

## **Parte Primera**

### **Capítulo 3. Descripción general de las langostas migradoras**

a) Sir Boris Uvarov, padre de la Acridología

Los primeros pasos para el control internacional de las plagas se produjeron durante la segunda década del siglo XX gracias al Instituto Internacional de Agricultura, y bajo su organización tuvo lugar una primera reunión en el año 1921 con el fin de luchar conjuntamente contra el insecto.

Posteriormente, las Conferencias Internacionales que significaron un desarrollo definitivo de los planteamientos para atajar las plagas sistemáticas se produjeron como consecuencia de las invasiones intensas de langosta que se produjeron en África a partir del año 1928 (ver Parte Segunda, capítulo 2. Las plagas langosta contemporáneas, artículo i. Las Conferencias Internacionales. Concienciación mundial del problema).



Coincidiendo con estas reuniones, y las que se produjeron posteriormente, apareció una numerosa cantidad de literatura sobre el tema. Y en este sentido es imprescindible mencionar el trabajo de Boris Petrovich Uvarov<sup>1</sup> (1888-1970), descubridor de las fases de las langostas migratorias, y considerado como el padre de la Acridología.

Uvarov (Imagen nº 14) nació el día 5 de noviembre del año 1888 en Uralsk, ciudad que bordea el río Ural, en la provincia del actual Kazajstán, al sudeste de Rusia. Fue el tercer hijo de una familia de clase media en la que el padre trabajaba como empleado en el Banco Nacional.

La familia acostumbraba a pasar los fines de semana en el campo, haciendo numerosas excursiones; allí Uvarov empezó muy pronto a coleccionar insectos y a dibujarlos con gran perfección, de manera que sus profesores de la escuela de Agricultura lo animaron para que siguiese con esta afición.

A los quince años entró a estudiar en la escuela de minería de Ekaterinoslav, y muy pronto accedió a la Universidad de San Petersburgo, donde entró en contacto con la Sociedad Rusa de Entomología, cuyos miembros se reunían cada lunes y se leían sus trabajos una vez al mes.

Gracias a esta Sociedad, a Uvarov le permitieron visitar la sección de entomología del Museo de Zoología de la Academia de las Ciencias. Allí, y tras haber leído un libro que se había publicado recientemente en San Petersburgo que trataba sobre especies del orden Orthoptera en el Imperio Ruso, Uvarov descubrió su pasión por la taxonomía de estos insectos.

El diploma que acreditaba sus estudios lo consiguió con un trabajo sobre los ortópteros recogidos en la provincia de Uralsken, que pertenecían a la colección que había empezado durante las vacaciones de verano.

Una vez licenciado se casó, y a continuación fue contratado como entomólogo por la Compañía Estatal “Corona del algodón” en Merv, en el actual Turkmenistán, cerca de la

---

<sup>1</sup> La reseña biográfica de Uvarov se encuentra en este mismo capítulo.

frontera con Afganistán, regresando un año después a San Petersburgo para trabajar en el Departamento de Agricultura.

Con 23 años fue nombrado director de la Oficina Entomológica de Stavropol, un lugar situado al nordeste del Mar Negro, conocido por ser un lugar de puesta habitual de *Locusta migratoria* y *Dociostaurus maroccanus*, dos de los más devastadores insectos de la agricultura rusa.

Durante sus trabajos de campo Uvarov mezcló en los mismos lugares langostas inocuas al lado de langostas devastadoras, y también especies que parecían una forma intermedia entre las otras dos. Estas observaciones le sirvieron como fundamento para la teoría que posteriormente revolucionaría la entomología. Pero la idea era tan radical que la mantuvo en silencio hasta que desarrolló y confirmó sus sospechas, lo cual hizo en los siguientes diez años.

La vida en Rusia se estaba deteriorando como consecuencia de la subida al poder de Vladimir Lenin, y Uvarov, que había sido educado durante el reinado de los zares, sufrió las persecuciones del nuevo régimen soviético. En el año 1919 fue enviado a la ciudad de Tiflis, en el estado de Georgia, lejos de los centros de poder, lo que significó para él una especie de exilio.

