

La presente publicación reúne artículos, notas científicas y las conclusiones del 2º Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras "EEI 2006" y reflejan el esfuerzo de todos aquellos que trabajamos para frenar los efectos negativos de las invasiones biológicas y de los cuales queremos que quede constancia frente a la comunidad científica y a la sociedad en general.



ORGANIZA

GEIB

Grupo Especialista en Invasiones Biológicas

COLABORA



UNIVERSIDAD DE LEÓN

RESPALDAN



IUCN

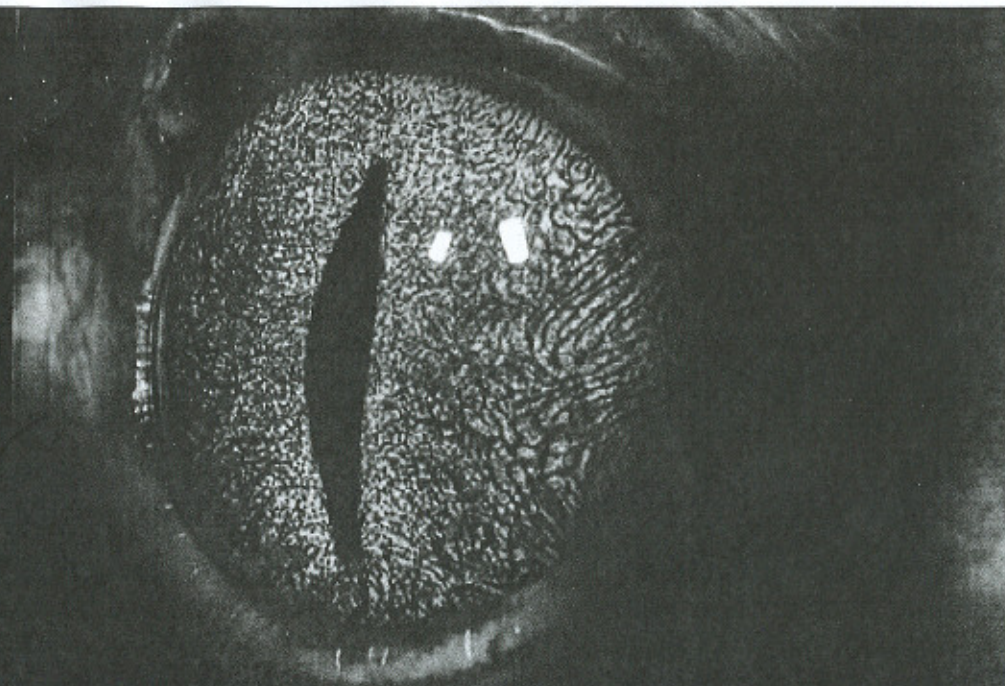
GISP

The Global Invasive Species Programme

El GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (antes GEI Grupo Especies Invasoras) es una organización independiente de ámbito nacional que desarrolla proyectos propios y provee asistencia técnica y servicios de consultoría en el campo de las invasiones biológicas.

Los fines del GEIB son:

- Hacer frente a la pérdida de biodiversidad provocada por la introducción de especies exóticas.
- Promover y desarrollar acciones e iniciativas orientadas hacia el conocimiento y la conservación de la Biodiversidad, particularmente todas aquellas enfocadas en las especies exóticas invasoras y sus efectos en los ámbitos ecológico, económico y sanitario.
- Asegurar el uso de los recursos naturales de forma ecológicamente sostenible y claramente equitativa.
- Fomentar la igualdad de oportunidades en el ámbito científico.
- Incentivar la colaboración entre científicos cuyo campo de investigación incluya la problemática de las especies exóticas invasoras.



Invasiones Biológicas: un factor del cambio global

EEI 2006 Actualización de conocimientos

LA LANGOSTA CENTROAMERICANA *SCHISTOCERCA PICEIFRONS PICEIFRONS* (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE), ¿INVASORA DE LA ISLA SOCORRO, REVILLAGIGEDO MÉXICO?

The centroamerican locust *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Orthoptera: Acrididae), an alien species in Socorro Island, Revillagigedo México?

Zenón Cano Santana¹, Iván Castellanos Vargas, Efraín Tovar-Sánchez, Edgar Camacho Castillo & José Luis Castillo López

Laboratorio de Ecología, Dpto. de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito exterior s/n Ciudad Universitaria C.P. 04510 Coyoacán, México D.F. *Autor para correspondencia (e-mail: zcs@hp.fciencias.unam.mx; Tl: + 52 5622-4835; Fax: + 52 5622-4828)

RESUMEN

La isla Socorro se ubica a 648 km de la costa de Jalisco y a 480 km al sur de Baja California en México. Desde por lo menos 1996 se reportó que la langosta centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Orthoptera: Acrididae) invadió presuntamente esta isla. Esta especie es la única en América con el fenómeno de polimorfismo de fases esto es: poseer individuos solitarios aislados, con movimientos locales limitados, poco voraces y al mismo tiempo presentar individuos con alta capacidad de gregarización, con la posibilidad de formar mangas voraces y con gran capacidad de desplazamiento dentro de la comunidad vegetal. Entre 2004 y 2005 se evaluaron las poblaciones solitarias y gregarias, de esta especie así como la historia natural de la langosta endémica *Schistocerca americana socoro* (Orthoptera: Acrididae). Se sugiere que la langosta centroamericana puede constituir un elemento natural de la localidad. Sólo si se justifica algún tipo de daño provocado por esta especie se propone liberar parasitoides (Diptera) siempre que se demuestre que éstos no atacan a la especie endémica. No se recomienda la aplicación de insecticidas u otros medios de control biológico. En este frágil ecosistema insular existen otros factores de disturbio biótico tales como la presencia de mamíferos exóticos entre los que destacan gatos, ratones y borregos ferales que modifican la estructura vertical de la comunidad vegetal insular.

