

COLONIZACION DE LA CHICHARRITA *DALBULUS QUINQUENOTATUS* (HOMOPTERA: CICADELLIDAE) Y SUS HORMIGAS ASOCIADAS EN SU PLANTA HOSPEDERA PERTURBADA

GUSTAVO MOYA-RAYGOZA

Departamento de Botánica y Zoología, C.U.C.B.A., Universidad de Guadalajara, km. 15.5, carretera Guadalajara-Nogales. Apartado Postal 139, 45110 Las Agujas, Zapopan, Jalisco, MEXICO.

RESUMEN. Pocos estudios han reportado la influencia del fuego sobre una asociación de mutualismo entre insectos herbívoros y hormigas. Aquí se estudia si las poblaciones de *Tripsacum* quemadas son colonizadas mejor a corto plazo por la asociación de mutualismo llevada a cabo por la chicharrita *Dalbulus quinquenotatus* DeLong & Nault y sus hormigas asociadas; se describe el proceso de colonización por *D. quinquenotatus* y las hormigas; y se evalúa si los adultos de *D. quinquenotatus* prefieren o no colonizar localmente a las plantas de *Tripsacum* fertilizadas con fósforo, nitrógeno, o potasio. La asociación de mutualismo fue restablecida durante los primeros cinco meses después de recibir fuego las plantas de *Tripsacum*. En ese tiempo, la asociación de mutualismo fue mayor en cuatro poblaciones de *Tripsacum* quemadas, comparativamente con tres poblaciones sin quemar. Al revisar detalladamente el proceso de colonización en una de las cuatro poblaciones quemadas, se encontró que los adultos de *D. quinquenotatus* son los primeros en arribar durante la estación seca (entre abril y mayo). Estos adultos, que ovipositaron en los nuevos brotes de *Tripsacum*, aparecieron esporádicamente pocos días después de que ocurrió la quema. La presencia de las primeras ninfas coincidió con la aparición de las hormigas que cuidaron a las ninfas. Los adultos de *D. quinquenotatus* establecidos durante la estación lluviosa (existentes entre septiembre y octubre) en las poblaciones quemadas de *Tripsacum* se movieron localmente. Además, se encontró que estos adultos se movieron por igual en un corto plazo a plantas de *Tripsacum* fertilizados con fósforo, nitrógeno, o potasio.

PALABRAS CLAVE: Cicadellidae, colonización, fuego, hormigas, mutualismo, perturbación.

ABSTRACT. Few studies have reported the influence of fire on mutualistic association between herbivorous and ants. Here, I studied if burned *Tripsacum* populations are colonized better by the mutualistic association between the myrmecophile leafhopper *D. quinquenotatus* DeLong & Nault and tending ants. I describe the colonization by *D. quinquenotatus* and ants; and I evaluated if *D. quinquenotatus* adults prefer to colonize *Tripsacum* plants supplied with phosphorus, nitrogen, or potassium. Five months after the fire, the mutualistic association was better represented in four burned *Tripsacum* population; compared to three unburned populations. *Dalbulus quinquenotatus* adults were the first in arriving during the dry season (between April and May). These adults, which oviposited on the new *Tripsacum* plants, sporadically appeared few days after the fire. The nymphs emerged from these adults, appeared at the same time that the tending ants. The *D. quinquenotatus* adults found during the wet season (between September and October) on the burned populations moved locally to *Tripsacum* plants. In addition, adults colonized in the same way *Tripsacum* plants that received phosphorous, nitrogen, or potassium.

KEY WORDS: Cicadellidae, colonization, fire, ants, mutualism, perturbation.

Moya-Raygoza: Colonización de Dalbulus quinquenotatus

El fuego afecta el desarrollo de las plantas y consecuentemente a los insectos herbívoros que dependen de ellas. El fuego puede causar la muerte de algunas plantas, sin embargo las especies adaptadas a el pueden presentar un mejor crecimiento y mayor producción de brotes nuevos, que son colonizados rápidamente por insectos herbívoros (Stein *et al.* 1992). Por ejemplo, en el tipo de vegetación sabana “cerrado” de Brasil, la planta *Aspilia foliacea* (Spreng) Baker (Compositae) fue colonizada rápidamente por insectos de las familias Curculionidae y Tephritidae, una vez que la planta fue quemada (Prada *et al.* 1995). Un patrón similar de colonización mostraron dípteros de la familia Cecidomyiidae, una vez quemada su hospedera *Palicourea rigida* Humboldt, Bonpland & Kunth (Rubiaceae) (Vieira *et al.* 1996).

