

# Aspectos ecológicos, toxicológicos y agrícolas de la hormiga brasileña *Solenopsis invicta*<sup>1</sup>

Juan A. Torres<sup>2,3</sup>

## RESUMEN

La hormiga brava *Solenopsis invicta* recientemente invadió a Puerto Rico. Su presencia ha causado gran alarma entre los agricultores y el público. En este trabajo discuto la ecología de esta hormiga en Estados Unidos, Brasil y Puerto Rico con la intención de clarificar algunas ideas erróneas sobre esta especie. Se describe la forma de distinguir *S. invicta* de *S. geminata*. Presento información sobre la fundación de nidos, diferenciación de castas, toxicidad del veneno y daños sobre la agricultura y la vida silvestre. Examinó la evidencia apoyando la capacidad de daño de *S. invicta* y los métodos para su control.

## ABSTRACT

**Ecological and agricultural aspects of the fire ant *Solenopsis invicta***

The fire ant *Solenopsis invicta* recently invaded Puerto Rico. Its presence has created great alarm among farmers and the public. This work reviews the ecology of this ant in the United States, Brazil and Puerto Rico in order to clarify some misconceptions. Information is provided to separate *Solenopsis invicta* from *S. geminata*. Colony foundation, caste differentiation, venom toxicity, and damage to agricultural crops and wildlife are discussed. The evidence supporting the damaging capabilities and ways to control this fire ant are examined.

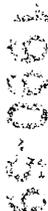
## INTRODUCCIÓN

Entre los problemas confrontados por los españoles durante la colonización de Puerto Rico y La Española estaban los creados por la hormiga brava, *Solenopsis geminata* (14). La presencia de *S. geminata* fue una de las razones propuestas para la mudanza de la ciudad de Caparra a la isleta a orillas del puerto. Se trató de exterminar los cultivos de plátanos y guineos en algunas de las islas del Caribe creyéndose que estas plantas atraían a *S. geminata*. Al observarse que la hormiga se alimentaba de todos los frutales exóticos, especialmente de cítricos y cañafistulos destruyéndole las raíces, cambió la política de erradicación de los plátanos y guineos (14).

<sup>1</sup>Manuscrito sometido a la Junta Editoria el 30 de agosto de 1989.

<sup>2</sup>Agradezco la cooperación del Maribel Torres, Ariel Lugo, Geraldo Camilo, Silverio Medina y J. Maldonado Capriles en la preparación del manuscrito.

<sup>3</sup>Institute of Tropical Forestry, USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Call Box 25,000, Río Piedras, P. R. 00928 y Departamento de Biología, Colegio Universitario Tecnológico de Bayamón, Bayamón, P.R. 00619



En España produjo tanta inquietud la hormiga, cuya destrucción no se lograba que tuvo que solicitarse la ayuda de la providencia divina. Debido a que entre los patrones de los mortales no figuraba ninguno exclusivamente para abogar por las hormigas, se designó a San Saturnino, recomendándose el pleito con las procesiones y fiestas consiguientes (14, 79). En Caparra las hormigas usaban un agujijón tan penetrante e invadían las habitaciones que solamente colocando las camas sobre cuatro cubetas con agua los habitantes podían dormir (14). El problema con la hormiga casi causa el abandono de los asentamientos españoles en La Española y Jamaica (79).

Para los años 1760 y 1770 *S. geminata* se convirtió en una plaga en Barbados, Granada y Martinica (79). La legislatura de Granada ofreció sin ningún éxito una recompensa de 20,000 libras a quien pudiera diseñar una forma de exterminar la plaga. Hoy en día no se considera esta hormiga tan peligrosa y se cree que ha disminuido su abundancia en las islas del Caribe.

Recientemente Puerto Rico fue invadido por otra especie de hormiga brava, *Solenopsis invicta* (16). Se opina que esta especie causa graves daños en la agricultura y a las personas en Puerto Rico. La legislatura de Puerto Rico radicó una resolución (Cámara de Representantes, Núm. 16-1989) para designar una partida con el propósito de erradicar esta hormiga de Puerto Rico. En este trabajo resumo la información que se conoce sobre esta especie en los Estados Unidos, Brasil y Puerto Rico con el fin de contestar las siguientes preguntas: ¿Cuántas especies de hormigas bravas tenemos y cómo podemos identificarlas? ¿Cómo se distribuyen las tareas los miembros de una colonia y en qué forma se establecen los nidos? ¿Cuán peligrosas son las picadas de las hormigas bravas? ¿Son tan desastrosos los efectos de *S. invicta* en la agricultura y la vida silvestre? ¿Cuáles son los problemas en el control de esta especie? ¿Cuán sólida es la evidencia sobre los efectos de esta hormiga en sistemas agrícolas, sobre los seres humanos y la vida silvestre?

#### Taxonomía y Distribución

En Puerto Rico existen al menos diez especies del género *Solenopsis*. La mayoría de éstas son pequeñas y de hábitos secretivos. Las que llaman más la atención del público son *Solenopsis geminata* y *Solenopsis invicta*. Ambas especies se caracterizan por ser "polimórficas" y por la creación de montículos de tierra como parte de sus nidos. La altura de los montículos varía con el tipo de suelo y las condiciones de humedad (83). Wojcik (82) refutó las indicaciones de que *S. invicta* no construye montículos de gran altura en América del Sur. Generalmente habitan en áreas abiertas como pastizales, cultivos no perennes, bordes de carreteras, etc. Estas especies no se encuentran en el interior de nuestros bosques pluviales. *Solenopsis invicta* se ha informado desde Humacao hasta Aguadilla (25).

CUADRO 1.—Composición aproximada de alcaloides en obreras de *S. invicta* y *S. geminata*<sup>1</sup>

Especie	Porcentaje de alcaloides piperidinos en el veneno					
	Cis <sup>2</sup> C <sub>11:0</sub> <sup>3</sup>	Trans <sup>2</sup> C <sub>11:0</sub>	Trans C <sub>13:1</sub>	Trans C <sub>13:0</sub>	Trans C <sub>15:1</sub>	Trans C <sub>15:0</sub>
<i>S. invicta</i>		poco	20	15	40	20
<i>S. geminata</i>	60	40				

<sup>1</sup>Modificado de Vander Meer (1986).

<sup>2</sup>Se refiere a la posición de los grupos metilo y alkilo relativos al anillo piperidino.

<sup>3</sup>Se refiere al largo de la cadena del compuesto y a la saturación.

*Solenopsis invicta* y *S. geminata* pueden identificarse fácilmente si se coleccionan las obreras más grandes del nido. La información que procede fue provista por Roy Snelling del Museo de Historia Natural de Los Angeles. En las obreras más grandes de *S. geminata* la parte superior de la cabeza tiene dos lóbulos prominentes, y con una línea media bien definida en la parte superior de la frente. Las mandíbulas son excepcionalmente robustas con los dientes distorcidos. En las obreras de *S. invicta* el margen del cípeo entre las carinas laterales casi siempre tiene un diente pequeño triangular en la región media que no lo tiene *S. geminata*. En *S. geminata* la parte de arriba del propodeo (fig. 1), visto dorsalmente, es elevado en ambos lados; la superficie entre las dos elevaciones es ancha y ligeramente cóncava. *S. invicta* no tiene las elevaciones en el propodeo y la superficie es más o menos plana. En *S. geminata* el lado frontal del propodeo y bajo la espirácula está esculpido, generalmente sobre la espirácula también; en *S. invicta* éstas son brillantes y sin esculpir.