Palabras clave: Archipiélago de Revillagigedo, isla Socorro, México, *Schistocerca americana socoro*, *Schistocerca piceifrons piceifrons*.

ABSTRACT

Socorro Island is located 648 km from Jalisco coast and 480 km South of Baja California in Mexico. From at least 1996 it was reported that the Centroamerican lococus *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Orthoptera: Acrididae) presumably invaded this island. This is the only

American species with polymorphism of phases phenomenon. This involves to display isolated solitary individuals, with local and limited movements, little voracious and at the same time, this species can display individuals with high capacity of aggregation, they have possibilities of performing voracious swarms with great capacity of displacement within the vegetal communities. Between 2004 and 2005 the solitary and gregarious populations were evaluated, as well as the natural history of the endemic locust *Schistocerca americana socoro* (Orthoptera: Acrididae). We suggested that Centroamerican locust can constitute a natural element of the island. If only some type of damage caused by this species is justified we propose to release parasitoids (Diptera) whenever it demonstrates that these do not attack the endemic species. It is not advisable the application of insecticides or other means of biological control. In this fragile insular ecosystem exist other biotic disturbance factors such as the presence of exotic mammals like cats, mice and domestic lambs that modify the vertical structure of the insular vegetal community.

Key words: Mexico, Revillagigedo archipelago, *Schistocerca americana socoro*, *Schistocerca piceifrons piceifrons*, Socorro Island.

INTRODUCCIÓN

Las langostas se agrupan en la familia Acrididae y comprenden los géneros *Locusta* y *Schistocerca* (Uvarov 1966). Ambos son notables por la capacidad de presentar un fenómeno conocido como polimorfismo de fases, en el cual se registran cambios conductuales en condiciones de elevada densidad. Este fenómeno generalmente se verifica en la época de máximo crecimiento poblacional e implica la existencia de una fase solitaria y una fase gregaria (Uvarov 1966, 1977; Begon et al. 1999). Durante la fase solitaria, las langostas pueden mostrar despliegues conductuales territorialistas, se mantienen aislados dentro de la comunidad vegetal, son poco voraces y sus movimientos se caracterizan por ser locales y muy limitados. Por otra parte, las poblaciones de estos insectos durante la fase gregaria se componen por individuos sin despliegues territorialistas, tienen una alta capacidad de asociación intraespecífica, llegan a formar mangas voraces y poseen gran capacidad de desplazamiento (Chapman 1976; Skaf et al. 1990). Para el norte de África, así como para centro y sudamérica el género más notable por su importancia ecológica y económica es *Schistocerca*, en la actualidad se tienen especies representativas en ambos continentes por lo que es posible que la especiación haya iniciado en una etapa contemporánea a la separación del Pangea (Song 2004). En América, *Schistocerca piceifrons* (Walker) es la especie de mayor relevancia debido a su alta capacidad de agregación, su voracidad y su alta capacidad de desplazamiento (Barrientos 1990). Para esta especie existen al menos dos centros de subespeciación que marcan dinámicas diferentes en las poblaciones del continente. El primero se ubica en la región andina central de Perú y se extiende por el norte hasta Ecuador y el sur de Colombia. El segundo se encuentra en el macizo de Centroamérica, y se extiende desde la parte central del territorio de Costa Rica y hasta el sur de Honduras (Harvey 1983). Este centro es el que cobra más relevancia para México, debido a la proximidad con su territorio. Algunos autores como Jiménez (1973) y Barrientos (1990) reportaron que la especie se encontraba únicamente en los estados mexicanos del sureste (vecinos a las naciones de Centroamérica) y que su hábitat comprendía únicamente localidades con altitudes menores a los 2000 m y ubicadas

hacia el sur del Trópico de Cáncer. No obstante, Barrientos *et al.* (1999) actualizó la distribución de las poblaciones de la especie reportando su presencia en 13 estados de la república mexicana. Actualmente esta presente en: Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, San Luis Potosí, Colima, Nayarit y Tamaulipas. Recientemente (entre 1996 y 1997), se reportó la presencia de la especie en la isla Socorro localizada en el archipiélago de Revillagigedo en el Océano Pacífico Mexicano (Secretaría de Marina Armada de México, comunicación personal). En esta isla existe una especie de langosta endémica que carece de polimorfismo de fases, y de la que se conocen escasos detalles sobre su biología y ecología, esta es *Schistocerca americana socoro* (Orthoptera: Acrididae) descrita por Dirsh (1974). El archipiélago de Revillagigedo esta considerado como una zona de reserva ecológica y se ha postulado que el daño que originará *S. p. piceifrons* en la localidad sería devastador para la ecología de la zona (Barrientos *et al.* 1999). El objetivo de este trabajo es evaluar distintos aspectos de la ecología y la historia natural de ambas especies para formular una estrategia de control de la especie invasora que ocasione el mínimo impacto en la población de la especie endémica, en la comunidad y en la dinámica del frágil ecosistema insular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El archipiélago de Revillagigedo está integrado por cuatro islas de origen volcánico que de mayor a menor superficie son: Socorro, Clarión, San Benedicto y Roca Partida (Anthony 1898) (figura 1). Este archipiélago esta ubicado a $18^{\circ} 20'$ y $19^{\circ} 20'$ N y a $110^{\circ} 45'$ y $114^{\circ} 50'$ O aproximadamente entre 350 y 650 km al sur-suroeste del extremo sur de la península de Baja California (Brattstrom, 1990). La isla Socorro es la mayor de las cuatro islas, esta ubicada a $18^{\circ} 41' 57''$ N y $110^{\circ} 56' 33''$ O, tiene 167 km² de cobertura, se localiza a 648 km de la costa de Jalisco y a 480 km al sur de Baja California (Ortega-Gutiérrez 1981; Ortega-Gutiérrez & Sánchez-Rubio 1985; Brattstrom 1990).