En los trópicos ocurren casos de mutualismo, como sería entre homópteros y hormigas, que dependen de plantas para su existencia. Sin embargo, se conoce poco sobre cómo se restablece la asociación de mutualismo, una vez que la planta hospedera es quemada. Uno de esos casos desconocidos es el de la chicharrita *Dalbulus quinquenotatus* DeLong & Nault (Homoptera: Cicadellidae) y sus hormigas asociadas. La anterior asociación, de mutualismo obligatorio, ocurre sobre las hojas basales de varias especies de *Tripsacum* (Gramineae), en el centro de México (Triplehorn y Nault, 1985; Moya-Raygoza, 1997). En esta región tropical, el 50% de las localidades con poblaciones de *Tripsacum* son quemados accidentalmente cada año, durante la estación seca (febrero-mayo, obs. pers.).

Debido a que se ha observado a adultos de *D. quinquenotatus* en los rebrotes de *Tripsacum* recién quemados, supongo que la asociación de mutualismo entre el homóptero y las hormigas, se restablece a corto plazo. Por lo tanto, los objetivos de este trabajo fueron 1. Conocer si las poblaciones de *Tripsacum* quemadas son mejor colonizadas por *D. quinquenotatus* y las hormigas, comparativamente con las poblaciones de *Tripsacum* que no reciben fuego, 2. Describir el proceso de colonización por *D. quinquenotatus* y las hormigas en *Tripsacum*, una vez que éstas reciben fuego, y 3. Evaluar si los nutrientes (fósforo, nitrógeno y potasio) que recibe *Tripsacum* influyen el movimiento local de los adultos de *D. quinquenotatus*.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio. El estudio fue realizado en el centro del Estado de Jalisco, México, en siete localidades, donde crecen poblaciones naturales de *Tripsacum* en forma de manchones. Estas localidades fueron; San Isidro (carretera 80, kilómetro 63), San Agustín (kilómetro 20 al sur de Guadalajara), Los Chorros (carretera 90, kilómetro 11), Zapopan (carretera 15, siete kilómetros al oeste del periférico), El Colli (bosque la Primavera, Colonias Paraísos del Colli), Los Camachos (carretera 54, kilómetro

19), y La Mimila (carretera 15, tres kilómetros después de la vía del tren).

Organismos estudiados. Las especies de plantas en las que se realizó el trabajo fueron *Tripsacum dactyloides* L. y *T. pilosum* Scriber and Merrill. El herbívoro fue *Dalbulus quinquenotatus* DeLong & Nault, y los taxa de hormigas asociadas a este herbívoro fueron; *Brachymyrmex obscurior* Forel, *Camponotus* sp., *Crematogaster* sp., *Pheidole* sp., y *Solenopsis* sp.

Secuencia del estudio. El trabajo se realizó bajo tres experimentos, todos efectuados durante 1998. El primer experimento se realizó entre febrero y septiembre, en las siete localidades; el segundo, entre marzo y septiembre, en la localidad de Zapopan; y el tercero se efectuó entre septiembre y octubre, en la localidad de San Agustín.

Experimento 1. Mutualismo entre *D. quinquenotatus* y hormigas en poblaciones de *Tripsacum* quemadas y sin quemar. En cada una de las siete localidades, 30 macollos (cada macollo tenía rizomas y varios tallos primarios) de *Tripsacum* fueron seleccionados al azar. En esos macollos seleccionados se determinó la presencia de *D. quinquenotatus* (ninfas y adultos) y las hormigas asociadas, en dos fechas de muestreo, la primera fue en la primera semana de febrero y la segunda en última semana de septiembre. En ambas fechas, el muestreo se efectuó entre las 09:00 y 14:00 horas.

El fuego ocurrió accidentalmente sólo en cuatro de las siete localidades, entre la tercera semana de febrero y tercera semana de abril. El número de macollos, con presencia de *D. quinquenotatus* y hormigas en las dos fechas de muestreo, fue comparado utilizando la prueba Wilcoxon (Statística, 1995). Esta prueba fue aplicada para las localidades quemadas y para las que no recibieron fuego.