Para diferenciar entre las reinas podemos utilizar los siguientes criterios. En *S. geminata* la distancia entre los ocelos laterales es cerca de 1.4 a 1.6 veces el diámetro máximo del ocelo anterior, y el ápice del escapo antenal termina antes del margen occipital de la cabeza visto frontalmente. En las reinas de *S. invicta* la distancia entre los ocelos laterales es más de dos veces (generalmente cerca de 2.5) el diámetro del ocelo anterior, y el ápice del escapo antenal alcanza el margen occipital.

Los machos de *S. geminata* tienen grandes ocelos. La distancia entre los ocelos laterales es cerca de 1.3 veces el diámetro máximo del ocelo anterior. Por el contrario, en *S. invicta* los ocelos son pequeños y la distancia entre los ocelos laterales es cerca de dos veces el diámetro del ocelo anterior.

#### Ciclo de Vida

*Solenopsis invicta*, al igual que todas las hormigas, es un insecto social. En la colonia existen las obreras, que son estériles en el caso de *S. invicta*; la reina(s) procrea toda la progenie y los machos. La mayoría

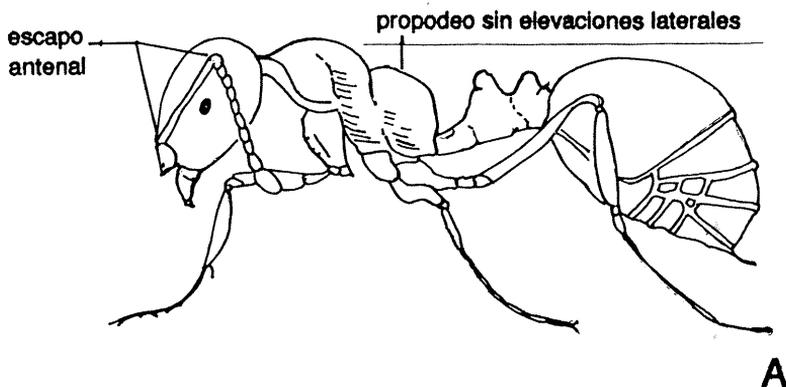
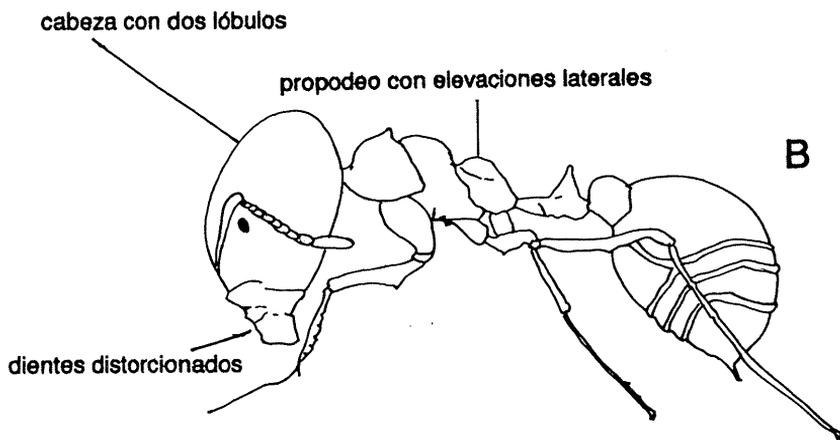
***Solenopsis invicta******Solenopsis geminata***

FIG. 1.—Algunos rasgos utilizados en la identificación de *Solenopsis invicta* (A) y *Solenopsis geminata* (B). Las ilustraciones corresponden a las obreras.

de las actividades, como la recolección de alimento, construcción del nido y alimentación de las crías, las realizan las obreras. Durante la etapa joven de fundación de un nido la reina produce huevos que sólo dan origen a obreras. Cuando la colonia alcanza cierta madurez se producen las castas reproductivas. En la Florida se han encontrado castas reproductivas a los cinco meses de fundación de la colonia, pero esto no es la

norma (45). Al cabo de un año de la fundación del nido cerca del 50% de los nidos producen reproductivos, y a los dos años el 100% los producen (74). Los reproductivos consisten de reinas vírgenes y machos. Ambos reproductivos tienen alas. Cuando las condiciones son propicias, estos reproductivos abandonan la colonia y salen en un vuelo nupcial en el que los machos inseminan las reinas. Luego de ser inseminadas, las reinas aterrizan, se desprenden de sus alas y empiezan a cavar, estableciendo un nido incipiente. Un nido puede establecerse por una sola reina o por varias (45). Muchas de las reinas mueren en manos de depredadores durante el vuelo nupcial. En el aire pueden ser atacadas por pájaros y caballitos de San Pedro y al caer al suelo por arañas, hormigas y otros depredadores.

Se pensaba que las colonias maduras de *S. invicta* sólo contenían una reina, pero recientemente se encontraron colonias con múltiples reinas fértiles (45). No se sabe cómo las colonias alcanzan estos grandes números de reinas. ¿Son las reinas adoptadas por colonias luego del vuelo nupcial? ¿Ocurre copulación dentro del nido? ¿Son los vuelos nupciales necesarios en las colonias con múltiples reinas? (74). Aunque cada reina en una colonia con múltiples reinas puede producir menos huevos que una sola reina fisogástrica, el número total de huevos producidos en una colonia con múltiples reinas excede los producidos por una colonia que tiene una sola reina (31).

Por medio del vuelo nupcial la hormiga puede colonizar un área o mediante el transporte de suelo, plantas u otros materiales que contengan un nido o reinas. Su alta tasa reproductiva, facilidad para dispersarse, rápido crecimiento colonial y los cambios al ambiente creados por los humanos han permitido que esta especie alcance altas densidades y una amplia distribución (74). Buren (15) señaló que la ecología de *S. invicta* en América del Sur parecía ser distinta a la observada en los Estados Unidos. Sin embargo, Wojcik (82) encontró que las densidades de la hormiga, tamaño de los montículos, hábitos alimentarios y tamaño de la colonia tienden a ser similares en Brasil y los Estados Unidos.

#### Venenos y Picaduras

Existe tanta confusión sobre las picaduras, mordidas y los venenos producidos por las distintas especies de hormigas que es necesario resumir estos aspectos en varias de las subfamilias que componen la familia Formicidae.