Fue nombrado encargado del Museo Estatal de Entomología y Zoología de Georgia, y profesor en la Universidad Estatal de Tiflis. Este puesto de trabajo lo situaba en una posición razonablemente respetable, si no fuera por el hecho que se encontraba en provincias y que su origen ruso no era bien visto, pues el nacionalismo georgiano era muy fuerte.

El mismo año que Uvarov llegó a Tiflis, la armada Británica<sup>21</sup> ocupó esa misma ciudad, como parte integrante de una Intervención Aliada que daba soporte a la autonomía georgiana y que le permitía tener acceso al petróleo transcaucasiano.

La presencia del ejército extranjero irritaba a los soviéticos, pero fue una bendición para Uvarov, que ya empezaba a sufrir grandes penurias, pues no cobraba el salario de forma regular y antes de entrar a trabajar en el Museo o la Universidad a menudo tenía que ir al mercado municipal y tratar de vender la comida cocinada que habían preparado en su casa con este fin.

Los Georgianos lo consideraban un ruso invasor y los soviéticos lo despreciaban por formar parte de la élite intelectual del desaparecido Imperio Ruso.

Uvarov tuvo la fortuna de hacer amistad con Patrick A. Buxton, un oficial británico que tenía buena comunicación con su Gobierno, y consiguió que un año más tarde Uvarov recibiera la propuesta para ir a trabajar a Londres, en la Oficina Imperial de Entomología. Uvarov no se lo pensó dos veces: en el año 1920 marchó a Inglaterra con su mujer y su hijo y no volvió a Rusia hasta casi cincuenta años más tarde.

---

<sup>2</sup> Tras la Revolución rusa del año 1917 y la subida al poder de Lenin, se produjo una guerra civil entre los bolcheviques comunistas, llamados “rojos” y los moderados llamados “blancos”. La Primera Guerra Mundial aún no había terminado y los estados aliados no querían que las tropas soviéticas comunistas pudieran perjudicar sus variados intereses: por un lado, el temor que Japón pudiera crear un imperio al este de Rusia, por otro defender las numerosas empresas armamentísticas que los aliados habían mandado al ejército zarista para luchar contra Alemania, y finalmente asistir al ejército “Blanco” para derrocar al régimen bolchevique e incorporar de nuevo a las tropas rusas en la guerra contra Alemania.

La intervención aliada se orientó en cuatro frentes: en los puertos del norte en el Mar Blanco; en los puertos del sur en el Mar Negro; en la región del Caspio y del Cáucaso, y en el lejano este.

Aunque Uvarov fue bien recibido por los círculos sociales británicos, tuvo problemas en el aprendizaje del idioma inglés, y nunca se adaptó plenamente a las costumbres inglesas. De todas formas, siempre fue respetado y admirado por su gran inteligencia y vitalidad.

Las comunicaciones diversas que mantenía con un colega en Sudáfrica que trabajaba con langostas africanas, Jacobus C. Faure, lo afirmó en la idea que ya había tenido en el norte del Cáucaso diez años atrás. Y entonces se decidió a publicar en una de las más antiguas y distinguidas publicaciones entomológicas, el *Bulletin of Entomological Research*, el artículo titulado “*A revision of the genus Locusta with a New Theory as to the Periodicity and Migrations of Locusts*” (Una revisión del género *Locusta* con una Nueva Teoría, y sobre la Periodicidad y Migraciones de las Langostas).

En las veintinueve páginas que comprendía el artículo, Uvarov escribió lo que se llama *revisión taxonómica* en biología, en la que los nombres de género y especie pueden sufrir modificaciones en función de su correcta asignación.

Uvarov empezaba su estudio diciendo que “*la literatura sobre los problemas económicos, la biología y especialmente la manera de controlar esta langosta es enormemente extensa, pero al mismo tiempo, su sistemática plantea una considerable confusión y existen unas opiniones extremadamente contradictorias entre los especialistas sobre las mutuas relaciones de las llamadas especies diferentes*”.

