Inc. Publishers, Stanford, Conn. 192 pp.

Anexos.

Anexos I. Número de días en que se observaron las ootecas en la abertura genital de *B. germanica*.

Ciclo ootecal	Replicas	Tratamiento							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Primera Ooteca	R 1	12							
	R 2	14							
	R 3	12							
	R 4	13							
	R 5	12							
Segunda Ooteca	R 1	7	8						
	R 2	7	13	11					
	R 3	7	10	8					
	R 4	7	6						
	R 5	11	10	7					
Tercera Ooteca	R 1	7	11		8	7			
	R 2	9	12	8	9	9			
	R 3	9	7		8				
	R 4	9	10	8	9	18			
	R 5	10	10	10		8			
Cuarta Ooteca	R 1	10	9		9		10		
	R 2		13	11	7	9	8		
	R 3	7	9		11		8		
	R 4		8	9	7	9	8		
	R 5	8	10	6		13			
Quinta Ooteca	R 1	8	8		10		8		9
	R 2		7		9		7		
	R 3	6	16		11			13	
	R 4		8	8	12	11	7		
	R 5	7	9						
Sexta Ooteca	R 1		7		10		7		13
	R 2		10				9		
	R 3	10			7				
	R 4					8	8		
	R 5								
Séptima Ooteca	R 1								
	R 2						7		
	R 3				11				
	R 4			8					
	R 5								

Los datos que se encuentran en color gris no se tomaron en cuenta para el cálculo del ANOVA

Anexos II. Número de días que permanecen las ootecas en la abertura genital de *B. germanica*.

Ciclo ootecal	Replicas	Tratamiento							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Primera Ooteca	R 1	29							
	R 2	27							
	R 3	29							
	R 4	27							
	R 5	27							
Segunda Ooteca	R 1	24	28						
	R 2	25	29	27					
	R 3	25	29	27					
	R 4	25	27						
	R 5	30	28	30					
Tercera Ooteca	R 1	30	25		27	28			
	R 2	30	24	31	30	27			
	R 3	30	26		27				
	R 4	30	23	25	27	25			
	R 5	22	24	24		27			
Cuarta Ooteca	R 1	23	30		27		23		
	R 2		27	27	28	26	30		
	R 3	23	31		23		30		
	R 4		30	24	27	31	29		
	R 5	25	30	25		29			
Quinta Ooteca	R 1	24	24		31		27		27
	R 2		24		31		25		
	R 3	26	21		30			28	
	R 4		23	26	26	22	27		
	R 5	23	23						
Sexta Ooteca	R 1		26		23		30		27
	R 2		27				30		
	R 3	26			23				
	R 4		33			26	29		
	R 5		29						
Séptima Ooteca	R 1								
	R 2						23		
	R 3				25				
	R 4			26					
	R 5								

Los datos que se encuentran en color gris no se tomaron en cuenta para el cálculo del ANOVA

Anexos III. Número de ninfas que emergen de las ootecas de *B. germanica*.

Ciclo ootecal	Replicas	Tratamiento							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Primera Ooteca	R 1	42							
	R 2	40							
	R 3	37							
	R 4	44							
	R 5	25							
Segunda Ooteca	R 1	40	40						
	R 2	43	43	21					
	R 3	40	31	38					
	R 4	32	43						
	R 5	23	39	37					
Tercera Ooteca	R 1	40	24		33	40			
	R 2	32	42	34	44	6			
	R 3	37	33		43				
	R 4	32	44	36	35	33			
	R 5	21	36	34		35			
Cuarta Ooteca	R 1	32	31		36		39		
	R 2		33	30	39	30	36		
	R 3	38	28		35		32		
	R 4		36	4	36	22	21		
	R 5	34	32	10		32			
Quinta Ooteca	R 1	30	32		29		37		28
	R 2		34		34		34		
	R 3	28	18		34			23	
	R 4		38	18	34	28	28		
	R 5	28	31						
Sexta Ooteca	R 1		32		27		9		28
	R 2		33				25		
	R 3	12			31				
	R 4		31			28	26		
	R 5		32						
Séptima Ooteca	R 1								
	R 2						24		
	R 3				25				
	R 4			18					
	R 5								

Los datos que se encuentran en color gris no se tomaron en cuenta para el cálculo del ANOVA