

INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL "PEDRO KOURÍ"

Efecto de 2 dietas sobre aspectos biológicos de *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) en condiciones de laboratorio

Lic. Lucita Aguilera,¹Lic. María del Carmen Marquetti,¹Lic. Omar Fuentes¹ y Lic. Agustín Navarro²

RESUMEN

Se realizó un estudio con 2 colonias de *Blattella germanica* (Dictyoptera:Blattellidae), mantenidas desde 1994 en el laboratorio a $29 \pm 1^\circ\text{C}$, 70-75 % de humedad relativa y con alimentos diferentes: una con una dieta carente de proteínas, consistente en porciones de papa (*Solanum tuberosum*, L.), plátano maduro (*Musa paradisiaca*, L.) y solución azucarada al 10 %, y la otra con un contenido proteico de 20,45 % que consistió en alimento de laboratorio para rata, pulverizado y seco, y una fuente de agua. Se encontraron 6 estadios ninfales con ambos tipos de alimentos y se determinaron, en cada caso, los tiempos intermudas y el tiempo de desarrollo ninfal, éstos resultaron mucho más cortos en las ninfas alimentadas con proteínas. La longevidad de cada sexo no mostró diferencias significativas en relación con el tipo de alimento utilizado. Se determinaron los tiempos en que aparecen y eclosionan las ootecas de cada ciclo ootecal con ambos alimentos. Se encontró que las hembras depositaron hasta 5 ootecas durante su vida con los 2 tipos de dietas, el promedio de ninfas por ooteca en las hembras alimentadas con proteínas fue mucho mayor ($t=5,33$; $p \leq 0,001$). Los resultados de este estudio demuestran que cuando el alimento de *B. germanica* contiene proteínas, su desarrollo ninfal es más rápido y aumenta su capacidad reproductiva, lo que lo hace un nutriente necesario en la dieta de esta especie.

Descriptores DeCS: ORTOPTEROS/crecimiento & desarrollo; LONGEVIDAD; REPRODUCCION; ALIMENTOS; PROTEINAS EN LA DIETA; LABORATORIOS.

En todos los seres vivos el proceso de nutrición se caracteriza por el consumo de determinadas sustancias nutritivas, ya sean orgánicas o inorgánicas, que poseen una importancia ecológica decisiva debido a la influencia que ejercen sobre el crecimiento, la reproducción y la distribución de éstos. Se ha demostrado que para lograr la perpetuación de una población existen 4 conductas claves esenciales: la supervivencia, el movimiento, la reproducción y la alimentación, esta última es la conducta central que facilita todas las demás.¹

*Engelmann*² demostró que algunos insectos pueden resistir cortos períodos de hambre o limitación de nutrientes, pero la mayoría exhibe tasas alteradas de

desarrollo y de reproducción bajo tales condiciones. Los efectos a corto y largo plazos que pueden ejercer los factores nutricionales sobre el desarrollo y la reproducción de los insectos han sido estudiados por varios autores, como *Bernay*³, *Dadd*⁴, *Hamilton* y otros,^{5,6} y *Cooper & Schal*,⁷ entre otros.

Los estudios realizados sobre los requerimientos nutricionales necesarios en la alimentación de las cucarachas indican que la variación de la dieta en cuanto a proporción y tipo de nutrientes dan como resultado diferencias en su crecimiento, desarrollo y reproducción.³⁻¹⁰

¹ Licenciado en Biología. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí".

² Licenciado en Biología. Departamento Nacional de Control de Vectores. Ministerio de Salud Pública.

La cucaracha alemana, *Blatella germanica* (L.), es altamente sensible a la privación de alimentos y a la limitación de nutrientes específicos, en particular de las proteínas.¹¹⁻¹⁴ Entre las dietas más utilizadas de forma rutinaria en muchos laboratorios de investigación para mantener colonias de esta especie, están el alimento para perro, para conejo y para rata, muchos autores recomiendan este último como el más apropiado para *B. germanica*.^{7,15}

Este estudio está dirigido a conocer el efecto que ejercen 2 dietas con diferente contenido proteico sobre el desarrollo ninfal, la longevidad y la reproducción de *B. germanica*.