Primeramente, estos insectos utilizan las mandíbulas localizadas en la parte anterior de la cabeza para morder y un aguijón localizado en la parte posterior del abdomen para picar. Las subfamilias Formicinae (a la cual pertenece la hormiga loca) y la Dolichoderinae (a la cual pertenece la hormiga albaricoque) no pican, ya que su aguijón se ha degenerado a lo largo de su evolución. Sin embargo, algunos miembros de estas sub-

familias pueden morder causando una pequeña herida. Luego rocían el área de la herida con sustancias químicas que pueden causar una sensación de dolor. Aunque muchas personas creen que la sustancia que causa le sensación de dolor al ser picados por una hormiga es el ácido fórmico, generalmente no es correcto. La producción de ácido fórmico es característico de la subfamilia Formicinae, no de toda la familia Formicidae (13, 22). No hay evidencia contundente que indique la producción de ácido fórmico por especies en las otras subfamilias (12). Como mencioné anteriormente, los miembros de la subfamilia Formicinae no pican. La función del ácido fórmico en la subfamilia Formicinae es generalmente una de carácter defensiva.

Los tipos de venenos producidos por la familia Formicidae son altamente variables (11, 13, 56, 62). Además de ácido fórmico, las secreciones de la subfamilia Formicinae contienen aminoácidos y pequeños péptidos en cantidades minúsculas. Especies de hormigas consideradas ancestrales producen venenos que consisten principalmente de proteínas. Sin embargo, recientemente se encontró que las glándulas venenosas de dos especies de la subfamilia Ponerinae producen compuestos nitrogenados de naturaleza no proteínica (11). Las especies altamente derivadas producen venenos ricos en compuestos orgánicos, volátiles y bajos en proteínas.

Los venenos más investigados en la subfamilia Myrmicinae son los de las hormigas bravas. Estos están constituidos principalmente por alcaloides piperídinos (11, 62). Cantidades pequeñas de proteínas presentes en el veneno parecen ser los causantes de las alergias que resultan de la picada de *S. invicta* (19). El veneno de *S. invicta* tiene propiedades insecticidas, antibacterianas, antifúngicas y de repelencia hacia otras especies de hormigas (11). Las propiedades insecticidas se usan para inmovilizar sus presas y las antimicrobianas para eliminar organismos indeseables en sus nidos. La figura 2 presenta un alcaloide piperídino, y el cuadro 1 las diferencias entre el veneno de *S. invicta* y el de *S. geminata*.

La picada de *S. invicta* es más dolorosa que la de *S. geminata* (56, 62). La presencia de cadenas laterales más largas y anillos en la configuración "trans" parece que aumenta la toxicidad del veneno al permitir una mayor exposición de los electrones no pareados y del átomo de hidrógeno en la amida con configuración "trans" (62). No hay informes de muertes por picadas de *S. geminata* y sólo se ha informado un caso de anafilaxis (33). El veneno de *S. geminata* propicia una menor liberación de histaminas por las células mastoides que el producido por *S. invicta*. Los alcaloides presentes en el veneno son los responsables de la liberación de histaminas (54). También el aguijón de *S. invicta* es más fuerte que el de *S. geminata* (54).

En los humanos la picada de *S. invicta* produce una sensación de ardor seguida por la formación de una roncha. Se puede formar una



veneno sino por hipersensitividad (alergia) al veneno que produce anafilaxis sistémica (54). Los síntomas más sobresalientes en individuos hipersensitivos son urticaria y/o hinchazón seguidos por síntomas gastrointestinales, respiratorios y cardiovasculares (58). En el caso de anafilaxis aguda se liberan grandes cantidades de histaminas en el sistema circulatorio. Si los efectos de la histamina no son reprimidos, la muerte puede resultar generalmente por un fallo respiratorio (72). Los efectos producidos por la histamina pueden reprimirse administrando adrenalina o drogas antihistamínicas. Las personas alérgicas pueden someterse a un tratamiento de hiposensitivización para eliminar la reactivación al veneno (10, 28, 30).

La potencia alérgica que tiene el contenido proteínico del veneno de *S. invicta* es impresionante. Una sola picada de *S. invicta* puede causar anafilaxis. El volumen medio de veneno inoculado en una picada es de 0.07 a 0.10 microlitros, de los cuales menos de 1% (0.001 microgramos) corresponde al componente proteínico. Esta cantidad es minúscula si la comparamos con la inyectada por la abeja *Apis mellifera* que es 100 a 1,000 mayor y con un contenido medio de 50 microgramos de proteína por picada (38, 57).

En estudios sobre los daños o efectos causados por un organismo se debe informar el daño en términos relativos (no en términos absolutos) para poder apreciar la magnitud del problema. El hecho de que una persona muera por una picada no provee información sobre el potencial del problema, a menos que se provea un estimado de otras personas picadas y que no han muerto. Los medios por los cuales se ha conseguido información sobre los efectos de *S. invicta* en los seres humanos son las siguientes: investigaciones de los certificados de defunción, el envío de cuestionarios a médicos y estudios tipo encuesta a los residentes de áreas afectadas por la hormiga. Todos estos enfoques confrontan problemas metodológicos que en algunos casos tienden a sobreestimar y en otros a subestimar la magnitud del problema. Una de las fallas en muchos de estos estudios es que las supuestas muertes causadas por la hormiga no están muy bien documentadas (42).

Otro de los problemas es que la definición de lo que se considera una reacción alérgica a la picada de la hormiga difiere entre distintos investigadores. Para algunos investigadores una reacción alérgica consiste de una zona de hinchazón de más de una pulgada de diámetro alrededor del área de la picada (23). Utilizando esta definición, estos investigadores encuentran una incidencia de 16.6% (n=777) de alergias entre las personas picadas. Sin embargo, ellos no informan alergias severas y mencionan que tan sólo 1.3% de las personas picadas necesitaron consejos o ayuda médica. Para otros (56) una reacción alérgica ocurre cuando se afecta una parte distante del cuerpo al sitio donde ocurrió la picada. Bajo esta definición menos del 1% de las personas picadas son alérgicas al

veneno de *S. invicta*. Por medio de cuestionarios enviados a médicos, Triplett (73) informó una alta incidencia de alergias, pero los resultados se informan en términos absolutos, lo cual no ayuda mucho. Este último caso lo podemos comparar con el de un siquiatra que trate de determinar la salud mental de una comunidad solamente observando los pacientes que van a su oficina. El siquiatra encontraría que la salud mental de la comunidad es desastrosa.

Adams y Lofgren (5) en un estudio en Georgia entrevistaron a 310 personas. Estos encontraron que sólo el 1% de los entrevistados consideraban su reacción a la picada de *S. invicta* como severa. El 87% contestó que la reacción a las picadas de las hormigas fue leve. Ninguno de los participantes en el estudio necesitó cuidado médico para el tratamiento de las picaduras. Yeager (84) encontró que menos del 5% de las personas picadas requieren cuidado médico. El consenso demuestra que menos del 1% de las personas picadas son hipersensitivas (19, 21, 28, 32, 42).