Su particular exposición la hizo sobre dos especies en las que no había ninguna duda a la hora de reconocerlas: *Locusta danica* y *Locusta migratoria*.

La primera especie era un “saltamontes” que llevaba una existencia solitaria, que no ocasionaba destrozos a los cultivos y con una apariencia claramente distinta a la segunda especie, la cual se juntaba en gran número, maduraba formando enjambres y era la causa de terribles devastaciones en Asia Central.



*Locusta migratoria var. danica*  
Martorelles (Vallès Oriental – Cataluña)  
Capturado en VII-1930  
(Det. et in Col. Xavier Jeremías)  
Fotografía realizada por Dolors Mateo  
(Imagen nº 6.2)

La ecología de las dos especies era completamente divergente. *Locusta danica* se encontraba en distintos hábitats, incluso en pastos secos, mientras que *Locusta migratoria* estaba restringida en los valles del Mar Caspio, Mar de Aral y el lago Balkash (actuales Repúblicas de Turkmenistán, Uzbekistán y Kazajistán). La langosta se criaba en los deltas de los ríos, y de estos lugares salían los inmensos enjambres que arrasaban los fértiles cultivos de la región.

Las apariencias anatómicas de las dos especies parecían tener poco en común. *Locusta danica* es de un color verdoso muy vivo, mientras que *Locusta migratoria*, aunque muy variable, es a menudo negra y roja, tirando a naranja. Las hembras de *Locusta danica* son mucho más grandes que los machos, mientras que en *Locusta migratoria* los dos sexos tienen un tamaño similar.

Uvarov también se dio cuenta que el cuerpo de *Locusta migratoria* estaba muy bien preparado para volar, con unas alas impresionantemente alargadas y el cuerpo lleno de sacos aéreos, muy similares en este aspecto a las descripciones que habían hecho entomólogos norteamericanos sobre la especie Rocky Mountain Locust, *Melanoplus spretus*<sup>3</sup>, lo cual sin duda se repetiría en otras langostas migradoras.

Cuando Uvarov llegó el año 1912 a Stavropol, una ciudad situada entre el Mar Caspio y el Mar Negro, vio enjambres de *Locusta migratoria* que asolaban la región<sup>4</sup>. Cuando al año siguiente vio las langostas como incubaban, encontró que la población de *Locusta migratoria* y *Locusta danica* estaba mezclada, hizo un gran descubrimiento, pues el año 1912 no estaba presente ninguna *Locusta danica* en los enjambres. Parecía que *Locusta migratoria* se hubiera transformado en *Locusta danica*, y enseguida se dio cuenta que el proceso al revés también era posible; es decir, que *Locusta danica* se transformara en *Locusta migratoria*.

---

<sup>3</sup> Ver capítulo siguiente, 4. La especies migradoras más peligrosas, artículo e) Subfamilia Melanoplinae.

<sup>4</sup> La zona citada por Uvarov en Rusia fue históricamente afectada por plagas de langosta *Locusta migratoria* que la devastaban de forma sistemática. El autor francés Jules Künckel d'Herculais <sup>\*16b</sup>, de quien hablaremos seguidamente, nos relaciona la serie de plagas que se sucedieron durante la primera mitad del siglo XIX, y también anteriormente, en toda esta zona. Künckel nos dice que “*en el sur de Rusia también ha habido plagas de langosta, y desde principios del siglo XIX han sido observadas en los años 1800, 1801, 1803, 1812-1816, 1820-1822, 1829-1831, 1834-1836, 1844, 1847, 1850, 1851, 1859-1861. En todos los casos se trata de la langosta viajera, Pachytylus migratorius o Oedipoda migratoria, a la cual hay que asignar por patria numerosos lugares, como la Tartaria, Siria, Asia Menor y el sur de Europa. En Rusia central aparece ocasionalmente, en lugares dispersos, solo durante los otoños y primaveras muy calurosas.*