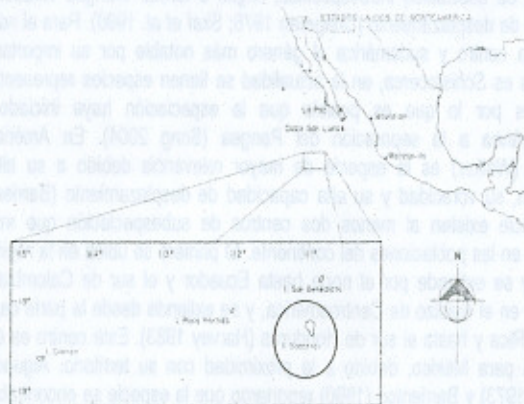


Figura 1. Ubicación del Archipiélago de Revillagigedo y de la Isla Socorro.

Vegetación

De acuerdo con Cano *et al.* (2005), en la isla Socorro se pueden reconocer 14 asociaciones vegetales que conforman la comunidad de la Isla Socorro. En la figura 2 se muestra la distribución geográfica que las asociaciones cubren en la isla.

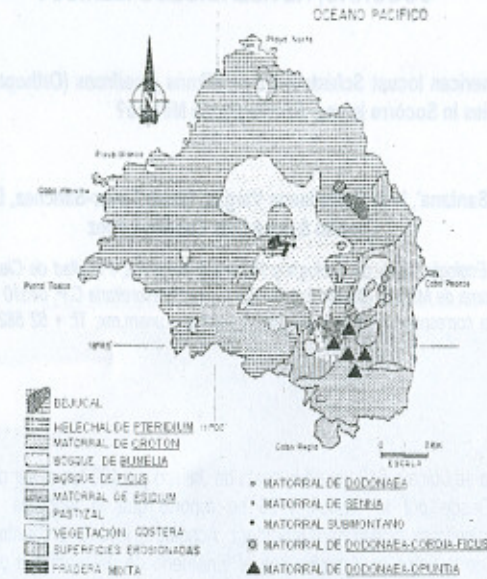


Figura 2. Tipos de vegetación en la Isla Socorro.

Muestreo

Entre 2004 y 2005 se realizaron siete visitas a la isla Socorro con la finalidad de obtener información relevante sobre la historia natural y la ecología de ambas especies de langostas. En la isla se realizaron recorridos sistemáticos en cada uno de los diferentes tipos de vegetación y se capturaron individuos de ambas especies. Estos fueron transportados a un laboratorio que se acondicionó en el extremo sur de la isla y los ejemplares sobrevivientes fueron transportados al laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ahí se les colocó en una cámara de ambientes controlados y se les crió y observó hasta su muerte. Con la finalidad de determinar las posibles causas de muerte, los ejemplares fueron llevados al Laboratorio de Patología de Insectos del Colegio de Posgraduados en México. Aquellos ejemplares que murieron y no presentaron presencia de patógenos fueron depositados en la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología de la UNAM. Los aspectos que se analizaron para ambas especies de langostas durante las estancias en la isla Socorro, así como en la Facultad de Ciencias fueron los siguientes: (1) etapas de los ciclos de vida, (2) distribución espacial de las poblaciones, (3) tamaños poblacionales y (4) enemigos naturales (depredadores, parasitoides y patógenos). Para determinar el tamaño de las poblaciones de ambas especies

se utilizó el método de Gates (Southwood, 1978) y a fin de describir la distribución espacial, se realizaron recorridos sistemáticos de siete horas por los diferentes tipos de vegetación registrando en cada caso, la posición geográfica de cada especie, tratando de ubicar la presencia de individuos solitarios, mangas y bandas.

RESULTADOS

Ciclo de vida de *Schistocerca piceifrons piceifrons* y de *S. a. socoro*

En la figura 3 se muestran las etapas de los ciclos de vida de ambas especies detectados en la Isla Socorro durante los años de muestreo.