Parrish (52) en un estudio de 460 muertes por animales venenosos en los Estados Unidos desde 1950 a 1959 encontró que las abejas fueron la causa de 27%. Las muertes por hormigas fueron menos del 1%. No obstante, nadie ha propuesto una campaña para erradicar las abejas de los Estados Unidos. De la misma forma, la poca información disponible indica que la avispa, avispones y las plantas venenosas representan un problema médico mayor que *S. invicta*. Sin embargo, Rhoades y cols. (58), basándose en la práctica de varios alergistas, señalan que las alergias causadas por *S. invicta* sobrepasan las causadas por otros himenópteros en el estado de Florida. Las estadísticas sobre las muertes causadas por himenópteros pueden representar subestimados, ya que muchas muertes relacionadas con picadas de insectos pueden clasificarse como causadas por otros factores (52, 63). Esta tendencia suele acentuarse debido a que en muchos de los casos la muerte como consecuencia de picadas de himenópteros puede ocurrir en menos de una hora después del individuo haber sido picado.

#### Efectos Sobre La Agricultura

A ambas especies (*S. invicta* y *S. geminata*) se les culpa de causar daño a cultivos agrícolas en los Estados Unidos y Puerto Rico, particularmente *S. invicta* (83). Sin embargo, al igual que en los efectos sobre los humanos, en muchos casos no se informa el daño relativo de la especie sobre un cultivo. Encontrar un insecto alimentándose en una planta sin señalar el porcentaje de daño no provee gran información sobre su potencial como una plaga agrícola. Es posible que el insecto sólo dañe una fracción minúscula de la planta o que ataque un cultivo sólo esporádicamente. Por ejemplo, en algunos casos *S. invicta* recurre a atacar cultivos agrícolas como consecuencia de que la preparación intensa del

terreno a sembrarse por primera vez la deje sin los recursos alimenticios de los cuales normalmente se alimenta (21, 45). También un insecto puede tener varios roles con respecto a un mismo huésped haciendo necesario una evaluación total de los efectos del insecto sobre el cultivo agrícola. Los áfidos en los cultivos de fresas en California (considerado negativo desde una perspectiva agrícola) ayudan a proteger la planta del ataque de otros hervíboros al servir sus secreciones como fuente alimenticia alterna de los depredadores de estos hervíboros cuando su presa alcanza bajas densidades durante el invierno (36). La eliminación de los áfidos resulta en la extinción local de los principales depredadores y como consecuencia la aparición de plagas que eran mantenidas a raya por estos depredadores. Dejar los áfidos en el sistema resulta más económico y sin efectos adversos sobre el ambiente que tratar de combatir el problema de plagas mediante la utilización de insecticidas. De la misma forma, hormigas que atienden homópteros a su vez actúan como depredadores de otros hervíboros en la vegetación (9). DeBach (26) informa casos en los cuales las hormigas hacen lo contrario al propiciar efectos adversos sobre depredadores de importancia en el sistema.

Un insecto puede tenerse por una plaga en un cultivo agrícola y ser beneficioso en otro. Por ejemplo, *S. invicta* puede causar daño de un 12% a un 26% en las papas (3); también puede dañar cítricos pequeños, reducir la floración y la producción de frutas (2). Adams (2) informa una destrucción aproximada del 50% de las plantas recién germinadas de berenjena. Smittle y cols. (66) señalan daños en los sembrados de maíz. Lofgren y Adams (44) sostienen que *S. invicta* puede resultar en una disminución de un 14.5% en la cosecha de soja; sin embargo, no presentan evidencia contundente sobre el mecanismo que produce este resultado. Los resultados de estudios en que se utilizan marcadores radioactivos deben verificarse con otras metodologías para eliminar toda posibilidad de interpretaciones erróneas (55). Además, Lofgren y Adams (44) sostienen que el efecto de *S. invicta* en la soja puede variar estacional y geográficamente. En casi todos estos estudios en sembrados de soja no hay repeticiones de las unidades experimentales o adolecen de un control apropiado (Ej.: 1, 4) lo que pone en duda la generalidad o interpretación de estos resultados. Campbell (20) señala que *S. invicta* destruyó un 32.8% de plantitas de pino. Otros autores señalan daños indirectos por la hormiga como consecuencia de sus actividades atendiendo homópteros (45).

No obstante, *S. invicta* tiene efectos positivos en el combate de ciertas garrapatas (18, 29), moscas de establos (70) y moscas chupadoras de sangre en el ganado (41). Los resultados de estas investigaciones junto a otros trabajos condujeron al desarrollo de prácticas de manejo que utilizan los beneficios de la hormiga en la producción de pasto para el ganado (55). También hay efectos positivos en el combate del escarabajo

de la alfalfa y el escarabajo de guisantes (49), reducción del escarabajo del algodón (39, 67), la larva del barrenador de las nueces (27), de plagas en sembradíos de tabaco (68) y en el curculio de los garbanzos (61). Long y cols. (47) señalan los efectos de *S. invicta* en el combate del barrenador de la caña y Reagan (55) señala que la eliminación de *S. invicta* mediante la aplicación de insecticidas resultó en un aumento de 53% en las infestaciones del barrenador de la caña. Adams y cols. (6) encontraron que *S. invicta* no era muy eficaz en el combate del barrenador de la caña en Florida, pero sí la comunidad de hormigas en su totalidad. Aunque en Louisiana *S. invicta* es muy beneficiosa en el combate del barrenador de la caña, en Florida puede que la hormiga interactúe en forma negativa con los parásitos del barrenador y positivamente con homópteros que no se encuentran en Louisiana (55).

También la hormiga puede aumentar la productividad agrícola a largo plazo debido a que éstas traen nutrimentos del subsuelo a la superficie del terreno y ayudan en la aeración del terreno (7). Herzog y cols. (34) demostraron que las actividades de creación de montículos por la hormiga aumenta la concentración de fósforo y potasio y reduce la acidez del suelo. Ellos señalan la importancia de dispersar el suelo de los montículos para mejorar la calidad de los pastizales. Burns y Melancon (18) y Reagan (55) resumen otros efectos de depredación por *S. invicta* sobre otros insectos.

Hunt (37) menciona que los montículos de esta hormiga interfieren con la maquinaria de recolección de ciertas cosechas. Sin embargo, esto se ha exagerado, ya que los montículos con la altura y dureza suficiente para causar daño sólo se encuentran en suelos barrocos y no se mantienen a su altura máxima durante los meses secos cuando está en auge la recolección. Tampoco se ha documentado que esto sea un problema en áreas extensas de los Estados Unidos (24). Las pérdidas en sembrados de soja, como consecuencia de tener que levantar la cuchilla para evadir los montículos, sólo ascienden a un 0.6% de la cosecha. Generalmente la cuchilla no se levanta y no ocurren grandes pérdidas en el suroeste de los Estados Unidos (21). Solamente un 3.8% de los agricultores encuestados en un estudio en Carolina del Norte informaron daño a la maquinaria agrícola (21).

