

En la cucaracha alemana, el efecto de doce repelentes disminuye en forma inversamente proporcional al peso molecular

Analía Sforzín¹, Raúl A. Alzogaray^{1,2,*}

¹ Departamento de Investigaciones de Plagas e Insecticidas (DEIBIOTOX, UNIDDEF-CITEDEF-CONICET-CIPEIN y Ministerio de Defensa). Villa Martelli, prov. de Buenos Aires, Argentina. ² 3iA y EHyS, Universidad Nacional de San Martín, San Martín, prov. de Buenos Aires, Argentina. *E-mail: ralzogaray@citedef.gob.ar

Resumen

Los repelentes mantienen a los insectos alejados de los humanos y de sitios donde no se desea su presencia. En este trabajo se evaluó el efecto de doce repelentes naturales y sintéticos en la cucaracha alemana, y se determinó si la repelencia varía en función del peso molecular, el Kow o la presión de vapor. El efecto repelente se evaluó sobre papeles de filtro circulares, con la mitad tratada con repelente. La repelencia varió en forma lineal e inversamente proporcional al peso molecular ($y = 3,90 - 1,36 x$; $R^2 = 0,7$; $p < 0,001$). Los repelentes naturales gamma-nonalactona, citral, delta-nonalactona, carvacrol y trans-p-mentano-3,8-diol produjeron una repelencia similar a la del control positivo (DEET). No se encontró una relación importante entre la repelencia y el Kow o la presión de vapor. Se identificaron repelentes naturales cuyo efecto es similar al de la DEET, se investigarán sus potenciales aplicaciones prácticas.

Palabras claves: *Blattella germanica*, repelencia, nonalactona, citral, carvacrol, trans-p-mentano-3,8-diol.

Introducción

La cucaracha alemana, *Blattella germanica*, es un insecto cosmopolita que causa daños sanitarios y económicos. Sobre su cuerpo transporta microbios que causan enfermedades a las personas, y se alimenta de una gran variedad de bienes humanos a los que, además, contamina con sus deposiciones [1, 2]. Su control se basa principalmente en la aplicación de insecticidas que se comercializan en forma de líquidos para rociar, polvos, geles y nieblas [3].

Los repelentes son sustancias que inducen a los insectos a alejarse de la fuente que los produce [4]. Para controlar a la cucaracha alemana, se recomienda usar repelentes para crear barreras de exclusión en lugares donde la aplicación de insecticidas convencionales no es apropiada (por ejemplo, áreas sensibles de hospitales y máquinas expendedoras de alimentos). También se ha evaluado con éxito la incorporación de repelentes en los materiales que se usan para embalaje [5]. Los repelentes son útiles para implementar estrategias “empujar y atraer”, que consisten en aplicar un repelente para alejar a las cucarachas de un recurso que se desea proteger, y usar un atrayente para atraerlas hacia una trampa o una superficie tratada con insecticida [6].

El objetivo de este trabajo fue evaluar en condiciones de laboratorio el efecto repelente de doce sustancias naturales y sintéticas, y determinar su acción varía en función de su peso molecular, su Ko/w y su presión de vapor.

Metodología

Material Biológico

Se usaron ninfas del primer estadio de *B. germanica*, provenientes de la colonia CIPEIN, criada en el Departamento de Investigaciones de Plagas e Insecticidas (DEIBIOTOX, UNIDDEF-CITEDEF-CONICET-CIPEIN y Ministerio de Defensa). La colonia es alimentada *ad libitum* con pellet para conejos y levadura en polvo. La cría se mantiene a una temperatura constante de 25 ± 2 °C y un fotoperíodo 12:12 h L:O.

Reactivos

Todos los reactivos se adquirieron a Sigma Aldrich (Buenos Aires, Argentina): N,N-dietil-m-toluamida (DEET, 97%), dimetil ftalato (99%), 2-undecanona (98%), p-mentano-3,8-diol (97%), MGK 326 (99,95%), MGK264 (99,95%), carvacrol (98%), citral (95%), gamma-nonalactona (98%), gamma-dodecalactona (97%), delta-nonalactona (98%), y delta-dodecalactona (98%). Los primeros seis repelentes

son sintéticos, el resto son de origen natural, y todos han sido reportados como repelentes de insectos (Debboun et al. 2015). Como solvente, se usó acetona grado analítico (Merck, Darmstadt, Germany).