*En 1650 una nube de langostas entró en Rusia\*; esta nube se dispersó enseguida en Polonia y el sur de Lituania. Estos insectos invadieron estas dos últimas regiones en multitudes tan exageradas que el cielo se oscureció y la tierra quedó completamente repleta de ellas. En algunos distritos se las encontró muertas y amontonadas unas sobre otras; en otros lugares cubrían la superficie del suelo como si se tratara de un trapo negro. Los árboles se torcían bajo su peso, y el daño que sufrió el país fue incalculable.*

*Se han encontrado también enjambres aislados en Suecia, Inglaterra y Escocia. En Inglaterra cundió la alarma en el siglo XVIII por la aparición de las langostas; un número considerable de estos insectos la visitó el año 1748, pero afortunadamente murieron sin poderse reproducir.*

*El límite septentrional de la extensión de Acridium migratorium se extiende desde España hasta el norte de China, a través del sur de Francia, Suiza, Baviera, Turingia, Sajonia, Polonia, Volhinia, Rusia meridional y el sur de Siberia”.*

El resto ya lo sabemos: acuñó un nuevo término, las fases, determinando que *Locusta danica* era la fase solitaria, y *Locusta migratoria* la fase gregaria, manifestaciones las dos de una misma especie.

Cuando Uvarov empezó a trabajar en el Instituto de Entomología de Londres a partir del año 1920, también empezó a estudiar el comportamiento de la langosta migratoria africana, y en el libro publicado en el año 1928, *Locusts and Grasshoppers*, de obligada referencia para los estudiosos del tema, Uvarov explicaba que el cambio de color y de tamaño de esta especie se producía antes que llegara a formar parte del enjambre, y quedó definitivamente establecido que la langosta del desierto pertenecía a una única especie, *Schistocerca gregaria*, la cual podía adoptar dos formas diferentes, como en *Locusta migratoria*; lo que sucedía era que ciertas langostas tenían dos fases: en una de ellas eran insectos solitarios y localizados, y en otra fase eran gregarios, listos para formar enjambres y emigrar. Las fases de algunas langostas tomaban un aspecto tan particular que también en este caso habían sido descritas como especies diferentes.

Durante los años normales, las langostas mantenían su fase solitaria, generalmente sin hacer grandes destrozos de los cultivos disponibles en el entorno. Pero en algunos años húmedos, no todos, se desconoce en qué momento, las poblaciones empezaban a crecer en sus áreas de crianza habituales. Este incremento era suficiente para causar una gran concentración en unos lugares donde la alimentación era escasa, normalmente zonas desérticas o semidesérticas.

En hábitats donde había más vegetación, como prados y pastizales, los períodos de concentración coincidían cuando los períodos de lluvia y crecimiento de vegetación eran seguidos por períodos de sequedad, en los que la falta de alimentación hacía que la concentración volviera a aumentar.

En cualquier caso, la fase gregaria de los insectos es accionada por el sistema endocrino, lo cual puede comprobarse al analizar los productos químicos contenidos en sus excrementos y por el desorden frecuente que muestran los pelos minúsculos de sus patas traseras.

Aunque externamente no se perciban cambios las hembras ponen los huevos de forma concentrada, y éstos ya están bioquímicamente predisuestos a convertirse en larvas más bien gregarias; y esta predisposición se demuestra cuando se ven todas juntas en busca de vegetación, ya sea por causa de una superpoblación o porque empieza el período de sequía. Los roces y choques constantes entre los individuos, y el olor de sus heces continuaban induciendo a los cambios endocrinos para completar la transformación de la langosta en su fase migratoria.

Los cambios en la morfología de los insectos, como el alargamiento de las alas, o en el comportamiento, como la tendencia a juntarse, y en la fisiología, como el retardo en la maduración de los huevos a la espera de tiempos propicios, preparan a la especie para una futura emigración. Para las langostas, la concentración significa hambre, y la migración hacia un lugar desconocido es preferible a la muerte asegurada por inanición.