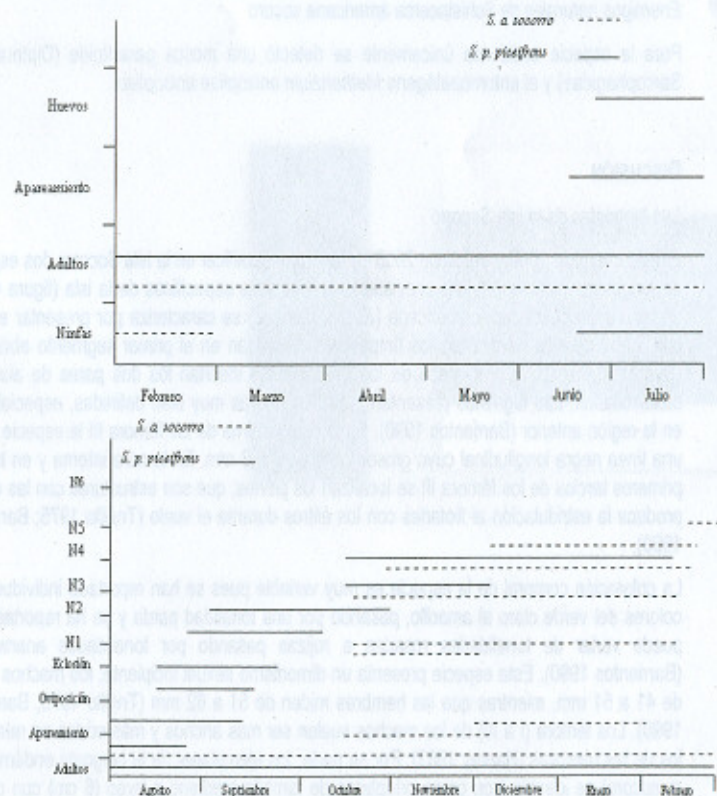


Figura 3. Etapas de los ciclos de vida de *Schistocerca piceifrons piceifrons* y de *S. americana socoro* y su relación con los meses durante las visitas a la Isla Socorro.

Se encontraron langostas de ambas especies durante todo el año en la Isla Socorro. Durante 2004, y los primeros meses de 2005, se encontraron ejemplares adultos de ambas especies

de langostas (figura 3), asimismo cada especie posee 6 estadios ninfales (figura 3). Se registró sólo un evento de oviposición por especie lo cual sugiere la existencia de una sola generación al año.

Distribución espacial de *Schistocerca piceifrons piceifrons* y de *S. a. socoro*

En la figura 4 se muestra la distribución geográfica de ambas especies de langostas en la Isla Socorro.



Figura 4. Distribución geográfica de las poblaciones solitarias y gregarias de *Schistocerca piceifrons piceifrons* y de la especie endémica *S. americana socoro*.

Se detectó que los hábitats preferidos por las poblaciones de langostas centroamericanas solitarias son sitios abiertos donde domina la vegetación herbácea (pastizales, praderas y helechales). Los tipos de vegetación donde esta especie es recurrente son el pastizal, el matorral de *Dodonaea*, el matorral de *Dodonaea-Opuntia*, la pradera mixta, la pradera de *Senna*, el helechal de *Pteridium*, los matorrales de *Croton*, los matorrales de *Psidium*; mientras que los hábitats en donde estas langostas no se encuentran son el bosque de *Bumelia* y el bejucal (figura 2). Se sugiere que los individuos solitarios no se mueven grandes distancias y están estrechamente asociadas con su hábitat (Cano et al. 2005). Por otra parte, se registraron 17 mangas de langostas centroamericanas volando, forrajeando o descansando sobre pastizal, pradera mixta, matorral de *Dodonaea* y matorral de *Dodonaea-Opuntia*, bosque de *Ficus*, pradera de *Senna* y matorral de *Ficus-Cordia*. Las mangas de langostas centroamericanas gregarias se han detectado atacando el matorral de *Dodonaea-Cordia-Ficus*, los árboles adyacentes a las instalaciones permanentes de la Secretaría de Marina Armada de México y las hierbas asociadas al matorral de *Dodonaea* (figura 2). Las mangas de langostas sólo vuelan por encima de los bosques de *Bumelia* y *Ficus*. Según los resultados de un análisis de componentes principales realizado sobre la morfometría de individuos solitarios y gregarios presentado por Cano et al. (2005) se sugiere que al menos

tres de las mangas avistadas entre febrero y marzo, pueden representar conjuntos independientes con una capacidad de dispersión muy local, ya que su morfología está estrechamente relacionada con la morfología de las poblaciones de langostas solitarias más cercanas al sitio de avistamiento (Cano *et al.* 2005). La langosta endémica se registró principalmente en hábitats húmedos, fríos y con vegetación de aspecto cerrado, donde domina la vegetación arbustiva y arbórea. La distribución de las poblaciones de *S. a. socoro* se encuentran restringidas entre los paralelos 18° 47' y 18° 51' N y entre los meridianos 110° 55' y 110° 59' O. Los tipos de vegetación que esta especie utiliza para reposar y forrajear son: el helechal de *Pteridium*, la pradera mixta, el matorral costero, bosque de *Ficus*, asociación de *Dodonaea-Pteridium*, bosque de *Bumelia*, matorral submontano y el bejucal (figura 2). En todos estos hábitats, tanto las ninfas como los adultos suelen estar espaciados y asociados al dosel de los arbustos, sobre las frondas de los helechos y en menor medida, sobre el tallo de árboles y arbustos.

Densidad poblacional de *Schistocerca piceifrons piceifrons*

La máxima densidad de ninfas solitarias de la especie centroamericana fue 91.96 ind/m². El máximo valor de densidad poblacional para las ninfas gregarias fue 2,016 ind/m². Por su parte, los adultos solitarios alcanzaron un valor de 19,14 ± 10,7 ind/100 m², mientras que en los gregarios este valor fue de 72,5 ± 5,2 ind/m². Se logró estimar que una manga de langostas de la especie centroamericana posee al menos 36 millones de langostas.

Densidad poblacional de *Schistocerca americana socoro*

En el cuadro 1 se presentan los valores de la densidad poblacional registrada para las ninfas de la especie endémica. Para esta especie se registraron valores muy bajos de densidad.