La dieta de *S. invicta* consiste principalmente de otros artrópodos, especialmente insectos (80, 68), carroña, secreciones de homópteros y semillas (76, 81). Coon y Fleet (24) dicen que el consumo de semillas no es muy alto y que éstas prefieren alimentarse de materia animal. En Puerto Rico se aduce que *S. invicta* causó daños a sembrados de pepinillos recién germinados, siembras de repollo, berenjena, pimientos y árboles jóvenes de aguacate (64). También *S. invicta* parece estar reduciendo varias plagas en la caña de azúcar como el barrenador de la caña, los gusanos blancos, la vaquita y la changa (64). No obstante, la

evidencia para sostener estos argumentos es bien pobre. En el pasado los agricultores en Puerto Rico tenían problemas al tratar de sembrar lechuga debido a que *S. geminata* removía las semillas. Para contrarrestarlo, los agricultores rayaban un coco y lo regaban en el perímetro de la tala. De esta forma mantenían la hormiga comiendo otras semillas (cocos) en lo que la lechuga germinaba.

Muchos de los artículos antes citados tienen varias fallas en sus metodologías. En varios de ellos no hay repetición de unidades experimentales (son experimentos donde sólo existe un control y una unidad experimental). En estos experimentos los resultados pueden explicarse por otras razones y no necesariamente por la presencia o ausencia de *S. invicta*. Además, los resultados de estos experimentos puede que sólo reflejen los efectos de las hormigas en unas condiciones particulares que no sean típicas del comportamiento sobre grandes extensiones de terreno. En segundo lugar, muchos de estos experimentos se llevaron a cabo en condiciones bastante artificiales y a altas densidades de la hormiga, lo que hace difícil extrapolar los resultados de estos experimentos a condiciones naturales. Es posible que las técnicas de investigación puedan forzar a *S. invicta* a alimentarse o no de ciertas plantas o animales proveyendo resultados incorrectos (55). Reagan (55) señala el problema con el uso de pequeñas unidades experimentales cuando se usan insecticidas para eliminar hormigas de ciertas unidades experimentales, ya que estas hormigas tienen grandes áreas de forraje y las hormigas en unidades experimentales no tratadas con insecticidas pueden alimentarse en tierras tratadas con insecticidas. También la utilización de insecticidas resulta en la eliminación de otras especies que pueden ser responsables de los efectos observados (55). Por último, en los artículos donde se le administran cuestionarios a los agricultores para que indiquen su opinión sobre sus pérdidas económicas o inversión monetaria para combatir la hormiga no se requiere que los agricultores presenten evidencia de sus gastos o pérdidas, lo que hace que estos estudios sean de poco valor (45).

#### Efectos Sobre La Vida Silvestre

Los argumentos de daños a la fauna y animales domésticos en los Estados Unidos no tienen ninguna base científica, y sólo se han utilizado como una táctica para crear temores y levantar la opinión pública en contra de la hormiga (24). No se ha encontrado que *S. invicta* tenga algún efecto significativo en pájaros y mamíferos (21, 24). El destino de una población no puede pronosticarse a base del destino de un individuo (40). Generalmente las notas publicadas (Ej.: 60) sobre depredación de polluelos se basan en una o pocas observaciones que no se pueden utilizar para pronosticar el efecto de la hormiga sobre la especie mencionada. Además, muchos de los ejemplos señalados de depredación de polluelos corresponden a polluelos anormales, que no se encontraban en buen es-

tado de salud o que habían muerto por otras causas y las hormigas los encontraban después de muertos. También hay casos en los cuales los nidos habían sido abandonados por sus padres (24). Mount y cols. (51) y Mount (50) señalan depredación de huevos de lagartijos por *S. invicta*. No obstante, el consumo de huevos en situaciones artificiales no puede tomarse como evidencia de que esta hormiga tenga un efecto significativo sobre las poblaciones de lagartijos. Sus ejemplos de depredación en otros reptiles no son convincentes porque no se sabe cuál era su estado previo. Además, nuevamente la acusación se basa casi siempre en una observación aislada en la que no se sabe si la muerte fue causada inicialmente por las hormigas. Las observaciones de Mount y sus colegas sobre el efecto de *S. invicta* en las poblaciones de varios reptiles en Alabama se basan en correlaciones (no matemáticas) y no en evidencia directa. En resumen, toda esta confusión resulta de una visión individualista del naturalista que no entiende los procesos que regulan la abundancia de una población. Esta visión desconoce el análisis ecológico basado en la demografía de poblaciones (40).

#### Control

Existe una hipótesis entre los ecólogos que señala que la invasión de un área por una especie causa grandes trastornos, pero que con el tiempo las especies nativas pueden responder produciéndose un nuevo balance que ocasiona una disminución de la especie que invade (59). En los Estados Unidos se ha tratado de erradicar la hormiga *S. invicta* por varias décadas. La hormiga, sin embargo, ahora es más abundante. Varios investigadores (17, 35) señalan que la aplicación de insecticidas con la intención de erradicar la especie ha impedido que la hormiga alcance un balance con la fauna local de este país. Estas intervenciones mantienen la especie en unas condiciones que favorecen la colonización. En áreas altamente infestadas por *S. invicta* las obreras de los nidos establecidos destruyen más reinas que están formando nuevos nidos que todos los enemigos combinados de *S. invicta* (21). De esta forma el número de colonias tiende a mantenerse estable. Lugares tratados con insecticidas son reinvidados dentro de unos pocos meses y con frecuencia las poblaciones de *S. invicta* son mayores que antes del tratamiento (21, 69). Estos lugares se caracterizan demográficamente por contener muchas colonias pequeñas libres de otras especies de hormigas competidoras y de otros depredadores de *S. invicta* (15, 17, 21, 48, 69, 83). La eliminación de hormigas competidoras y depredadores por los insecticidas facilita la recolonización del lugar por *S. invicta*, la cual produce grandes cantidades de reinas: de 3,000 a 5,000 reinas por colonia anualmente (46). Réagan (55) señala que en lugares no tratados con insecticidas la abundancia de *S. invicta* ha disminuido.

Debido a que muchas veces la aplicación de un insecticida no elimina

la hormiga completamente, se recurre a la práctica de repetir la aplicación del tratamiento. En los casos donde el insecticida se aplica por medio de una carnada puede resultar que la población menor de la hormiga a controlarse no consuma la carnada, pero que la consuman otros organismos (65).

Para eliminar una colonia es necesario eliminar la reina, la cual generalmente no sale fuera del nido para alimentarse. El veneno generalmente se administra mediante una carnada de pedazos de maíz y aceite de soja que las obreras coleccionan y llevan a sus nidos. Al administrar un veneno dirigido a la reina tiene que ser una sustancia de toxicidad retardada o lenta de tal forma que las obreras puedan transferir el veneno a la reina antes que éstas mueran. Llevar el veneno a la reina es necesario porque su producción de huevos promueve el crecimiento de la colonia, aún en casos donde un 85% o más de las obreras originales mueren (78). Luego de la prohibición del insecticida Mirex para el combate de *S. invicta* debido a varios efectos negativos sobre el ambiente, se han desarrollado otros compuestos tóxicos como Amdro para el combate de esta hormiga.