MÉTODOS

Se utilizaron 2 colonias de *Blatella germanica* provenientes de la cepa "Ameijeiras", cultivadas en el laboratorio desde 1994 y mantenidas a 29 ± 1 °C y 70-75 % de humedad relativa. Una de las colonias fue alimentada con porciones de papa (*Solanum tuberosum*, Lin.), plátano maduro (*Musa paradisiaca*, Lin.) y solución azucarada al 10 %, y la otra fue mantenida con alimento de laboratorio para ratas pulverizado y seco (20,45 % de proteínas) y una fuente de agua.

De cada colonia se escogieron 30 ninfas recién eclosionadas y se colocaron separadas en frascos de boca ancha de 400 mL, con las mismas condiciones de temperatura, humedad y alimento en que fueron cultivadas, para determinar la influencia que ejerce cada dieta en el tiempo promedio de desarrollo ninfal y en particular, el que transcurre entre cada una de las mudas hasta llegar al adulto.

De forma paralela, se ubicaron individualmente en frascos de boca ancha de 400 mL, 32 parejas de adultos recién emergidos procedentes de cada colonia, con vistas a determinar si el alimento utilizado en cada caso provocó diferencias significativas en cuanto a la longevidad promedio por sexo, así como en la cantidad de ootecas que pueden producir las hembras durante toda su vida, el tiempo promedio que transcurre entre cada ciclo ootecal, el tiempo medio de eclosión de cada ooteca y el promedio de descendientes por ooteca.

Los resultados del tiempo intermudas y del tiempo de desarrollo ninfal fueron analizados mediante el ANOVA bifactorial, la prueba DUNCAN y la prueba t de Student. Esta última también se utilizó para comparar las medias de la longevidad por sexo y por tipo de alimento, y se realizó el ANOVA bifactorial y una prueba de diferencia de proporciones para el análisis de los resultados referentes a la reproducción. En todas las pruebas se consideró un nivel de significación de $\alpha=0,05$.

RESULTADOS

Las ninfas de *Blatella germanica* mantenidas con el alimento que contenía 20,45 % de proteínas (alimento para rata), alcanzaron la adultez en un tiempo menor que las cultivadas con alimento sin proteínas, lo que significa que tuvieron un período ninfal mucho más corto, esta diferencia es muy significativa ($t= 31,63$; $p \leq 0,001$) (fig. 1). Con ambos tipos de alimentos se obtuvieron 6 estadios ninfales. El tiempo que transcurrió entre cada estado ninfal y el siguiente fue mucho menor en las ninfas que se alimentaron con proteínas ($F= 61,12$; $p \leq 0,01$) (tabla 1).

Las figuras 2 y 3 muestran, respectivamente, la longevidad de las hembras y de los machos de *B. germanica* con los 2 alimentos utilizados. Dentro de cada sexo no se detectaron diferencias significativas en relación con el tipo de alimento, sin embargo, la longevidad entre los 2 sexos sí mostró diferencias significativas entre los alimentados sin proteínas ($t= 2,58$; $p \leq 0,005$) y muy significativa entre los alimentados con proteínas ($t= 2,87$; $p \leq 0,001$), en ambos casos, el tiempo de vida de las hembras fue mucho mayor que el de los machos.

En la tabla 2 se muestran los valores promedios del tiempo en que aparecen y eclosionan las ootecas de cada ciclo ootecal de *B. germanica*, según el tipo de alimento usado en la dieta. Se aprecia un total de 5 ciclos ootecales con ambos alimentos y en cada uno de éstos, la aparición de las ootecas demoró mucho más tiempo en las hembras alimentadas sin proteínas ($F= 8,56$; $p \leq 0,001$); pero estos valores no mostraron diferencias dentro de cada tipo de alimento. En esta tabla también se observa que el tiempo promedio de eclosión de cada ooteca sucesiva, desde la primera hasta la quinta, fue similar entre ambos alimentos y dentro de cada uno, excepto a partir del tercer ciclo ootecal, donde se va haciendo cada vez más largo en las hembras alimentadas con proteínas y más corto en las alimentadas sin proteínas, con una diferencia muy significativa ($F= 17,26$; $p \leq 0,001$).