Febrero de 2004
0.15 ± 0.2 (langostas/100 m ²) helechal de <i>Pteridium</i>
Octubre de 2004
0.86 ± 0.3 (langostas/100 m ²) bosque de <i>Ficus</i>
0.53 ± 0.5 (langostas/100 m ²) helechal
Noviembre de 2004
0.91 ± 0.2 (langostas/100 m ²) helechal
0.35 ± 0.3 (langostas/100 m ²) matorral mixto
0.23 ± 0.1 (langostas/100 m ²) bosque de <i>Ficus</i>
0.21 ± 0.1 (langostas/100 m ²) bosque de <i>Bumelia</i>
0.17 ± 0.1 (langostas/100 m ²) pradera mixta
Enero de 2005
1.05 ± 1.0 (langostas/100 m ²) matorral de <i>Psidium</i> , bosque de <i>Bumelia</i> , matorral mixto, vegetación costera y helechal

Cuadro 1. Densidad poblacional de las ninfas de *S. a. socoro* en la Isla Socorro, Revillagigedo, México.

Por su parte, la densidad poblacional de los adultos varió de 0.05 a 6.38 ind/m².

Enemigos naturales de *Schistocerca piceifrons piceifrons*

Se detectaron más de 14 especies de enemigos naturales. Entre los depredadores destacan nueve especies: garza gris (*Ardea herodias*), halcón de cola roja (*Buteo jamaicensis socorroensis*), cangrejo rojo (*Gecarcinus planatus*), cenizote norteño (*Mimus polyglottos*), gacilla nocturna (*Nycticorax violacea gravirostris*), araña chinclahuil (*Neoscona oaxacensis*), lagartija azul (*Urosaurus auriculatus*), araña cangrejo (*Araneae: Thomisidae*), varias especies de arañas (*Araneae*). Se detectaron tres especies de parasitoides (*Diptera*) y dos hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metharizium anisopliae anisopliae*.

Enemigos naturales de *Schistocerca americana socoro*

Para la especie endémica únicamente se detectó una mosca parasitoide (*Diptera*: pos. *Sarcophagidae*) y el entomopatógeno *Metharizium anisopliae anisopliae*.

DISCUSIÓN

Las langostas de la isla Socorro

Entre febrero de 2004 y enero de 2005 se lograron identificar en la Isla Socorro dos especies de langostas microsimpátricas coexistiendo en hábitats específicos de la isla (figura 4), por un lado la langosta centroamericana (*S. p. piceifrons*) se caracteriza por presentar el tórax con forma de silla de montar, los tímpanos se localizan en el primer segmento abdominal (Uvarov 1966, 1977). Por arriba de los tímpanos se insertan los dos pares de alas bien desarrollados. Las tegminas presentan manchas negras muy bien definidas, especialmente en la región anterior (Barrientos 1990). En la cara externa de los fémora III la especie posee una línea negra longitudinal cuyo grosor varía de 2 a 3 mm. En la cara interna y en los dos primeros tercios de los fémora III se localizan los peines, que son estructuras con las que se produce la estridulación al frotarlas con los élitros durante el vuelo (Trujillo 1975; Barrientos 1990).

La coloración corporal de la especie es muy variable pues se han reportado individuos con colores del verde claro al amarillo, pasando por una tonalidad parda y se ha reportado que puede variar de tonalidades rosadas a rojizas pasando por tonalidades anaranjadas (Barrientos 1990). Esta especie presenta un dimorfismo sexual incipiente, los machos miden de 41 a 51 mm, mientras que las hembras miden de 51 a 62 mm (Trujillo 1975; Barrientos 1990). Los fémora (I a III) de los machos suelen ser más anchos y más cortos en relación a los de las hembras (Harvey 1983). Por su parte, los ejemplares de la langosta endémica (*S. a. socoro*) se identificaron como ortópteros de tamaño mediano a largo (6 cm) con cabeza sub-globular y frente vertical. Con lóbulos laterales del pronoto con una banda negra estrecha. Las langostas adultas son de color café oscuro y carecen de bandeo en el tórax, los antenitos tienen una segmentación muy marcada.

Historia natural y ciclos de vida

La población de *S. p. piceifrons* presenta una sola generación al año. Ambas especies presentaron adultos durante todo el periodo del estudio. El apareamiento, la oviposición y el desarrollo de las ninfas ocurre de manera más temprana en la langosta centroamericana que en la langosta de Socorro (figura 3). Durante la estación seca y fría (esto es, de noviembre a marzo) se favoreció la formación de mangas de individuos en diapausa reproductiva que les facilita la supervivencia al invierno; mientras que durante la estación seca y cálida, (de abril a junio) las langostas inmaduras se mantienen juntas y finalmente, durante la estación lluviosa y cálida (de agosto a octubre) se pueden formar las mangas de individuos sexualmente maduros. Asimismo, en esta fecha se verifica el apareo y la oviposición (figura 3). Finalmente, durante ese mismo periodo de tiempo también se realiza la eclosión de las primeras ninfas de la nueva generación y comienzan a formar bandas de los primeros estadios (figura 3). La langosta centroamericana se puede alimentar de al menos 59 especies de plantas. Este dato representa el 61% de la flora registrada en la localidad. Esta especie presentó los dos despliegues conductuales de organización social involucrados en el polimorfismo de fases: solitario y gregario. Las grandes agregaciones de langostas alcanzan densidades de $725 \pm e.e. 5,2 \text{ ind/m}^2$, pueden llegar a ocupar extensiones de terreno de 9.3 a 50 ha. De acuerdo con los datos anteriores se estima que las mangas de esta especie pueden contener al menos de $6,77 \pm 0,49$ a $36,25 \pm 2,6$ millones de individuos. Estos valores se encuentran por debajo de los que se han reportado para mangas que atacan agroecosistemas en el territorio continental de México (Barrientos *et al.* 1999). Por su parte, para *S. a. socorro* se estimó una densidad promedio de aproximadamente 0,05 y 6,38 ind/100 m², lo cual es un valor significativamente más bajo que los valores encontrados para las poblaciones de *S. p. piceifrons*.