Experimento 2. Monitoreo de *D. quinquenotatus* y sus hormigas asociadas en una localidad de *Tripsacum* que recibió fuego. El 20 de febrero, la población de *T. pilosum* fue quemada accidentalmente en la localidad de Zapopan. Cuatro días después, 40 macollos quemados de esta gramínea fueron seleccionados al azar y marcados con una estaca. En los macollos marcados, se contaron los individuos de *D. quinquenotatus* (ninfas y adultos) y hormigas, cada siete días. Los datos anteriores fueron tomados en cada fecha de muestreo entre las 09:00 y 14:00 horas.

Además, en la misma localidad de Zapopan, pero en un manchón adyacente de *Tripsacum*, fueron muestreados los adultos de *D. quinquenotatus* con trampas amarillas pegajosas. Se colocaron seis trampas, las que fueron reemplazaron cada semana. Estas fueron colocadas a una altura de 80 centímetros del suelo y cada una medía 12 x 20 centímetros.

Experimento 3. Movimiento local de *D. quinquenotatus* entre plantas de *Tripsacum* que recibieron diferente tipo de nutrimento. En el invernadero, 16 macetas, cada una con un macollo de *T. dactyloides*, fueron distribuidas equitativamente en cuatro tratamientos. Las del primer tratamiento recibieron fósforo, las del segundo nitrógeno, las del tercero potasio y las del cuarto se tuvieron como control y no se les aplicó algún nutrimento. Los fertilizantes fueron aplicados en forma sólida y en una cantidad de 50 gramos por maceta. El fósforo fue aplicado como fosfato; el nitrógeno como urea; y el potasio como tal.

Trece días después de aplicarles los nutrimentos a las macetas en el invernadero, fueron transportadas a la localidad de San Agustín, donde crece de forma natural *T. dactyloides*. Ahí, cuatro de las macetas, cada una de diferente tratamiento, fueron puestas cerca de un macollo natural de *T. dactyloides* (planta fuente), el que fue escogido al azar. El macollo natural tuvo la presencia de ninfas y adultos de *D. quinquenotatus* y hormigas obreras de la especie *B. obscurior*. La distancia entre la planta fuente y cualquiera de las cuatro macetas fue de 70 centímetros; esta distancia es común entre los macollos de *T. dactyloides* en forma natural. Lo anterior se repitió en forma simultánea en otras tres plantas fuente, que estaban adyacentes y ubicadas a no más de cinco metros de la primera repetición, por lo tanto fueron un total de cuatro macetas por cada una de las cuatro repeticiones.

El número de *D. quinquenotatus* adultos fue determinado en cada una de las macetas, a intervalos de siete días, mientras que el número de ninfas fue determinado cada 15 días. Los muestreos de adultos y ninfas se efectuaron entre las 09:00 y 14:00 horas. La comparación del número de adultos entre los cuatro tratamientos, en el día siete después de haber comenzado el experimento, se hizo mediante la prueba Kruskal-Wallis (Statística, 1995); misma que fue usada para comparar el número de ninfas entre los cuatro tratamientos, el día 21 después de que comenzó el experimento. El propósito de determinar la influencia de nutrimentos en la preferencia de colonización local por la chicharrita, fue debido a que en otros casos se ha encontrado que plantas con nitrógeno son preferidas por homópteros y hormigas (Strauss, 1987).

RESULTADOS

Mutualismo entre *D. quinquenotatus* y hormigas en poblaciones de *Tripsacum* quemadas y sin quemar. La asociación de mutualismo fue mayor, ($P < 0.06$), a ese grado de significancia, en las cuatro poblaciones de *Tripsacum* quemadas, a los cinco meses después que estas recibieron fuego (Cuadro 1). Antes que las poblaciones recibieran fuego, en febrero, sus macollos estaban colonizados por *D. quinquenotatus*

y hormigas en un 44.5 % (error estándar = 19.4). Sin embargo, cinco meses después, en septiembre, los macollos de estas cuatro poblaciones estaban colonizados en un 87.7 % (error estándar = 6.7).