TABLA 1. Valores promedios (en días) del tiempo intermudas para cada tipo de alimento (sin y con proteínas)

Mudas	Alimento sin proteínas		Alimento con proteínas	
	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE
1ra.	10,97	1,27	5,33	1,06
2da.	14,40	2,52	5,80	1,16
3ra.	11,53	2,57	6,90	0,92
4ta.	13,83	4,14	6,97	0,93
5ta.	27,10	7,84	7,33	0,84
6ta.	39,47	11,32	7,67	1,40
Total	117,3		40,0	

N=30 (tamaño de la muestra).

DE: Desviación estándar.

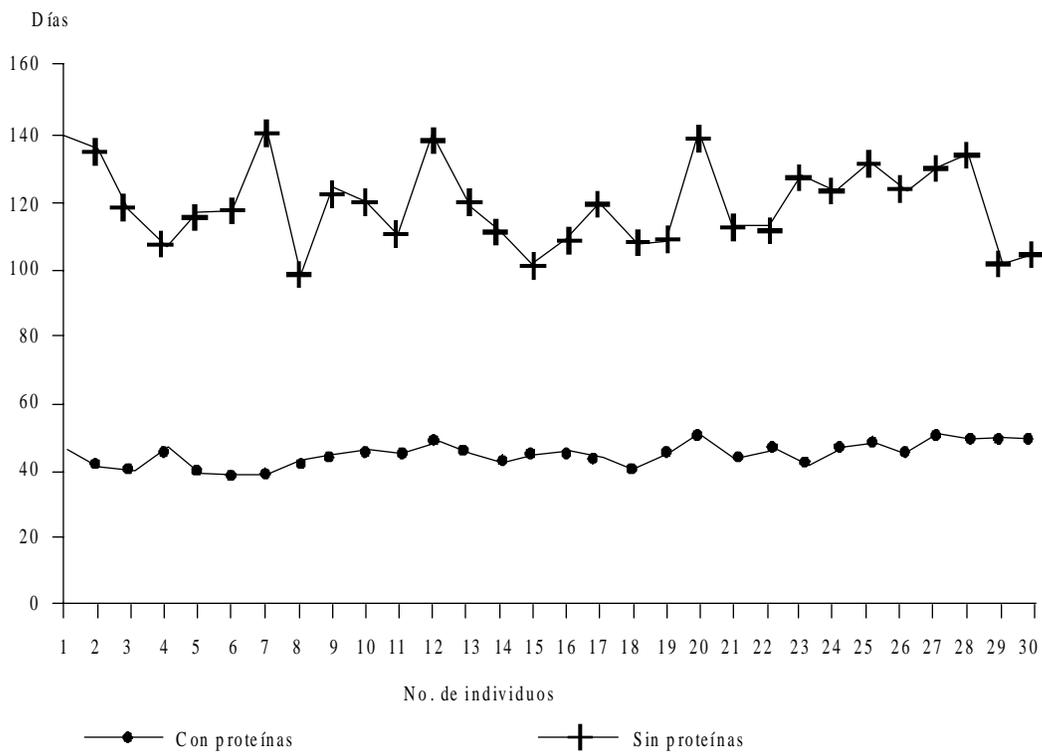


Fig.1. Tiempo de desarrollo ninfal de *Blatella germanica* con cada tipo de alimento.