Distribución

La langosta centroamericana se distribuye preferentemente en lugares con baja altitud y con vegetación "abierto", en tanto que la langosta de Socorro se distribuye a mayor altitud en lugares con vegetación "cerrada" (bosques y arbustos) (figuras 2 y 4). Por ello, es poco probable que la langosta centroamericana afecte la densidad de la langosta endémica. A pesar de estas ideas, (H. Song, comunicación personal) sugiere la posibilidad de que la langosta de Socorro haya sido desplazada por la centroamericana. Las langostas centroamericanas solitarias adultas prefieren hábitats abiertos donde domina la vegetación herbácea, por lo que se le encuentra preferentemente en pastizales, praderas, helechales y zonas de matorrales (figura 2), donde alcanzan densidades de entre 0,1 y 69,2 ind/100 m² (figura 4). Las langostas gregarias adultas de esta especie tienen la capacidad de moverse en todos los tipos de vegetación. Las mangas se avistaron volando y forrajeando sobre pastizal, pradera mixta, matorral de *Dodonaea* y matorral de *Dodonaea-Opuntia*. Por otro lado, *S. a. socorro* prefirió los hábitats húmedos, fríos y abiertos donde domina tanto vegetación herbácea como arbustiva y arbórea. Se le encontró en la pradera mixta en el cráter del volcán, en los helechales del SE y E de la isla, en el matorral de *Dodonaea*, en el bosque de *Bumelia* (a 520 m s.n.m.), en el bosque de *Ficus* y en las asociaciones vegetales costeras del norte de la isla (figura 2).

Schistocerca piceifrons piceifrons, ¿elemento natural o invasor de la comunidad insular?

Antes de 1996 no se había detectado la presencia de la langosta centroamericana en la Isla Socorro. Esta comenzó a ser evidente en fechas posteriores por que la población entró a su fase gregaria y presuntamente exterminó algunos árboles de *Ficus* y *Bumelia*. Cano *et al.* (2005) calcularon que una manga de langostas puede consumir entre 1,6 y 8,7 toneladas de materia vegetal seca por día. Este autor también muestra evidencias de que el peso promedio de una langosta gregaria es aproximadamente 0.58 g.

Si se toma en consideración que densidad promedio en una manga es de 72,5 ind/m² y que su tasa promedio de consumo registrada para dos especies de plantas muy apetecibles es de 414 mg ps g ps⁻¹ día⁻¹, se puede establecer que la tasa de consumo de plantas es de sólo 17,4 g ps m² día⁻¹. Es posible que la Isla Socorro soporte sólo a una manga de langostas simultáneamente, pues nunca se avistaron dos de ellas al mismo tiempo.

Considerando que la isla tiene 167 km², y que una manga puede ocupar una superficie de 0,09 a 0,50 km², ésta sólo ocupa potencialmente una fracción de la isla de entre el 0,05 y el 0,3% de su superficie. Para moverse por toda la isla una manga requeriría moverse entre 333 y 2000 días (promedio: 3,2 años). Las densidades de langostas gregarias registradas en este trabajo están muy por debajo de las abundancias, extensiones y densidades registradas por Barrientos *et al.* (1999) para la especie en agroecosistemas continentales de México.

De acuerdo con los datos anteriores, en la Isla Socorro la langosta centroamericana no puede representar ningún riesgo económico porque no existen cultivos de importancia. Nuestros resultados sugieren que *S. p. piceifrons* esta lejos de considerarse un problema grave en ecosistema insular, ya que la isla al igual que todo el archipiélago están declarados como reserva de la Biosfera y no están habitados; únicamente existe un destacamento militar de 150 integrantes con permanencia de hasta 30 días, después de los cuales son cambiados por otros elementos.

Por el contrario, nuestras observaciones sugieren que *S. p. piceifrons* puede ser una especie clave dentro de las interacciones tróficas que se verifican en este frágil ecosistema insular, ya que funciona como el principal consumidos primario y al mismo tiempo funciona como alimento para otras especies de consumidores secundarios (figura 5).

Nuestras observaciones de campo indican que la langosta centroamericana puede tener un alto valor de conectancia en la comunidad faunística de la isla. No obstante, aun hace falta corroborar por medio de observaciones de campo, y a través de diseños experimentales, si la langosta *S. p. piceifrons* es una especie competidora de recursos alimentarios y si realmente está excluyendo espacialmente a la langosta *S. a. socorro*.

Nuestros resultados indican que esta última especie es arborícola y que el hábitat que ambas ocupan en la isla sólo coincide con la distribución de las poblaciones en el cráter del monte Evermann (al centro de la isla), en el oriente en los helechales de *Pteridium* y en la vegetación costera del norte.

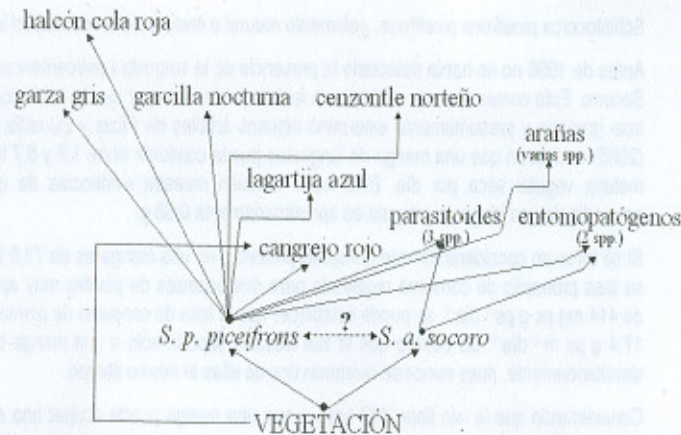


Figura 5. Interacciones tróficas de *S. p. piceifrons* con otras especies de la comunidad de Isla Socorro, Revillagigedo.