Cuadro 1

Número y porcentaje de macollos de *Tripsacum* con *Dalbulus quinquenotatus* y hormigas en siete localidades del centro del Estado de Jalisco, México. El número y porcentaje fue obtenido de 30 macollos seleccionados al azar en cada localidad. Las primeras cuatro localidades recibieron fuego en febrero, mientras que las localidades del número cinco al siete no recibieron fuego. Se mencionan las especies de hormigas colectada en febrero y septiembre para cada localidad.

Localidad (especie de <i>Tripsacum</i>)	Número (y porcentaje) de macollos con <i>D. quinquenotatus</i> y hormigas en localidades quemadas	
	Antes de recibir fuego (feb.)	Después de recibir fuego (sep.)
1. San Isidro (<i>T. dactyloides</i>)	17 (56) <i>Brachymyrmex obscurior</i>	29 (96) <i>Brachymyrmex obscurior</i> <i>Camponotus</i> sp.
2. San Agustín (<i>T. dactyloides</i>)	28 (93) <i>Brachymyrmex obscurior</i>	30 (100) <i>Brachymyrmex obscurior</i>
3. Los Chorros (<i>T. dactyloides</i>)	1 (3) <i>Brachymyrmex obscurior</i>	21 (70) <i>Brachymyrmex obscurior</i> <i>Crematogaster</i> sp.
4. Zapopan (<i>T. pilosum</i>)	8 (26) <i>Solenopsis</i> sp. <i>Crematogaster</i> sp.	25 (85) <i>Solenopsis</i> sp. <i>Pheidole</i> sp.
PROMEDIO TOTAL EN % = 44.5 ± 19.4 PROMEDIO TOTAL EN % = 87.7 ± 6.7		
	Número (y porcentaje) de macollos con <i>D. quinquenotatus</i> y hormigas en localidades sin quemar	
	febrero	septiembre
5. El Colli (<i>T. dactyloides</i>)	26 (86) <i>Brachymyrmex obscurior</i> <i>Crematogaster</i> sp.	20 (66) <i>Brachymyrmex obscurior</i> <i>Crematogaster</i> sp.
6. Los Chorros (<i>T. dactyloides</i>)	8 (26) <i>Pheidole</i> sp.	8 (26) <i>Brachymyrmex obscurior</i> <i>Solenopsis</i> sp.
7. La Mimila (<i>T. dactyloides</i>)	7 (23) <i>Brachymyrmex obscurior</i> <i>Pheidole</i> sp. <i>Camponotus</i> sp.	16 (53) <i>Brachymyrmex obscurior</i> <i>Pheidole</i> sp.
PROMEDIO TOTAL EN % = 45.0 ± 20.5 PROMEDIO TOTAL EN % = 48.3 ± 11.7		

Moya-Raygoza: Colonización de *Dalbulus quinquenotatus*

Por otro lado, la asociación de mutualismo fue similar ($P > 0.10$) en las tres poblaciones de *Tripsacum* que no recibieron fuego (Cuadro 1). En febrero sus macollos estaban colonizados por *D. quinquenotatus* y hormigas en un 45.0 % (error estándar = 20.5). Un porcentaje similar (48.3 (error estándar = 11.7)) de macollos ocupados por la chicharrita y hormigas se encontró cinco meses después, en septiembre.

Monitoreo de *D. quinquenotatus* y sus hormigas asociadas en una localidad de *Tripsacum* que recibió fuego. Los macollos de *T. pilosum* de Zapopan comenzaron a producir nuevos brotes verdes a los 13 días después de ser quemados. Sólo 28 días después que aparecieron los nuevos tallos, y durante la estación seca, fueron encontrados adultos de *D. quinquenotatus* sobre sus hojas básales (Figura 1). Estos primeros adultos colonizadores fueron encontrados individualmente, sin la presencia de hormigas y en menos del 10% de los macollos. Resultados similares fueron encontrados con las trampas amarillas pegajosas, debido a que los primeros adultos de *D. quinquenotatus* fueron capturados en bajo número con estas trampas, durante la estación seca, en un manchón adyacente de *T. pilosum* que recibió fuego (Fig. 2).

Las ninfas originadas por los primeros adultos colonizadores aumentaron su número a través de esa estación lluviosa (Figura 1).