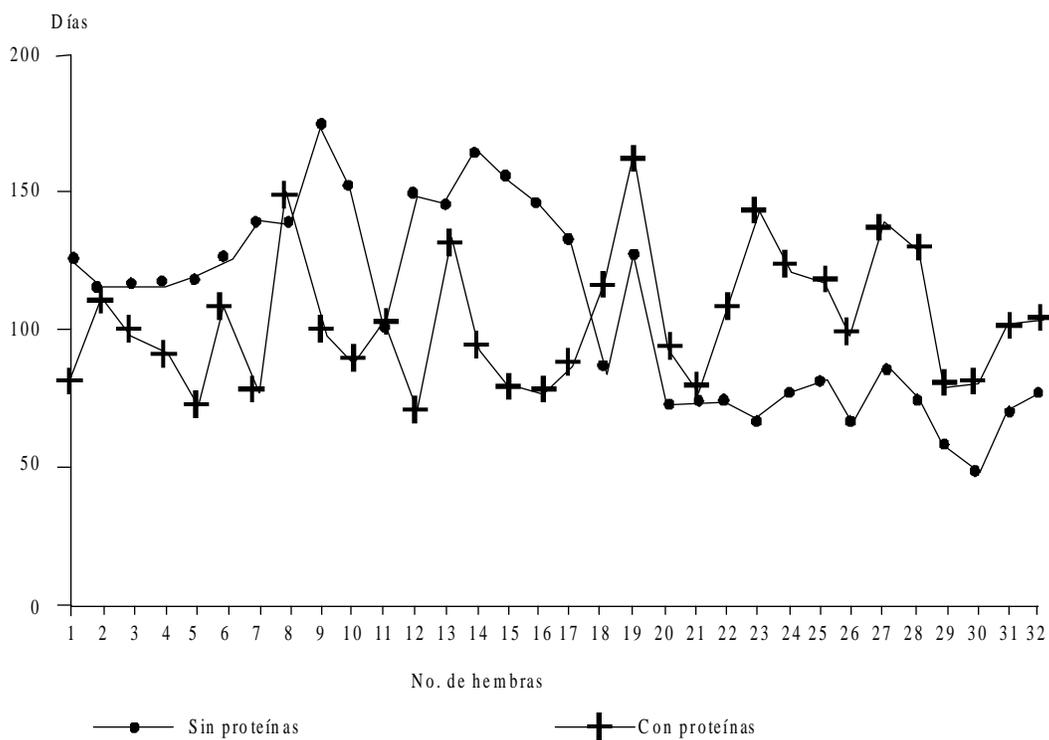


Fig.2. Longevidad (en días) de hembras de *Blatella germanica* para cada tipo de alimento.