Probablemente la presencia de la langosta *S. p. piceifrons* en la Isla Socorro es más antigua de lo que se reportó en 1996. Evidencia de ello puede ser considerado como la gran cantidad de especies que la usan como alimento, pues deben haber coexistido con ella desde hace décadas para conformarse una imagen de búsqueda y desarrollar una respuesta de ataque dependiente de la densidad (Holling, 1959). Hanna (1926) en su expedición al archipiélago de Revillagigedo en 1925 registró "nubes" de langostas en la Isla San Benedicto, localizada a 74 km al norte de Socorro. En estas agrupaciones reconoció dos especies de langostas, desafortunadamente, una erupción ocurrida el 1 de agosto de 1952 eliminó todas las poblaciones de esta isla (Cano y Meave, 1996), por lo que se eliminó toda evidencia de langostas. Vázquez (1960) no reportó la presencia de ninguna de las dos especies de langosta que aquí se han tratado, no obstante mencionó la presencia de *Schistocerca vaga* (Orthoptera: Acrididae). Esta autora comentó que ninguna de las especies de ortópteros encontradas representa algún problema de índole fitosanitario de consideración y que para completar el listado entomofaunístico, sería necesario realizar un muestreo por un periodo de tiempo mayor, ya que la visita se realizó del 14 al 23 de enero de 1960, por lo cual la estación invernal no favorece la diversidad de los insectos en esta localidad. Fue hasta 1974 cuando Dirsh describió una nueva subespecie de langosta procedente de colectas realizadas desde 1925 en la Isla Socorro. En honor a la localidad, el ejemplar tipo quedó catalogado como *Schistocerca americana socoro* (Dirsh, 1974). No fue sino hasta principios de la década de los 80 que Harvey propuso una reclasificación del complejo *Schistocerca americana* (Harvey, 1981) y dos años más tarde realizó una revisión para la langosta gregaria de América *Schistocerca piceifrons* (Harvey, 1983). El aporte de estos dos últimos trabajos fue demostrar que la hibridación de estas especies en ambientes continentales y aislados es prácticamente imposible. Por su parte, hacia 1982 Palacios et al. (1982) visitó la localidad para la realización de un listado preeliminar de la arthropodofauna. En este trabajo mencionó una gran escasez de insectos voladores, este autor únicamente mencionó la presencia de dos especies de ortópteros, la langosta endémica *S. a. socoro* y el

saltamontes *Trimerptopsis pallidipennis pallidipennis*. Jiménez et al. (1994) identificó dos especies de *Schistocerca* en muestreos realizados entre 1988 y 1991 y una de ellas fue identificada como *S. paranensis*. En este último caso, es posible que se trate de la langosta centroamericana en una de sus sinonimias. A pesar de que todos estos registros parecerían apuntar a la ausencia de *S. p. piceifrons* en el archipiélago de Revillagigedo, Arrieta (1996) registró mangas de langostas centroamericanas en la isla San Benedicto, lo cual demuestra la posibilidad de que esta especie se mueva entre las islas que conforman el archipiélago. Es discutible el hecho de que la Isla Socorro se encuentra en el paso de huracanes y tormentas tropicales (Serra, 1971) que pudieron haber empujado de manera natural a una población masiva desde el territorio continental de México o bien, desde las naciones que conforman el istmo de Centroamérica, que esta cerca al archipiélago de Revillagigedo (figura 6).

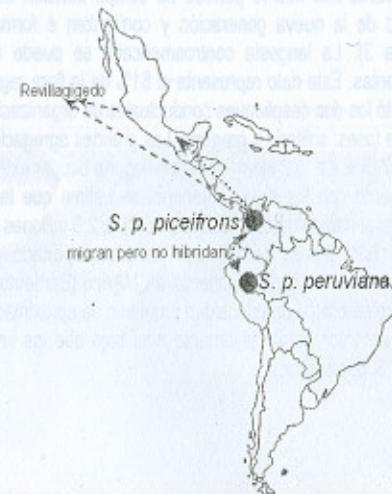


Figura 6. Rutas posibles de ingreso de *Schistocerca piceifrons piceifrons* a las islas del Archipiélago de Revillagigedo, México.

En este estudio sugerimos que la aparición de mangas en la isla Socorro puede ser un fenómeno fortuito y es un proceso que se origina de manera sinérgica por la combinación de algunos eventos abióticos y por la modificación que los ejercicios militares y mamíferos exóticos (borregos, gatos y ratones) promueven en la isla.