De todas maneras, el proceso de transformación es totalmente reversible. Si la densidad de población disminuye, ya sea porque el enjambre ha sido dispersado o porque ha habido una gran mortandad entre los individuos que la componen, las señales que inducen al cambio hacia una fase gregaria disminuyen, y una vez eclosionados los huevos puestos por los adultos, las larvas tienden a disociarse y a volver a los comportamientos solitarios, en los cuales es difícil que un individuo se encuentre con otro y empiece a interactuar.

Uvarov se dio cuenta enseguida que su teoría podía permitir el control de las plagas de langosta, pues con una estrategia de control preventivo podía detectarse en qué momento y en qué lugar empezaba a producirse el cambio de fase en una población determinada. La teoría de las fases de las langostas cambió radicalmente la vida de Uvarov, que se convirtió en una de las figuras más importantes de la entomología del siglo XX, desarrollando el Centro de Búsqueda Anti-Langosta y creando la Unidad de Control de las langostas a través de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de la Naciones Unidas, la FAO, responsable hoy en día de hacer los seguimientos pertinentes para prevenir las plagas.

En el año 1961 el Gobierno le otorgó el título de Caballero del Imperio Británico en agradecimiento a sus brillantes servicios a la ciencia. Sir Boris Uvarov dejó un enorme legado compuesto por más de 7.000 publicaciones científicas que se extendían desde los años 1950 hasta 1970. La publicación de estos artículos en dos volúmenes constituyen el “corpus” que sirve para sintetizar la ciencia conocida como Acridología, un término acuñado por Uvarov con el que se hacía referencia al estudio de las langostas migradoras pertenecientes a la familia Acrididae, las responsables de las terribles plagas.

Otras obras relevantes de Uvarov fueron las siguientes: *Entomologic Orthoptera. Notes on the Orthoptera in the British Museum. Transactions of the Entomological Society of London.* (London, 1921); *The locust outbreak in Africa and western Asia in 1934-1936 and 1937.* HMSO. (London, 1935); *Recent advances in Acridology. Anatomy and Physiology of Acrididae. Transactions of Royal Entomological Society. Volume 99, part 1.* (London, 1948); *Grasshoppers (Orthoptera, Acrididae) of Angola and Northern Rhodesia, collected by Dr. Malcolm Burr in 1927-1928. Companhia de Diamantes de Angola (Diamang), Serviços Culturais (Lisboa, 1953); Grasshoppers and locusts : a handbook of general Acridology. Published for the Anti-Locust Research Centre. Cambridge, 1966.*

El texto reseñado sobre la nube de langostas que afectó Rusia en el año 1650 precede a la imagen siguiente (nº 10.3) en el libro de Jules Künckel d’Herculais titulado *Les merveilles de la Nature*, en donde se muestra la lucha llevada a cabo por los habitantes de una pequeña población afectada por una invasión de langostas (probablemente *Locusta migratoria*). En realidad, el autor de la ilustración es Oskar Schmidt y pertenece a la obra de Alfred Edmund Brehm, *Illustriertes Thierleben* (ver nota en biografía de Künckel d’Herculais).



## b) Estadios del comportamiento migratorio

Como ya hemos visto, las invasiones generalizadas de langostas se producen después de una serie de circunstancias en el curso de las cuales los individuos aumentan espectacularmente su número poblacional. A continuación trataremos las etapas de una plaga, llamados “estadios del comportamiento migratorio”. Se basan sobre todo en las observaciones realizadas sobre *Schistocerca gregaria*, la langosta mejor estudiada por ser la responsable de las grandes plagas actuales, aunque el proceso podría aplicarse a cualquier langosta migradora.

La invasión empieza siempre durante un período calmado, llamado de remisión, seguido por resurgencias localizadas y posteriormente por recrudescencias, a partir de las cuales se puede producir una plaga generalizada, desapareciendo por causas diversas, y volviendo de nuevo a un período de remisión.

Desde el año 1860 se han producido nueve invasiones generalizadas de *Schistocerca gregaria* y once recrudescencias mayores, interrumpidas por períodos de remisión y de resurgencias localizadas.