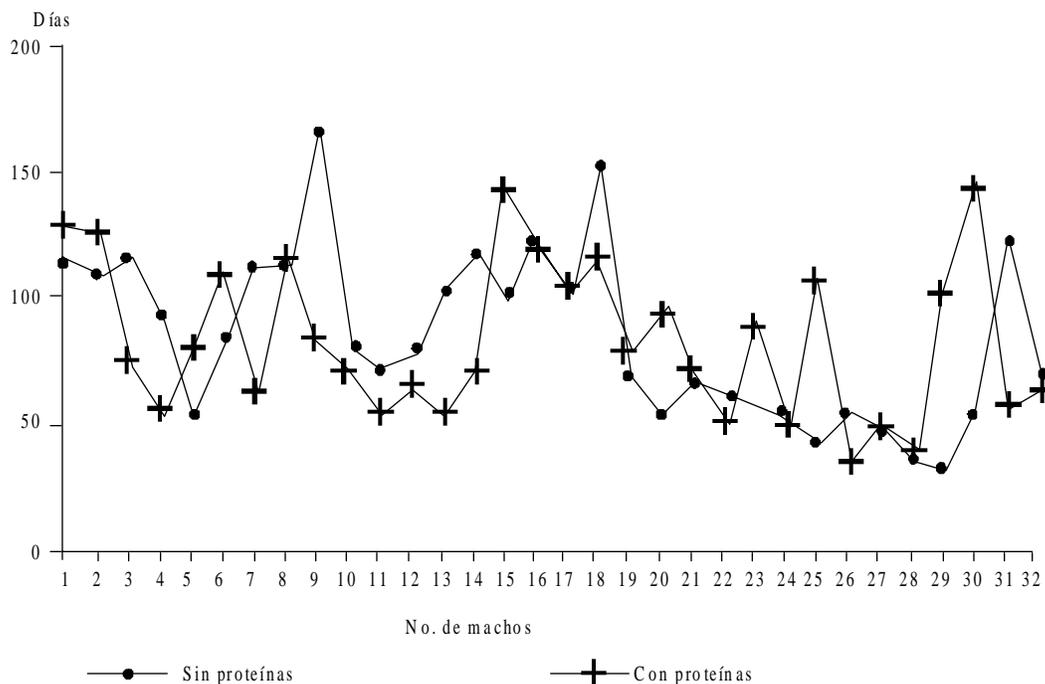


Fig.3. Longevidad (en días) de machos de *Blatella germanica* para cada tipo de alimento.

TABLA 2. Valores promedio (en días) del tiempo de aparición y de eclosión de cada ciclo ootecal de acuerdo con el tipo de alimento (sin y con proteínas)

Ciclo ootecal	N	Alimento sin proteínas			
		\bar{x} de aparición	DE	N	\bar{x} de eclosión
1ro.	32	12,16	3,09	32	17,16
2do.	32	11,47	4,48	31	16,26
3ro.	26	13,31	4,71	26	15,88
4to.	20	18,85	8,60	15	14,93
5to.	3	14,67	3,22	3	12,67

Ciclo ootecal	N	Alimento con proteínas			
		\bar{x} de aparición	DE	N	\bar{x} de eclosión
1ro.	32	8,78	1,45	32	16,56
2do.	32	5,31	0,99	32	16,34
3ro.	30	6,90	1,19	30	17,80
4to.	24	7,08	1,28	23	18,17
5to.	9	6,78	2,49	6	23,17

N: Número de hembras.

DE: Desviación estándar.

En cuanto a la cantidad de hembras capaces de ovipositar hasta 5 ootecas durante su vida con ambos alimentos, se encontró que la mayoría correspondió al grupo de las alimentadas con proteínas, lo que evidenció

un potencial reproductivo mayor, en el cuarto ciclo ootecal se encontraron diferencias significativas ($Z=2,03$; $p \leq 0,05$).

El número de ninfas nacidas de cada ooteca sucesiva, desde el primero hasta el quinto ciclo ootecal, osciló entre 29,88 y 9,67 en las hembras que se alimentaron sin proteínas, y entre 36,69 y 15,83 en las alimentadas con proteínas (tabla 3). Esto demuestra que el promedio de ninfas por ooteca, en general, fue mucho mayor en las hembras cuyo alimento contenía proteínas en este caso la diferencia es muy significativa ($t=5,33$; $p \leq 0,001$).

TABLA 3. Promedio de descendientes por cada ciclo ootecal de acuerdo con el tipo de alimento (sin y con proteínas)

Ciclo ootecal	Alimento sin proteínas			Alimento con proteínas		
	N	\bar{x}	DE	N	\bar{x}	DE
1ro.	32	29,88	4,53	32	36,69	4,31
2do.	31	26,03	4,61	32	30,88	3,06
3ro.	26	21,69	3,91	29	26,93	4,64
4to.	15	17,27	2,63	23	22,87	3,98
5to.	3	9,67	3,22	6	15,83	4,22

N: Número de ootecas.

DE: Desviación estándar.

DISCUSIÓN

Willis y otros¹⁶ destacaron que las ninfas de *B. germanica* sufrían de 5 a 7 mudas en un período de 30 a 60 d, en dependencia de la temperatura y de las disponibilidades de alimento, que era de 46,2 d a 30 °C, mientras que en condiciones adversas esta etapa puede durar 125 d o más. Por otra parte Ebeling¹⁷ demostró que esta especie podía tener de 6 a 7 estadios ninfales, mientras que Koehler & Castner¹⁵ encontraron sólo 6 en un período de alrededor de 3 meses (92 d, aproximadamente).