CONCLUSIONES

Proponemos no aplicar ninguna técnica de manejo de la langosta centroamericana, esto con la finalidad de conservar este frágil ecosistema insular. Sólo si se justifica ampliamente algún tipo de daño provocado por las langostas se propone utilizar la liberación de los parasitoides de *S. p. piceifrons* siempre y cuando se pruebe que éstos no atacan a *S. a. socoro*. De ninguna manera se recomienda la aplicación de insecticidas u otros medios de control

biológico que tendrían un efecto catastrófico sobre la artropodofauna endémica y sobre la red trófica. También se recomienda que cesen los ejercicios militares en la isla y que se implementen programas de erradicación de animales exóticos son factores que han favorecido que las langostas centroamericanas hayan entrado en la fase gregaria desde por lo menos 1996.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) el patrocinio del proyecto de investigación "ECOLOGÍA E HISTORIA NATURAL DE SCHISTOCERCA AMERICANA SOCORRO Y S. PICEIFRONS PICEIFRONS EN ISLA SOCORRO, MÉXICO" (clave: BS007) realizado entre febrero de 2004 y enero de 2005 en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Asimismo, se agradece a los Biólogos Patricia L. García García, Mauricio Mora Jarvio y Maribel Paniagua Ibañez su asistencia durante el trabajo de campo. Se agradece al Biólogo Marco A. Romero Romero su asistencia técnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anthony AW (1898) Avifauna of the Revillagigedo Islands. *Auk* 15: 311-318.
- Arrieta JJ (1996) Sistema Informativo Oceanográfico del Archipiélago de Revillagigedo, como una alternativa para su conservación. Informe Técnico. Dirección General de Oceanografía Naval, Instituto Oceanográfico del Pacífico, Secretaría de Marina. Manzanillo, Colima, México.
- Barrientos L (1990). La Langosta Centroamericana (*Schistocerca piceifrons* Walker, 1870) (Orthoptera: Acrididae) plaga mayor de la agricultura en el sureste de México y Centroamérica. Impacto y significancia. *Biotam* 2: 31-37.
- Barrientos L, Pereira E & Hernández V (1999) The locust problem in Mexico. *Annals of the Entomological Society of America* 60: 468-477.
- Begon M, Harper JL & Townsend CL (1999) *Ecología. Individuos, Poblaciones y Comunidades*. 3a Edición. Omega, Barcelona. 1148 pp.
- Brattstrom BH (1990) Biogeography of the islas Revillagigedo, México. *Journal of Biology*. 17: 177-190.
- Cano Z, Castellanos I, Mora M, Paniagua M, Tovar E, Castillo JL & Camacho E (2005) *Ecología e Historia Natural de Schistocerca americana socorro y S. piceifrons piceifrons en isla Socorro, México*. Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (U.N.A.M.) 131 pp.
- Cano Z & Meave J (1996) Sucesión primaria en derrames volcánicos: el caso del Xitle. *Ciencias* 41: 58-68.
- Chapman R F (1976) *Biology of Locust*. Camelot. London 721 pp.
- Dirsh VM (1974) Genus *Schistocerca* (Acridomorpha, Insecta). Dr. W. Junk V. B. Publishers. The Hague, Switzerland.

- Hanna GD (1926) Expedition to the Revillagigedo Islands, Mexico, in 1925. *Proceedings of the California Academy of Sciences, Series 4* 15: 1-113.
- Harvey AW (1981) A reclassification of the *Schistocerca americana* complex (Orthoptera: Acrididae). *Acrida* 10: 61-77.
- Harvey AW (1983) *Schistocerca piceifrons* (Walker) (Orthoptera: Acrididae), the swarming locust of tropical America: a review. *Bulletin of Entomological Research* 73: 171-184.
- Holling CS (1959) Some characteristics of simple types predation and parasitism. *Canadian Entomologist* 91: 385-398.
- Jiménez ML, Tejas A & Aguilar R (1994) Los artrópodos terrestres. En: Ortega-Rubio A & Castellanos-Vera A (eds) *La Isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, México*. pp. 153-183. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste S.C. Baja California Sur, La Paz, México.
- Jiménez RL (1973) Contribución al estudio de los lípidos de *Schistocerca paranensis*. Tesis Profesional, Químico Farmacéutico Biológico. Facultad de Química. U.N.A.M., México. 73 pp.
- Ortega-Gutiérrez F (1981) Xenolitos litosféricos en volcanitas cenozoicas de México: Resultados preliminares (Resumen), Manzanillo, Colima. *Unión Geofísica Mexicana, Memorias*: A6-A7.
- Ortega-Gutiérrez F & Sánchez-Rubio G (1985) Xenolitos plutónicos de la Isla Socorro, Archipiélago Revillagigedo. *Universidad Nacional Autónoma de México, U.N.A.M. Instituto de Geología* 6: 37-47.
- Palacios-Vargas JG, Llappallas J & Hogue CL (1982) Preliminary list of the insects and related terrestrial Arthropoda of Socorro Island, Islas Revillagigedo, Mexico. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences* 81: 138-147.
- Serra S (1971) Hurricanes and Tropical storms of the west coast of México. *Monthly weather review* 99: 302-308.
- Skaf R, Popov GV & Roffley J (1990) The desert locust: an international challenge. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 328: 525-538.
- Song H (2004) The origin of the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forskål) (Orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae). *Proceedings of the Royal Society of London B* 271: 1641-1648.
- Southwood TRE (1978) *Ecological Methods*. Chapman Hall, London 165 pp.
- Trujillo GP (1975) El Problema de la Langosta *Schistocerca paranensis* Burm. *Sociedad de Geografía y Estadística de Baja California, México*. 151 pp.
- Uvarov B (1966) *Grasshoppers and Locusts: A Handbook of General Acridology*. Anti-Locust Research Centre, London. 481 pp.
- Uvarov B (1977) *Grasshoppers and Locusts: A Handbook of General Acridology*. Volume 2. Centre of Overseas Pest Research, London. 613 pp.
- Vázquez L (1960) Observaciones sobre los artrópodos. En: Adem J, Cobo E, Blázquez L, Miranda F, Villalobos A, Herrera T, Villa B, & Vázquez L (eds). *La Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo* 217-234 pp. *Monografías del Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, U.N.A.M. México, D.F.*