Otro enfoque para controlar esta hormiga es la utilización de sustancias químicas que afectan el desarrollo normal de las larvas y la diferenciación de las castas. A estas sustancias se les conoce como reguladores de crecimiento y causan la aparición de formas reproductivas después de 2 a 4 semanas de la administración del regulador o deformidades y muertes de larvas en desarrollo. Con el tiempo la colonia muere por falta de obreras que realicen las labores cotidianas de la colonia. Esta tendencia puede invertirse si el regulador es eliminado por el metabolismo de las hormigas o excretado antes de que la colonia se reduzca a un nivel crítico (8). El tiempo que tardan las colonias en morir es bastante y el lugar puede ser recolonizado antes de que las colonias originales mueran (8, 43). No se sabe el mecanismo de acción de estos reguladores. Un ejemplo de éstos es Pro-Drone, el cual no ha tenido gran aceptación debido a su acción errática (8).

También hay sustancias que producen esterilidad en las reinas. Estas, al igual que los reguladores de crecimiento, se aplican a las colonias mediante el uso de carnadas de pedazos de maíz y aceite de soja impregnadas con estas sustancias. Una de estas sustancias (avermectin B<sub>1</sub>) causa daños irreversibles a los ovarios de las reinas y es un antagonista del ácido gamma aminobutírico (43). Estas sustancias no son específicas y pueden afectar varias especies de insectos (45).

Uno de los problemas con la utilización del Amdro y otros reguladores de crecimiento es que todos se aplican con el mismo tipo de carnada. Como consecuencia, otras especies son atraídas hacia las carnadas y afectadas por las sustancias tóxicas o de regulación, especialmente especies de hormigas beneficiosas (53, 77). En Puerto Rico hay varias especies de

hormigas que tienen un efecto positivo sobre los sistemas agrícolas (71) que pueden afectarse adversamente por estas técnicas de control. También se pueden reducir las poblaciones de especies nativas que puedan competir (o consumir reinas en el proceso de fundar nuevos nidos) contra *S. invicta*; y dadas las grandes capacidades de *S. invicta* para colonizar estas áreas, pueden terminar con una población mayor de *S. invicta* que la que existía originalmente. En Puerto Rico no hay permiso para la utilización de estos nuevos compuestos en áreas agrícolas (64).

Williams (77) señala que muchos de los programas que utilizan venenos en carnadas se desarrollan con pocas consideraciones sobre el impacto que estas sustancias químicas puedan tener sobre el ambiente. La mayoría de los insecticidas disponibles son de amplio espectro porque los costos de desarrollo son extremadamente caros y las sustancias químicas altamente específicas pueden perder rápidamente su capacidad competitiva en términos económicos, especialmente en el caso de mercados pequeños (85).

#### CONCLUSIONES

Podemos decir que *S. invicta* no es una especie de hormiga tan terrible como la describen algunas personas. Esta presenta una serie de efectos que deben evaluarse para cada situación en particular. El consenso que emerge es que *S. invicta* es una especie que tiene distintos efectos en diferentes cultivos agrícolas y en diferentes áreas geográficas. Como consecuencia, la hormiga podría reprimirse en ciertas áreas como escuelas y parques, donde puede causar problemas con su picada, y en ciertos sembrados, pero favorecer su presencia en otros cultivos como en el algodón, la caña, etc.

Emprender una campaña de erradicación a la carrera, como ciertas personas están proponiendo (Resolución de la Cámara de Representantes Núm. 16-1989), puede traer más problemas que los que se pretenden resolver. La experiencia de fracasos en el combate de esta hormiga en los Estados Unidos debe servir de ejemplo para evitar gastos de dinero, contaminación ambiental y la posibilidad de terminar con más plagas agrícolas que las que teníamos antes de comenzar la campaña de erradicación.

La erradicación de *S. invicta* es una tarea difícil debido a que la especie puede reinvasar el lugar de donde está tratándose de eliminar. La eliminación de una colonia por los métodos utilizados hoy en día (carnadas con venenos, reguladores de crecimiento o sustancias esterilizantes) es un proceso que tarda tiempo, y el área puede ser nuevamente colonizada por reinas provenientes de otras áreas. Generalmente vamos a encontrar lugares donde no se pueden aplicar tratamientos para eliminar la especie por consideraciones legales, ambientales o porque es imposible cubrir un área homogéneamente. Además, en

ocasiones las hormigas prefieren alimentarse de otras sustancias sin probar las carnadas. Estas áreas van a servir como focos de infección que mantendrán la población en las áreas tratadas.

La bibliografía sobre los efectos de *S. invicta* en sembrados agrícolas y sobre la vida silvestre está plagada de errores metodológicos y por artículos basados en observaciones aisladas que desconocen la demografía. Hay artículos en los cuales los efectos causados por otras especies de hormigas se atribuyen a *S. invicta*. Por estas razones muchos de los supuestos efectos de esta hormiga no pueden tomarse con mucha seriedad.

En Puerto Rico es necesario un estudio detallado de la ecología de *S. invicta*, sin las preconcepciones que han pretendido cambiarle el nombre a *S. invicta* por el de *S. convicta*. Después de todo la mudanza de la ciudad de Caparra a la isleta no terminó con *S. geminata*. Quizás después de 500 años nos olvidaremos de *S. invicta*.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Adams, C. T., 1983. Destruction of eggplants in Marion County, Florida, by red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae). *Fla. Entomol.*, 66: 518-20.
2. —, 1986. Agricultural and medical impact of the imported fire ants. *En: C. S. Lofgren y R. K. Vander Meer (Eds) Fire Ants and Leaf-Cutting Ants, Biology and Management*. Westview Press, Inc. Boulder, Colorado, 48-57.
3. —, W. A. Banks y C. S. Lofgren, 1988. Red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae): Correlation of ant density with damage to two cultivars of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *J. Econ. Entomol.* 81 (3): 905-09.
4. —, W. A. Banks, C. S. Lofgren, B. J. Smittle y D. P. Harlan, 1983. Impact of the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), on the growth and yield of soybeans. *J. Econ. Entomol.* 76: 1129-132.
5. — y C. S. Lofgren, 1981. Red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae): Frequency of sting attacks on residents of Sumter County, Georgia. *J. Med. Entomol.*, 18 (5): 378-82.
6. —, T. E. Summers, C. S. Lofgren, D. A. Focks y J. C. Prewitt, 1981. Interrelationship of ants and the sugarcane borer in Florida sugarcane fields. *Environ. Entomol.* 10 (3): 415-18.
7. Anonymous, 1979. Benefits from fire ants may outweigh damage. *Citrus & Vegetable Magazine*, 42 (12): 10, 42-4.
8. Banks, W. A., 1986. Insect growth regulators for control of the imported fire ant. *En: C. S. Lofgren y R. K. Vander Meer (Eds) Fire Ants and Leaf-Cutting Ants*. Westview Press, Inc. Boulder, Colorado, 387-98.
9. Beattie, A. J., 1985. *The Evolutionary Ecology of Ant-Plant Mutualisms*. Cambridge University Press, Cambridge.
10. Bloom, F. L., D. L. Spangler, H. J. Wittig y R. B. Rhoades, 1978. Imported fire ant (IFA) rapid hyposensitization. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 61: 134.
11. Blum, M. S., 1985. Alkaloidal ant venoms: Chemistry and biological activities. *En: P. A. Hedin (Ed) ACS Symposium Series*, 276: 393-408.
12. — y H. R. Hermann, 1978. Venoms and venom apparatuses of the Formicidae: Myrmeciinae, Ponerinae, Dorylinae, Pseudomyrmecinae, Myrmicinae and Formicinae. *En: S. Bettini (Ed) Arthropod Venoms*. Springer-Verlag, Berlin, 801-69.
13. Bradshaw, J. W. S. y P. E. Howse, 1984. Sociochemicals of ants. *En: W. J. Bell y R.*