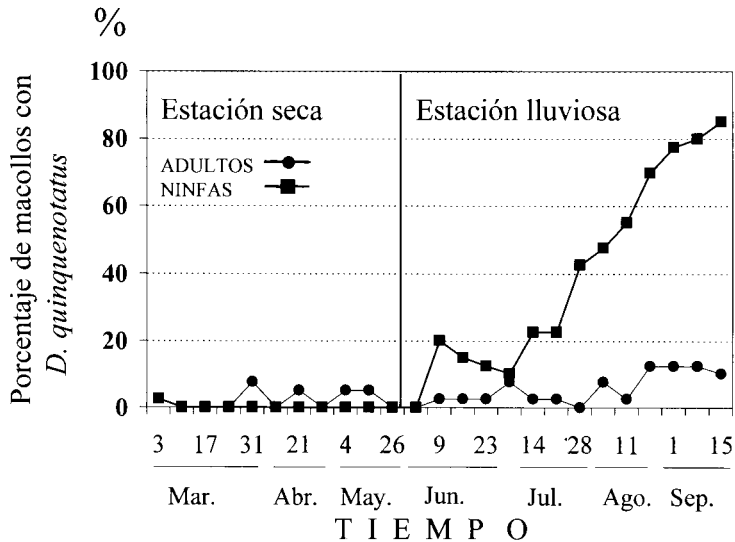


Figura 1. Adultos y ninfas de *Dalbulus quinquenotatus* en macollos de *Tripsacum pilosum* que recibieron fuego en Zapopan, Jal., México. La población de *T. pilosum* fue quemada el 20 de febrero de 1998.

Al mismo tiempo que surgieron las primeras ninfas, las hormigas comenzaron a presentarse en los brotes de los macollos. Por lo tanto, la asociación de mutualismo entre *D. quinquenotatus* y hormigas inicio una vez que comenzó la estación lluviosa (Figura 3). Esta asociación se incrementó exponencialmente a través de la estación lluviosa, encontrando hasta un 85 % de los macollos ocupados por la chicharrita y hormigas al final de estación lluviosa, en septiembre.

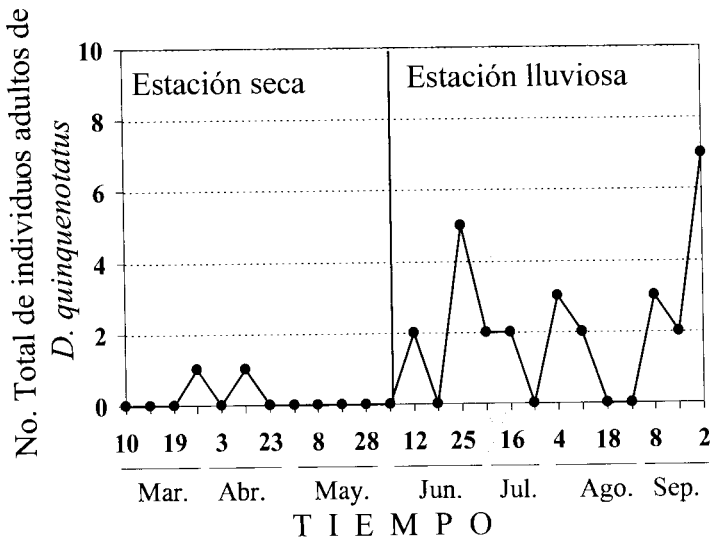


Figura 2. Número total de adultos de *Dalbulus quinquenotatus* colectados en seis trampas amarillas pegajosas, las que fueron reemplazadas aproximadamente cada siete días en la población de *Tripsacum pilosum* que recibió fuego en Zapopan, Jal., México. La población fue quemada el 20 de febrero de 1998.