Según Haydak¹² el desarrollo ninfal de *B. germanica* fue menor cuando la dieta contenía de 22 a 24 % de proteínas; Cooper & Scha² valoraron el desarrollo ninfal de esta especie al ser alimentada con 3 dietas comerciales diferentes (alimento para rata y 2 tipos de alimento para perro) y demostraron que las ninfas se desarrollaron significativamente más rápido con el alimento para rata que con los alimentos para perro, por lo que concluyeron que el alimento para rata era el apropiado para *B. germanica*.

Los resultados obtenidos concuerdan con los de estos autores, tanto en el número de estadios ninfales encontrados con ambos alimentos como en el tiempo de desarrollo ninfal, ya que con el alimento que contenía proteínas este período fue mucho más corto, esto nos sugiere que cuando la dieta de estos insectos no contiene este tipo de nutriente, las condiciones de alimentación les resultan desfavorables y por lo tanto, su período ninfal se alarga de forma considerable.

En relación con la longevidad de los 2 sexos de *B. germanica* nuestros resultados coinciden con Willis y otros,¹⁶ quienes plantearon que el tiempo de vida adulta de las hembras de esta especie es mayor que el de los machos (153 ± 9 d y de 128 ± 8 d, respectivamente). En la cucaracha asiática *Blattella asahinai*, la más cercana a *B. germanica* según Roth,¹⁸ también se encontraron resultados similares.¹⁰

Según McCay,¹⁹ el alimento para *B. germanica* debe tener de 20 a 24 % de proteínas y Haydak¹² demostró que cuando se aumenta el nivel de proteínas en su dieta, por encima de 22 a 24 %, disminuye la longevidad.

Nuestros resultados demuestran que en la dieta de esta especie, el contenido de proteínas entre 0 y 20,45 % no provocó diferencias significativas en el tiempo de vida de los adultos en los 2 sexos.

Pensamos que las diferencias encontradas a partir del tercer ciclo ootecal en el tiempo promedio de eclosión de cada ooteca sucesiva con los 2 alimentos probados, pudieron deberse a que las hembras cuyo alimento no contenía dicho nutriente, al desarrollarse en condiciones menos favorables, trataron de asegurar la mayor

cantidad de descendencia posible al hacer más corto el período de incubación de los huevos, lo que muestra un comportamiento natural de conservación de las especies.

En cuanto al menor potencial reproductivo encontrado en las hembras alimentadas con proteínas, se acerca a lo encontrado por Koehler y otros²⁰ en hembras de *Supella longipalpa* alimentadas con bajo contenido de proteínas (5 %), las que redujeron su reproducción después de producir la tercera ooteca, y con lo encontrado por Aguilera y otros²¹ en hembras de *B. germanica* alimentadas sin proteínas, donde un número muy pequeño logró depositar la quinta ooteca.

Las hembras de esta especie pueden desarrollar de 4 a 8 ootecas durante su vida²² y de 5 a 8 según Koehler & Castner.¹⁵

Willis y otros¹⁶ plantean que en *B. germanica*, la ooteca aparece en una hembra fecundada al cabo de pocos días en dependencia de la temperatura, y que a 30 °C aparece a los $7,8 \pm 0,2$ d, mientras que el tiempo de incubación de los huevos es de $17,2 \pm 0,1$ d. Según Roth & Willis^{23,24} y Cochran²⁵ la cucaracha alemana tiene un período de incubación de los huevos de 20 a 26 d, mientras que Atkinson y otros¹⁰ reportaron un período de preoviposición de 13 d y de incubación de 19 d. Por otra parte, Koehler y otros²⁰ plantearon que la ooteca aparece entre los 11 ó 12 d de vida del adulto y eclosiona 3 semanas después (22 d). En nuestras condiciones, las hembras alimentadas sin proteínas requirieron más tiempo para formar cada ooteca que las alimentadas con proteínas, coincidiendo con lo reportado por Hamilton y otros⁶ de que hembras de *B. germanica* alimentadas con bajo contenido de proteínas (5 %) demoraron más tiempo para formar las ootecas que las que se alimentaron con 25 % de proteínas.