- T. Cardé (Eds) *Chemical Ecology of Insects*. Chapman and Hall Ltd., London, 429-73.
14. Brau, S., 1930. La colonización de Puerto Rico desde el descubrimiento de la isla hasta la reversión a la corona española de los privilegios de Colón. San Juan, Puerto Rico, 296-98.
  15. Buren, W. F., 1980. The importance of fire ant taxonomy. Proc. Tall Timbers Conf. Ecol. Anim. Control Habitat Manage., 7: 61-66.
  16. —, 1982. Red imported fire ant now in Puerto Rico. *Fla. Entomol.* 65: 188-89.
  17. —, G. E. Allen and R. N. Williams, 1978. Approaches toward possible pest management of the imported fire ants. *Bull. Entomol. Soc. Am.* 24: 418-20.
  18. Burns, E. C. y D. G. Melancon, 1977. Effect of imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) invasion on lone star tick (Acarina: Ixodidae) populations. *J. Med. Entomol.* 14 (2): 247-49.
  19. Butcher, B. T., R. D. deShazo, A. A. Ortiz y M. A. Reed, 1988. RAST-inhibition studies of the imported fire ant *Solenopsis invicta* with whole body extracts and venom preparations. *J. Allerg. Clin. Immun.* 81 (6): 1096-100.
  20. Campbell, T. E., 1974. Red imported fire ant a predator of direct-seeded longleaf pine. U.S. For. Serv. Res. Note No. SO-179.
  21. CAST, 1976. Fire ant control (segunda edición). Council for Agricultural Science and Technology, Report, 65: 1-24.
  22. Cavill, G. W. K. y P. L. Robertson, 1965. Ant venoms, attractants, and repellents. *Science*, 149: 1337-345.
  23. Clemmer, D. I. y R. E. Serfling, 1975. The imported fire ant: Dimensions of the urban problem. *South. Med. J.*, 68 (9): 1133-138.
  24. Coon, D. W. y R. R. Fleet, 1970. The ant war. *Environment*, 12 (10): 28-38.
  25. Cotté, L. O., 1988. Tratamiento para las picadas de la hormiga roja brava, B-21. Servicio de Extensión Agrícola, Univ. P.R.
  26. DeBach, P., 1974. *Biological Control by Natural Enemies*. Cambridge University Press, London.
  27. Dutcher, J. D. y D. C. Sheppard, 1981. Predation of pecan weevil larvae by red imported fire ants. *J. Ga. Entomol. Soc.*, 16 (2): 210-13.
  28. Engel, T., J. H. Heinig y E. R. Weeke, 1988. Prognosis of patients reacting with urticaria to insect stinging. *Allergy*, 43: 289-93.
  29. Fleetwood, S. C., P. D. Teel y G. Thompson, 1984. Impact of imported fire ant on lone star tick mortality in open and canopied pasture habitats of east central Texas. *The Southwest. Entomol.* 9 (2): 158-63.
  30. Frazier, C. A., 1974. Biting insect survey: A statistical report. *Ann. Allergy*, 32: 200-04.
  31. Greenberg, L., D. J. C. Fletcher y S. B. Vinson, 1985. Monogyny and polygyny in the imported fire ant: Correlation with worker size and mound location. *J. Kans. Entomol. Soc.*, 58: 9-18.
  32. Gurney, A. B., 1975. Some stinging ants. *Insect World Dig.* 2 (5): 19-25.
  33. Helmly, R. B., 1970. Anaphylactic reaction to fire ant. *Hawaii Med. J.*, 29: 368.
  34. Herzog, D. C., T. E. Reagan, D. C. Sheppard, K. M. Hyde, S. S. Nilake, M. Y. B. Hussein, M. L. McMahan, R. C. Thomas, and L. D. Newson, 1976. *Solenopsis invicta* Buren: Influence of Louisiana pasture soil chemistry. *Environ. Entomol.*, 5: 160-62.
  35. Holden, C., 1976. Mirex: Persistent pesticide on its way out. *Science*, 194: 301-03.
  36. Huffaker, C. B. y C. E. Kennett, 1956. Experimental studies on predation: Predation and cyclamen-mite populations on strawberries in California. *Hilgardia*, 26: 191-222.
  37. Hunt, T. N., 1976. Agricultural losses due to the imported fire ant as estimated by North Carolina farmers. *J. Mitchell Soc.*, 92: 69.
  38. James, F. K., 1976. Fire ant sensitivity. *J. Asthma Res.*, 13 (4): 179-83.