Movimiento local de *D. quinquenotatus* entre plantas de *Tripsacum* que recibieron diferente tipo de nutrimento. Los adultos de *D. quinquenotatus* se dispersaron localmente de macollos naturales de *T. dactyloides* a macollos que recibieron algún tipo de nutrimento, como nitrógeno, fósforo, potasio, o bien a macollos sin nutrimento (Figura 4). Estos adultos necesitaron no más de siete días para moverse a los macollos con algún tipo de nutrimento. Sin embargo, el número de adultos que se movieron hacia los cuatro tratamientos (plantas con fósforo, nitrógeno, potasio, o sin nutrimento) fue similar ($P= 0.15$) en el día siete, la primera fecha en que se muestrearon. Las primeras ninfas surgieron en los cuatro tratamientos, a los 14 días de haber arribado los primeros adultos. Sin embargo, la diferencia en el número de las primeras ninfas emergidas en las plantas bajo los cuatro tratamientos fue similar

Moya-Raygoza: Colonización de Dalbulus quinquenotatus

($P = 0.14$) en el día 21, la primera fecha en que se muestrearon.

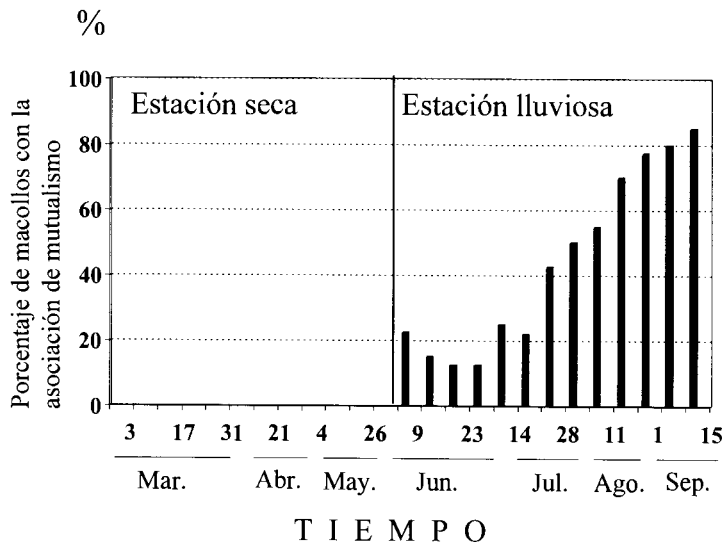


Figura 3. Hormigas y *Dalbulus quinquenotatus* (asociación de mutualismo) en macollos de *Tripsacum pilosum* que recibieron fuego en Zapopan, Jal., México. La población de *T. pilosum* fue quemada el 20 de febrero de 1998.

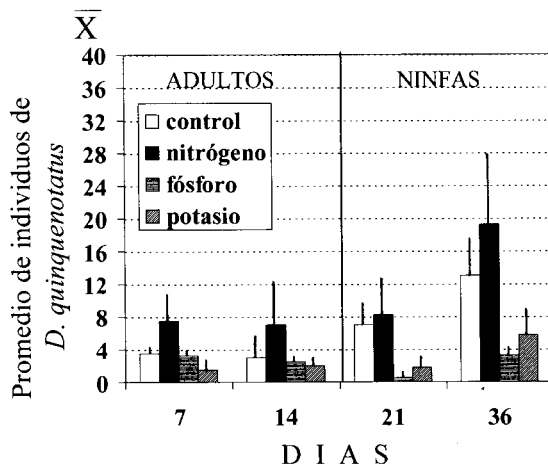


Figura 4. Promedio (las barras indican el error estándar) de adultos y ninfas de *Dalbulus quinquenotatus* en *Tripsacum dactyloides* que fueron sometidas a cuatro tratamientos (sin nutrimento (control), nitrógeno, fósforo, y potasio). El experimento se realizó en la estación lluviosa de 1998 en San Agustín, Jal., México.

DISCUSION

El fuego tiene un efecto positivo sobre algunas especies de plantas y sus insectos herbívoros asociados (Price, 1991). Lo anterior se ha encontrado en varios grupos de insectos como homópteros del genero *Phylloxera* (Phylloxeridae)(Kimberling *et al.* 1990), larvas de dípteros del genero *Contarinia* (Cecidomyiidae)(Vieira *et al.* 1996), y larvas de curculiónidos y tefritidos (Prada *et al.* 1995), que colonizaron rápidamente a su respectiva planta hospedera, después de haber sido quemada. Sin embargo, pocos estudios han investigado el efecto del fuego sobre los insectos (ejemplo hormigas) que dependen de insectos herbívoros.