Bioensayos de Repelencia

Los ensayos se realizaron dentro de un mueble de madera enchapada en melamina. En el piso del mueble hay un soporte metálico que sostiene una cámara de video, la cual está conectada a una computadora personal. La arena experimental consistió en un círculo de papel de filtro de 11 cm de diámetro sobre el cual se colocó un aro de vidrio para que evitar que el insecto se escape. El círculo de papel se dividió en dos partes iguales. Una parte fue impregnada con 0,35 ml de acetona sola; la otra parte, con igual volumen de una solución de repelente en acetona (779,0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Se colocó una ninfa en el centro de la arena experimental y se filmó su comportamiento durante 10 min. El video fue analizado con el software Ethovision XT 10.1, que cuantificó el tiempo (en minutos) que estuvo la ninfa en cada parte de la arena experimental. El ensayo se repitió seis veces en forma independiente. Con los resultados se calculó un Coeficiente de Distribución (CD):

$$DC = (T_t - T_A) / T_t \quad (1)$$

donde T_t es el tiempo experimental y T_A es el tiempo que la ninfa pasó en la parte de la arena tratada con repelente. El CD puede adoptar valores entre 0 y 1. Los valores significativamente mayores que 0,5 corresponden a repelencia; los significativamente menores que 0,5, a atracción. Cuando el CD toma valores que no difieren significativamente de 0,5, significa que la sustancia no modificó el comportamiento del insecto. Así se evaluaron los doce repelentes, y como control positivo se usó DEET (779,0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$), ingrediente activo en el que se basa la mayoría de los repelentes comerciales.

Análisis Estadístico

Todos los resultados se expresaron como promedios de seis réplicas con sus respectivos errores estándares. Como los datos no tenían una distribución normal, fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, seguida de la prueba de Dunn. La relación entre los valores de CD y distintos parámetros físico-químicos (peso molecular, KO/w y presión de vapor) se analizó mediante regresiones lineales.

Resultados y Conclusión

La Figura 1 muestra los valores de CD de doce repelentes en ninfas del primer estadio de *B. germanica*. Las diferencias entre los CD fueron significativas ($H = 84.05$, d.f. = 13, $P < 0.001$). El CD del control negativo (acetona sola) fue 0,53, lo cual indica que las ninfas pasaron en promedio el mismo tiempo en cada mitad de la arena experimental. En otras palabras, la acetona no modificó el comportamiento de los insectos. El CD del control positivo (DEET) fue 0,93, valor significativamente diferente del control negativo que indica un alto efecto repelente ($P < 0.001$). Los CD de gamma-nonolactona (0,99), citral (0,96), delta-nonolactona (0,95), carvacrol (0,91) y *p*-mentano-3,8-diol (0,88) fueron significativamente mayores que el CD del control negativo ($P < 0.005$ en todos los casos), pero no presentaron diferencias significativas con la DEET ($P = 1$ en todos los casos). Los CD de los demás repelentes variaron entre 0,81 (2-undecanona) and 0,62 (delta-undecanona), y no fueron significativamente distintos que el CD del control negativo ($P > 0.13$ en todos los casos).

La repelencia de las 12 sustancias evaluadas varió en forma lineal e inversamente proporcional al peso molecular ($y = 3,90 - 1,36 x$; $R^2 = 0,7$; $p < 0,001$). No se encontró una relación lineal entre la repelencia y el Kow o la presión de vapor.

En este trabajo se identificaron cinco repelentes naturales cuyo efecto es similar al de la DEET. Una posible explicación de la relación lineal entre el efecto repelente y el peso molecular es que la interacción con los receptores sensoriales depende del tamaño de las moléculas. Se investigarán las potenciales aplicaciones prácticas de los cinco repelentes naturales.