39. Jones, D. y W. L. Sterling, 1979. Manipulation of red imported fire ants in a trap crop for boll weevil suppression. *Environ. Entomol.*, 8 (6): 1073-077.
40. King, C., 1984. Immigrant Killers. Oxford University Press, London.
41. Lemke, L. A. y J. B. Kissam, 1988. Impact of red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) predation on horn flies (Diptera: Muscidae) in a cattle pasture treated with Pro-Done. *J. Econ. Entomol.*, 81 (3): 855-58.
42. Lockey, R. F., 1974. Systemic reactions to stinging ants. *J. Allergy Clin. Immun.*, 54 (3): 132-146.
43. Lofgren, C. S., 1986. The search for chemical bait toxicants. *En: C. S. Lofgren y R. K. Vander Meer (Eds) Fire Ants and Leaf-Cutting Ants.* Westview Press, Inc. Boulder, Colorado, 369-377.
44. — y C. T. Adams, 1981. Reduced yield of soybeans in fields infested with the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* Buren. *Fla. Entomol.*, 64: 199-202.
45. —, W. A. Banks y B. M. Glancey, 1975. Biology and control of imported fire ants. *Ann. Rev. Entomol.*, 20: 1-30.
46. — y D. E. Weidhaas, 1972. On the eradication of imported fire ants: A theoretical appraisal. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, 18: 17-20.
47. Long, W. H., E. A. Conciencie, E. J. Conciencie, R. N. Dopson y L. D. Newsom, 1958. Fire ant eradication program increases damage by the sugarcane borer. *Insect Cond. La.*, 1: 10-11.
48. Minton, S., 1959. Venomous animals, spiders, and insects. *Pest Control*, 27 (2): 25.
49. Morrill, W. L., 1978. Red imported fire ant predation on the alfalfa weevil and pea aphid. *J. Econ. Entomol.*, 71 (6): 867-68.
50. Mount, R. H., 1981. The red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), as a possible serious predator on some southeastern vertebrates: Direct observations and subjective impressions. *J. Ala. Acad. Sci.*, 52: 71-8.
51. —, S. E. Trauth y W. H. Mason. 1981. Predation by the red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) on eggs of the lizard *Cnemidophorus sexlineatus* (Squamata: Teiidae). *J. Ala. Acad. Sci.*, 52: 66-70.
52. Parrish, H. M., 1963. Analysis of 460 fatalities from venomous animals in the United States. *Am. J. Med. Sci.*, 245: 129-41.
53. Phillips, S. A., S. R. Jones, D. M. Claborn y J. C. Cokendolpher, 1986. Effect of Pro-Drone, an insect growth regulator; on *Solenopsis invicta* Buren and non target ants. *Southwest. Entomol.*, II: 287-99.
54. Read, G. W., N. K. Lind y C. S. Oda, 1978. Histamine release by fire ant (*Solenopsis*) venom. *Toxicon* 16: 361-67.
55. Reagan, T. E., 1986. Beneficial aspects of the imported fire ant: A field ecology approach. *En: C. S. Lofgren y R. K. Vander Meer (Eds) Fire Ants and Leaf-Cutting Ants, Biology and Management.* Westview Press, Inc. Boulder, Colorado, 58-71.
56. Rhoades, R. B., 1977. Medical Aspects of the Imported Fire Ant. The University Presses of Florida, Gainesville.
57. —, D. Kalof, F. Bloom y H. J. Wittig, 1978. Cross-reacting antigens between imported fire ants and other Hymenoptera species. *Ann. Allergy* 40: 100-04.
58. —, W. L. Schafer, M. Newman, R. Lockey, R. M. Dozier, P. F. Wubbena, A. W. Townes, W. H. Schmid, G. Neder, T. Brill y H. J. Wittig, 1977. Hypersensitivity to the imported fire ant in Florida. *J. Fla. Med. Assoc.*, 64: 247-54.
59. Ricklefs, R. E., 1979. Ecology. Chiron Press, New York.
60. Ridlehuber, K. T., 1982. Fire ant predation on wood duck ducklings and pipped eggs. *The Southwest. Nat.*, 27: 222.
61. Russell, C. E., 1981. Predation on the cowpea curculio by the red imported fire ant. *J. Ga. Entomol. Soc.*, 16 (1): 13-5.
62. Schmidt, J. O., 1978. Ant venoms—Study of venom diversity. *En: D. L. Shankland,*

- R. M. Hollingworth y T. Smyth (Eds.) Pesticide and Venom Neuro Toxicity. Plenum Press, NY, 247-63.
63. Schwartz, H. J., 1984. Insect bites may explain some deaths. USAEHA Pest Manag. Bull., 84: 16.
  64. Servicio de Extensión Agrícola, B-20. La hormiga brava introducida y su control. Col. de Ciencias Agrícolas, Recinto de Mayagüez, Univ. P.R.
  65. Shapley, D., 1971. Mirex and the fire ant: Decline in fortunes of "perfect" pesticide. *Science*, 172: 358-60.
  66. Smittle, B. J., C. T. Adams, W. A. Banks y C. S. Lofgren, 1988. Red imported fire ants: Feeding on radiolabeled citrus trees. *J. Econ. Entomol.*, 81 (4): 1019-021.
  67. Sterling, W. L., 1978. Fortuitous biological suppression of the boll weevil by the red imported fire ant. *Environ. Entomol.*, 7 (4): 564-68.
  68. —, D. Jones y D. A. Dean, 1979. Failure of the red imported fire ant to reduce entomophagous insect and spider abundance in a cotton agroecosystem. *Environ. Entomol.*, 8 (6): 976-81.
  69. Summerlin, J. W., A. C. F. Hung y S. B. Vinson, 1977. Residues in nontarget ants, species simplification, and recovery of populations following aerial applications of Mirex. *Environ. Entomol.*, 6: 193-97.
  70. — y S. E. Kunz, 1978. Predation of the red imported fire ant on stable flies. *Southwest. Entomol.*, 3 (4): 260-62.
  71. Torres, J. A., 1982. Biological control and the possible use of ants in biological control of insects. *Bol. Cient. Sur*, 9 (2): 39-44.
  72. Tortora, G. J. y N. P. Anagnostakos, 1984. Principles of Anatomy and Physiology. Harper and Row, New York.
  73. Triplett, R. F., 1976. The imported fire ant: Health hazard or nuisance? *South. Med. J.* 69 (3): 258-59.
  74. Tschinkel, W. R., 1986. The ecological nature of the fire ant: Some aspects of colony function and some unanswered questions. *En: C. S. Lofgren y R. K. Vander Meer (Eds) Fire Ants and Leaf-Cutting Ants, Biology and Management.* Westview Press, Inc. Boulder, Colorado, 72-87.
  75. Vander Meer, R. K., 1986. Chemical taxonomy as a tool for separating *Solenopsis* spp. *En: C. S. Lofgren y R. K. Vander Meer (Eds) Fire Ants and Leaf-Cutting Ants, Biology and Management.* Westview Press, Inc. Boulder, Colorado, 316-26.
  76. Vinson, S. B., 1972. Imported fire ant feeding on *Paspalum* seeds. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 65 (4): 988.
  77. Williams, D. F., 1986. Chemical baits: Specificity and effects on other ant species. *En: C. S. Lofgren y R. K. Vander Meer (Eds) Fire Ants and Leaf-Cutting Ants, Biology and Management.* Westview Press, Inc. Boulder, Colorado, 378-86.
  78. —, C. S. Lofgren, W. A. Banks, C. E. Stringer y J. K. Plumley, 1980. Laboratory studies with 9 amidinohydrazones, a promising new class of bait toxicants for control of red imported fire ants. *J. Econ. Entomol.*, 73: 798-802.
  79. Wilson, E. O., 1971. The Insect Societies. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
  80. Wilson, N. L. y A. D. Oliver, 1969. Food habits of the imported fire ant in pasture and pine forest areas in southeastern Louisiana. *J. Econ. Entomol.* 62 (6): 1268-271.
  81. Wilson, W. L. y R. B. Eads, 1958. Occupational exposure to the imported fire ant. *Ind. Med. Surg.* 27: 436-38.
  82. Wojcik, D. P., 1986. Observations on the biology and ecology of fire ants in Brazil. *En: C. S. Lofgren y R. K. Vander Meer (Eds) Fire Ants and Leaf-Cutting Ants, Biology and Management.* Westview Press, Inc. Boulder, Colorado, 88-103.
  83. —, W. F. Buren, E. E. Grissell y T. Carlysle, 1976. The fire ants (*Solenopsis*) of Florida: (Hymenoptera: Formicidae). *Entomol. Circ.* 173.

84. Yeager, W., 1978. Frequency of fire ants stinging in Lowndes County, Georgia. *J. Med. Assoc. Ga.*, 67: 101-02.
85. Zeck, W. M., 1985. The future of narrow versus broad-spectrum insecticides, Ch. 23. *En: J. L. Hilton (Ed) Agricultural chemicals of the future*. Rowman and Allanheld Publ., Totowa, NJ.