En relación con el número de ninfas nacidas de cada ooteca sucesiva, Willis y otros⁶ reportaron un promedio de 35 ninfas eclosionadas de la primera ooteca en *B. germanica*, el cual se redujo con las siguientes puestas, y fue entre 10 y 15 para la sexta y la octava; esto está de acuerdo con el planteamiento de Cochran,²² de que las ootecas de esta especie tienden a ser más pequeñas después de cada oviposición. Estos reportes coinciden con los resultados obtenidos con ambos alimentos utilizados.

Según Ross y otros²⁶ la ooteca normal de *B. germanica* varía en número de descendientes de 37 a 44. Por otra parte, Atkinson y otros¹⁰ indicaron un promedio de 33 ninfas por ooteca para esta especie, mientras que Koehler & Castner¹⁵ reportaron que de cada ooteca de *B. germanica* emergen de 30 a 40 ninfas de primer estadio.

En nuestros resultados, las hembras alimentadas con proteínas tuvieron promedios de ninfas por ooteca semejantes a los reportados por estos autores, no ocurrió

así en las que fueron alimentadas sin proteínas, donde estos valores fueron menores y coincidieron con los promedios reportados por Aguilera y otros²¹ para *B. germanica* en ausencia de proteínas en su dieta.

Los resultados ofrecidos en este estudio demuestran que las proteínas constituyen un nutriente necesario y fundamental en la alimentación de *B. germanica* ya que su presencia o ausencia, determina cambios conductuales importantes, tanto en su crecimiento y desarrollo como en su capacidad reproductiva, por lo que es de vital importancia tener en cuenta este factor para interpretar cualquier resultado que se obtenga en estudios que se realicen con esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración del licenciado *Alfredo Gutiérrez* (Laboratorio de Malacología del Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kouri" [IPK]) por la ayuda brindada en el procesamiento estadístico de los datos y a la doctora *Gladys Ramos* (Laboratorio de Atención de Animales, IPK) por el suministro del alimento para ratas.

SUMMARY

It was conducted a study of 2 colonies of *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) kept since 1994 in the laboratory at $29 \pm 1^\circ \text{C}$, 70-75 % of relative humidity and with different foods: one on a diet without proteins, consisting in portions of potatoes (*Solanum tuberosum*, L.), ripe banana (*Musa paradisiaca*, L.) and a sugary solution 10 %, and the other with a protein content of 20.45 % composed of pulverized and dry laboratory food for rats and a source of water. 6 nymphal stages were found with both types of food. There were determined the times of interchanges and the time of nymphal development, which were much shorter among the nymphs feeded with proteins. The longevity of each sex showed no significant differences in connection with the type of food used. The times of appearance and eclosion of the oothecae of each oothecal cycle were determined with both foods. It was found that the females deposited up to 5 oothecae during their lives with the 2 types of diet. The average of nymphs per ootheca among the females feeded with proteins was much greater ($t= 5.33$; $p < 0.001$). The results of this study show that when the food for *B. germanica* contains proteins, its nymphal development is faster and its reproductive capacity increases, which means that protein is a necessary nutrient for the diet of this species.