### Remisiones

En etapas normales las langostas están presentes en zonas áridas o semiáridas, sus lugares habituales de puesta, relativamente alejados de las principales regiones agrícolas, en densidades muy bajas. En este estado no provoca desgastes significativos a los cultivos, y las bandas larvarias<sup>5</sup> y los enjambres son escasos o totalmente ausentes.

Estos períodos son llamados de remisión, y el área ocupada es llamada con el mismo nombre, área de remisión, o zona gregarígena, o de puesta permanente (“air gregarigène” en francés o “out break zone” en inglés).

En estas regiones los individuos se reproducen en su fase solitaria. Dependiendo de la especie, pueden ocupar enormes extensiones de terreno de muy difícil acceso; en el caso de *Schistocerca gregaria* pueden abarcar hasta 16 millones de kilómetros cuadrados.

### Resurgencias

Una resurgencia se produce cuando el número de individuos aumenta de forma continuada durante diversas generaciones, se concentran, se multiplican y se gregarizan en su comportamiento y en su aspecto físico.

Este proceso solo puede producirse cuando hay una época excepcionalmente húmeda y las lluvias caen en abundancia en las zonas gregarígenas, habitualmente secas. De todas maneras, esta no es una causa-efecto, y no siempre se repite este fenómeno de transformación cuando se suceden las mismas condiciones climáticas. Se desconoce el motivo por el cual se inicia el cambio físico y el momento exacto en el que éste ocurre.

---

<sup>5</sup> Se entiende por banda larvaria aquella concentración elevada de individuos que están en las fases iniciales de su crecimiento, llamada fase larval (dependiendo de la especie y de las condiciones climáticas podemos encontrar en la misma banda ejemplares en diferentes estadios de la fase larval). Las larvas, llamadas “saltones”, se caracterizan por su forma áptera, es decir, sin alas, y su desplazamiento se produce andando o saltando, formando las “manchas” sobre el terreno por donde se desplaza.

Un enjambre estaría constituido por los individuos que formaban las bandas y que, una vez han sufrido la última muda, o muda imaginal, se convierten primero en adultos inmaduros, o imagos, y posteriormente en adultos maduros. Siempre son individuos alados cuyos desplazamientos se realizan volando, llegando a invadir regiones muy alejadas de su lugar de nacimiento.

Durante las primeras etapas de una resurgencia, la mayor parte de la población está a menudo dispersa en densidades muy menores a las densidades gregarias. Aparecen pequeñas bandas larvales y se desarrollan pequeños enjambres que pasan desapercibidos, disimulados entre la vegetación.

Aunque una resurgencia está a menudo localizada y limitada a ciertos hábitats de reducidas dimensiones, normalmente alejados de los centros habitados, si no hay un control efectivo por parte de los servicios de lucha “anti-plaga”, la resurgencia puede extenderse y conducir a la formación de bandas y de enjambres.

Las invasiones no se producen de forma inmediata. Son necesarios diversos meses en buenas condiciones de reproducción y de actividad gregaria creciente antes que se desarrolle una resurgencia, localizada en uno o varios países.

### Recrudescencias

Las recrudescencias son el resultado de distintas reproducciones sobre diversas generaciones que en un principio formaban parte de una población poco numerosa; esto es, sucesivas resurgencias culminadas con éxito. En cada nueva generación, la parte de la población que se reagrupa en bandas y enjambres aumenta en detrimento de los ejemplares dispersos que aún se mantienen en fase solitaria; es decir, son más numerosos los individuos gregarios y en fase de transición.

A medida que la recrudescencia se asienta, tienen lugar las migraciones de los alados de una zona de reproducción a otra, pudiendo producirse más de una recrudescencia en el mismo instante pero en regiones distintas.

Hay muchas recrudescencias que se han detenido a tiempo y no se han convertido en invasiones mayores, y en el caso de *Schistocerca gregaria*, de las seis recrudescencias que se han producido desde el año 1970, solamente una se ha convertido en invasión generalizada.

Detener una recrudescencia puede ser el resultado de una combinación de diversos factores, desde la mala repartición de las lluvias o un descenso de las temperaturas que conlleve a situaciones desfavorables para la reproducción; la migración de los individuos alados hacia zonas en las cuales no pueden sobrevivir, como mares o desiertos; o las operaciones de lucha y exterminio llevadas a cabo por el hombre.