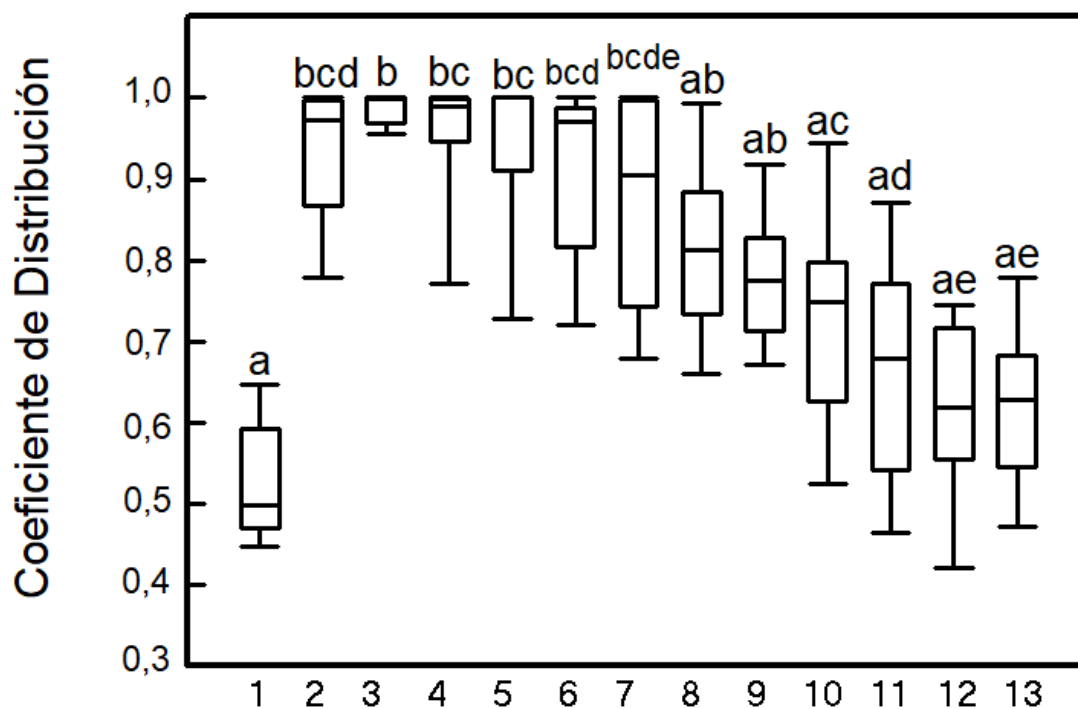


Figura 1. Coeficiente de Distribución (CD) de doce repelentes en ninfas del primer estadio de *B. germanica*. 1, acetona (control negativo); 2, DEET (control positivo); 3, γ -nonalactona; 4, citral; 5, δ -nonalactona; 6, carvacrol; 7, *trans*-p-mentano-3,8-diol; 8, 2-undecanona; 9, γ -dodecalactona; 10, dimetil ftalato; 11, MGK-264; 12, MGK-326; 13, δ -dodecalactona. Las letras indican diferencias significativas (Prueba de Dunn, $P < 0.05$).

Bibliografía

1. Rust, M.K., Owens J.M., Reiersen D.A.: Understanding and Controlling the German Cockroach. Oxford University Press, New York (1995)
2. Mpuchane, S., Allotey, J., Matsheka, I., Simpanya, M., Coetzee, S., Jordaan, A. et al.: Carriage of Microorganisms by Domestic Cockroaches and Implications on Food Safety. *Int. J. Trop. Insect Sc.* 26: 166-175 (2006)
3. CPIA - Consejo de los Profesionales del Agro, Agroalimentos y Agroindustria: Manual de Control de Plagas Urbanas y Domisanitarias. CPIA, Buenos Aires (2015)
4. White, G.B., Moore, S.J.: Terminology of Insect Repellents. In: Debboun, M., Frances, S.P., Strickman, D.A.: *Insect Repellents Handbook*, pp. 3-30. CRC Press, Boca Raton (2015)
5. Wong, K.K.Y., Signal, F.A., Campion, S.H., Motion, R.L. Citronella as an Insect Repellent in Food Packaging. *J. Agr. Food Chem.* 53: 4633-4636 (2005)
6. Yang, J.O., Kim, S.W., Noh, D.J., Yoon, C., Kang, S.H., Kim, G.H. Effective Control in Managing German Cockroach, *Blattella germanica* (Orthoptera: Blattellidae), Using a Push-Pull Strategy. *Korean J. Pest Sci.* 12: 162-167 (2008)