Subject headings: ORTHOPTERA/growth & development; LONGEVITY; REPRODUCTION; FOOD; DIETARY PROTEINS; LABORATORIES.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Slansky F. Insect nutrition: an adaptationist's perspective. *Fla Entomol* 1982;65:45-67.
- Engelmann F. The physiology of insect reproduction. Oxford: Pergamon, 1970:120-38.
- Bernays EA. Regulation of feeding behaviour. En: Kerkut GA, Gilbert LL, eds. *Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology*, Oxford: Pergamon, 1985;t4:1-32.
- Dadd RH. Nutrition: organisms. En: Kerkut GA, Gilbert LI, eds. *Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology*, Oxford: Pergamon, 1985;t4:313-90.
- Hamilton RL, Schal C. Effects of dietary protein levels on reproduction and food consumption in the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *Ann Entomol Soc Am* 1988;81(6):969-76.
- Hamilton RL, Cooper RA, Schal C. The influence of nymphal and adult dietary protein on food intake and reproduction in female brown-banded cockroaches. *Entomol Exp Appl* 1990;55(1):23-31.
- Cooper RA, Schal C. Differential development and reproduction of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) on three laboratory diets. *J Econ Entomol* 1992;85(2):838-44.
- Kramer RD, Koehler PG, Patterson RS, Slansky F. Nutritional status and insecticide tolerance in German cockroaches (Orthoptera: Blattellidae). *J Econ Entomol* 1990;83(5):1912-7.
- Short JE, Edwards JP. Reproductive and developmental biology of the oriental cockroach *Blattella orientalis* (Dictyoptera: Blattellidae). *Med Vet Entomol* 1991;5(4):385-94.
- Atkinson TH, Koehler PG, Patterson RS. Reproduction and development of *Blattella asahinai* (Dictyoptera: Blattellidae). *J Econ Entomol* 1991;84(4):1251-6.
- Noland JL, Baumann CA. Protein requirements of the cockroach *Blattella germanica* (L.). *Ann Entomol Soc Am* 1951;44:184-8.
- Haydak MH. Influence of the protein level of the diet on the longevity of cockroaches. *Ann Entomol Soc Am* 1953;46:547-60.
- Roth LM, Stay B. Oocyte development in *Blattella germanica* and *Blattella vaga* (Blattaria). *Ann Entomol Soc Am* 1962;55:633-42.
- Kunkel JG. A minimal model of metamorphosis: fat body competence to respond to juvenile hormone. En: Ghovindan B, Friedman S, Rodríguez JG, eds. *Current topics in insect endocrinology and nutrition*. New York: Plenum, 1981:107-29.
- Koehler PG, Castner JL. The German cockroach. *Institute of Food and Agricultural Sciences. Acts of Congress*. 1994, May. 8-Jun. 30. Gainesville, Florida. Florida: Publications Distribution Center, University of Florida, 1994:147.
- Willis ER, Riser GR, Roth LM. Observations on reproduction and development in cockroaches. *Ann Entomol Soc Am* 1958;51:53-69.
- Ebeling W. *Urban entomology*. Los Angeles: University of California, 1975:1-42.
- Roth LM. A taxonomic revision of the genus *Blattella* Caudell (Dictyoptera: Blattaria: Blattellidae). *Entomol Scand Suppl* 1985;22:1-221.
- McCay CM. The nutritional requirements of *Blattella germanica*. *Physiol Zool* 1938;11:89-103.
- Koehler PG, Strong CA, Patterson RS. Rearing improvements for the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J Med Entomol* 1994;31(5):704-10.
- Aguilera L, Marquetti MC, Fuentes O, Navarro A. Observaciones sobre aspectos biológicos de *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) en condiciones de laboratorio. *Rev Cubana Med Trop* 1996;48(1):12-14.
- Cochran DG. *Cockroaches. Biology and Control*. WHO/VBC/82.856. Ginebra.

23. Roth LM, Willis ER. A study of cockroach behaviour. *Am Midl Nat* 1952;47:65-129.
24. Roth LM, Willis ER. The reproduction of cockroaches. *Smithson Misc Coll* 1954;122:1-49.
25. Cochran DG. Food and water consumption during the reproductive cycle of female German cockroaches. *Entomol Exp Appl* 1983;34:51-7.

26. Ross MH, Cochran DG. Genetic variability in the German cockroach. *J Hered* 1970;61:123-8.

Recibido: 17 de abril de 1997. Aprobado: 12 de diciembre de 1997.

Lic. *Lucita Aguilera*. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kouri". Apartado 601, Marianao 13, Ciudad de La Habana, Cuba.