Aquí no sólo se encontró que el fuego tuvo un efecto positivo para la planta hospedera (*Tripsacum*) y el homóptero *D. quinquenotatus*, sino también para las hormigas que se alimentan de la ambrosía producida por el homóptero. La asociación de mutualismo entre *D. quinquenotatus* y hormigas fue favorecida por el fuego en *Tripsacum*, debido a que produjo gran cantidad de rebrotes vigorosos, a partir de sus rizomas. En otros estudios se ha encontrado que los rebrotes surgidos de plantas quemadas tienen gran cantidad de nitrógeno, alta producción de hojas, y gran contenido de agua (Knapp, 1985; Mills, 1986).

Los primeros adultos de *D. quinquenotatus* colonizadores de los nuevos brotes verdes originaron ninfas, que restablecieron el mutualismo con hormigas. Varias características conductuales de la chicharrita favorecen para que las ninfas sean visitadas por las hormigas. Una de esas características es su patrón de oviposición, que es gregario, en las hojas basales de *Tripsacum* (Heady *et al.* 1985). Un grupo de ninfas, como resultado del patrón de oviposición, puede ser mas atractivo para las hormigas, porque pueden cosechar mas ambrosía. Además, las ninfas no vuelan y necesitan ser protegidas por las hormigas, contra depredadores de varios taxa de arañas, pertenecientes a las familias Anyphaenidae, Araneidae, Philodromidae, y Thomisidae, que habitan en la comunidad de *Tripsacum* (Moya-Raygoza, 1997).

Los tres taxa de hormigas que aparecieron cuidando a las ninfas de *D. quinquenotatus* en la localidad de Zapopan, se caracterizan por colonizar diferentes tipos de hábitats, incluyendo los perturbados. Por ejemplo, a *Crematogaster* sp. se le encuentra distribuido ampliamente en zonas abiertas y desérticas (Hölldobler y Wilson, 1990), a *Pheidole* sp. y *Solenopsis* sp. se les ha encontrado en el follaje y suelo de sistemas tropicales perturbados, como plantaciones de café (Perfecto y Snelling, 1995). Estos taxa de hormigas están adaptados para colonizar el hábitat perturbado de *Tripsacum*, lo que les permite encontrar a las ninfas de *D. quinquenotatus*, que ofrecen para las hormigas una fuente de alimento (ambrosía), basada en carbohidratos. Los anteriores tres taxa de hormigas y los otros 15 restantes reportados por Larsen *et al.* (1991) tiene una asociación de mutualismo obligatorio con *D. quinquenotatus*. Moya-Raygoza (1997) encontró que *D. quinquenotatus* debe

Moya-Raygoza: Colonización de Dalbulus quinquenotatus

estar asociada con hormigas, en caso contrario la chicharrita tiene un sobre incremento poblacional, de tal forma que exhausta y mata a *Tripsacum*.

El incremento en la asociación de mutualismo durante la estación lluviosa puede deberse a la alta movilidad de los adultos de *D. quinquenotatus* en ese periodo, como evidenciado por el número de adultos colectados con las trampas amarillas pegajosas. Los adultos de esta chicharrita se mueven de un macollo a otro. El desplazamiento de los adultos es facilitado por que tienen alas, situación que no ocurre con otros homópteros cuidados por hormigas, como son algunos pulgones (Aphididae) y escamas (Coccidae), los cuales son dispersados de una planta a otra por hormigas del género *Lasius* (Way, 1963).

Los adultos de *D. quinquenotatus* se mueven por igual a plantas de *Tripsacum* cuando éstas fueron fertilizadas con algún nutrimento (fósforo, nitrógeno, potasio) durante la estación lluviosa. Resultados similares fueron encontrados en *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott), especie hermana de *D. quinquenotatus*. Power (1989) encontró que plantas de maíz fertilizadas con nitrógeno no atraen a un mayor número de adultos de *D. maidis*. Es posible que la habilidad de *D. quinquenotatus* para originar ninfas en plantas bajo diferentes nutrimentos, le de ventajas para establecerse en los manchones poblacionales de *Tripsacum* que crecen bajo diferentes condiciones edáficas.