No ha habido ocasión de conocer a fondo la manera cómo se producen las recrudescencias, pues han empezado a estudiarse en fecha relativamente reciente. Su inicio parece tener lugar, curiosamente, en zonas donde las reproducciones en etapas de remisión no son habituales. Por tanto podría deducirse que las zonas de remisión podrían no ser las zonas más importantes donde se producen las etapas de recrudescencia.

### Invasiones generalizadas

Se habla de invasión generalizada cuando persisten importantes concentraciones de individuos sobre vastas extensiones de territorio bajo la forma de bandas y de enjambres. Estos periodos pueden durar desde un año hasta diversos años, cuando existen condiciones propicias para la reproducción y cuando las operaciones de lucha no consiguen frenar la evolución de una serie de resurgencias locales que acaban convirtiéndose nuevamente en recrudescencias.

Durante el siglo XX se han producido seis invasiones generalizadas de *Schistocerca gregaria*, y una de ellas duró cerca de 13 años. La zona cubierta por las invasiones

generalizadas de esta especie afecta a cincuenta y siete países y se extiende a lo largo de 29 millones de kilómetros cuadrados, casi del doble de la superficie ocupada por la misma especie en etapa de remisión.

### Decadencia

Las invasiones generalizadas suelen debilitarse debido a diversos factores. Por un lado tenemos las causas naturales: el descenso de la temperatura media impide la maduración de los huevos y reduce la actividad frenética de larvas y adultos; la mala repartición de las lluvias en una zona donde la reproducción es habitualmente efectiva evita el paso final de imago a maduro sexual (ver más adelante “Ciclo completo: huevo, larva y adulto”). Así por ejemplo, cuando en el año 1955 no se produjo en la región oriental del cuerno de África la estación de las llamadas pequeñas lluvias, tuvo lugar una primera interrupción en la presencia de poblaciones gregarias que afectaban la zona desde el año 1950.

Otra causa que posibilita la decadencia de la plaga es la migración hacia zonas donde ni los alados ni su descendencia pueda volver o reproducirse. Un ejemplo espectacular fue la migración transatlántica de los enjambres en el mes de octubre y noviembre del año 1988 (ver Parte Segunda, capítulo 1. Langostas y plagas de langosta a través de la historia, artículo c.vi Enjambres en el mar).

La intervención humana en la lucha contra la langosta juega igualmente un papel muy significativo y fundamental. Pero la acción del hombre contra las plagas de langosta pertenece a otro capítulo.

c) Ciclo completo: huevo, larva y adulto. Formación de Bandas y Enjambres

Para comprender mejor el proceso completo que antecede a una migración de langostas desde su nacimiento hasta su vuelo y reproducción, me he servido de las magníficas observaciones relatadas por el entomólogo francés Jules Künckel d'Herculais <sup>\*16b</sup>, testigo de excepción de las plagas de langosta causadas por la especie *Dociostaurus maroccanus* y *Schistocerca gregaria* que se sucedieron en Argelia a finales del siglo XIX.

Los resultados de esta misión se publicaron en *Les Acridiens et leurs invasions en Algérie. Rapport adressé à M. Le gouverneur général. (L'Algérie agricole, n° 175, juin 1888)*. El artículo que incluyó a continuación se ha recogido de la publicación aparecida el año 1888 en la revista *La Nature* <sup>\*17b</sup>, bajo el título *Les Acridiens en Algérie. Le Stauronotus maroccanus et ses déprédations*.