En conclusión, la asociación de mutualismo entre *D. quinquenotatus* y hormigas se restableció a corto plazo en plantas de *Tripsacum* quemadas, debido a factores que involucran a los tres niveles tróficos; planta, chicharrita, y hormigas. La planta ofrece material verde en forma de rebrotes, que representa un recurso alimenticio para el herbívoro, el cuál lo coloniza eficientemente. Para las hormigas que prefieren este hábitat perturbado, la ambrosía producida por la progenie de los colonizadores, representa una fuente de energía lista para ser utilizada y fácil de cosechar, debido a que la ambrosía es un recurso producido en forma agregada por las ninfas de *D. quinquenotatus*.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Lowell R. Nault por sus comentarios sobre algunos resultados obtenidos en este estudio, a Blanca Areli Arellano R., y a José Luis Navarrete H. por revisar el escrito. El salario para el autor fue dado por la Universidad de Guadalajara. Esta investigación recibió fondos económicos por el programa CONACYT-NSF.

LITERATURA CITADA

- HEADY, S.E., L.V. MADDEN, Y L.R. NAULT, 1985. Oviposition behavior of *Dalbulus* leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). *Annals of the Entomological Society of America* 78: 723-727.
- HÖLLDOBLER, B. Y E.O. WILSON, 1990. *The ants*. Bernap. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- KIMBERLING, D.N., E.R. SCOTT Y P.W. PRICE, 1990. Testing a new hypothesis: plant vigor and *Phylloxera* distribution on wild grape in Arizona. *Oecologia* 84:1-8.
- KNAPP, A.K. 1985. Effect of fire and drought on the ecophysiology of *Andropogon gerardii* and *Panicum virgatum* in a tallgrass prairie. *Ecology* 66: 1309-1320.
- LARSEN, K.J., F.E. VEGA, G. MOYA-RAYGOZA Y L.R. NAULT, 1991. Ants (Hymenoptera: Formicidae) associated with the leafhopper *Dalbulus quinquenotatus* (Homoptera: Cicadellidae) on gamagrasses in Mexico. *Annals of the Entomological Society of America* 84: 498-501.
- MILLS, J.N. 1986. Herbivores and early postfire succession in southern California chaparral. *Ecology* 67: 1637-1649.
- MOYA-RAYGOZA, G. 1997. Interactions among *Dalbulus* species (Homoptera: Cicadellidae) and their associated organisms. Ph.D. Dissertation. The Ohio State University. Columbus, Ohio.
- PERFECTO, I. Y R. SNELLING, 1995. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem: ants in coffee plantations. *Ecological Applications* 5: 1084-1097.
- POWER, A.G. 1989. Influence of plant spacing and nitrogen fertilization in maize on *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae), vector of corn stunt. *Environmental Entomology* 18: 494-498.
- PRADA, M., O.J. MARINI-FILHO Y P.W. PRICE, 1995. Insects in flower heads of *Aspilia foliaceae* (Asteraceae) after a fire in a central Brazilian savanna: evidence for the plant vigor hypothesis. *Biotropica* 27: 513-518.
- PRICE, P.W. 1991. The plant vigor hypothesis and herbivore attack. *Oikos* 62: 244-251.
- STATISTICA, 1995. STATISTICA for windows. Tulsa, OK.
- STEIN, S.J., P.W. PRICE, W.G. ABRAHAMSON Y C.F. SACCHI, 1992. The effect of fire on stimulating willow regrowth and subsequent attack by grasshoppers and elk. *Oikos* 65:190-196.
- STRAUSS, S. Y. 1987. Direct and indirect effects of host-plant fertilization on an insect community. *Ecology* 68: 1670-1678.
- TRIPLEHORN, B.W. Y L.R. NAULT, 1985. Phylogenetic classification of the genus *Dalbulus* (Homoptera: Cicadellidae), and notes on the phylogeny of the Macrostelini. *Annals of the Entomological Society of America* 78: 291-315.
- VIEIRA, E.M., I. ANDRADE Y P.W. PRICE, 1996. Fire effects on a *Palicourea rigida* (Rubiaceae) gall midge: A test of the plant vigor hypothesis. *Biotropica* 28: 210-217.
- WAY, M.J. 1963. Mutualism between ants and honeydew-producing homoptera. *Annual Review of Entomology* 8: 307-344.

Recibido: 25 octubre 1999.

Aceptado: 19 junio 2000.