*“Se sabe que cada puesta de huevos da origen al nacimiento de un ejército compuesto por miles de soldados; si imaginamos que un número inmenso de estos ejércitos van a la búsqueda de las cosechas en cuanto salen del huevo, si somos conscientes que estos migradores tienen aún más hambre que la de los soldados de nuestros ejércitos, pues no tienen suficiente alimento con la ración diaria, ya que están obligados a comer no solo para mantener sus fuerzas sino para crecer continuamente, uno podrá hacerse una idea de la inmensa cantidad de alimentos que devoran durante toda su ruta con el fin de satisfacer su hambre insaciable. Siguiendo el estilo de una crónica militar, podríamos seguir el día a día de un cuerpo de este ejército y veremos sus evoluciones:*

*Estamos en el mes de abril, y el sol empieza a calentar la tierra, y en un lugar árido donde hubo una puesta de huevos el año anterior, ocupando una extensión de entre 50 y 400 metros cuadrados, salen de tierra, de golpe, miles de pequeños seres blancos y débiles de 3 a 4 milímetros de largura; bajo la acción de la luz, enseguida toman un color marrón; la tierra parece cubrirse de innumbrables puntos negros. Podríamos calcular que en cada mancha negra de 50 metros cuadrados de superficie podría haber alrededor de veinticinco millones de jóvenes Acridios.*

*Pasan seis días, y los pequeños y delicados seres han cogido cierta fuerza; el hambre se hace sentir, y se empiezan a poner en movimiento, con método y con una regularidad continuada; no marchan en columnas, a la manera de las hormigas o de nuestros ejércitos; avanzan formando un frente común de una extensión más o menos considerable, dibujando una larga línea sinuosa que allana todas las desigualdades del suelo.*

*Entonces nos damos cuenta que estos pequeños seres van caminando y saltando dirigiéndose todos hacia la misma dirección, sin que nadie les marque el sentido de la marcha.*

*Sin duda están dirigidos por un sentido que no podemos entender; dejando las montañas áridas y las colinas secas, marchan rectos, recorriendo cada día una etapa regular hacia los campos de cereales que les ofrecerán un buen ágape.*

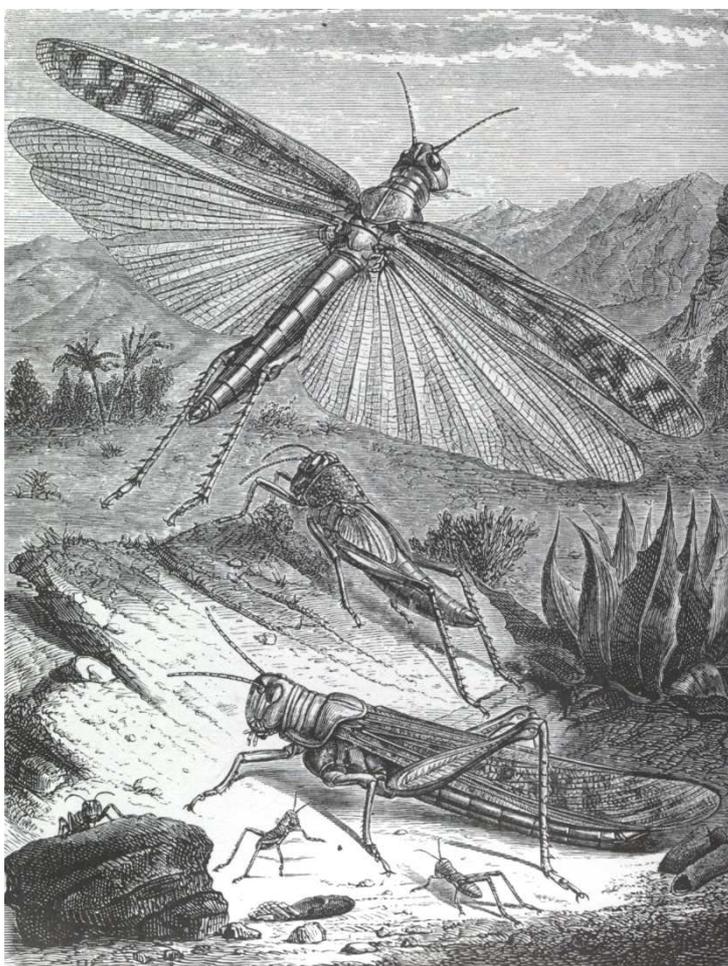
*Camina desde las nueve de la mañana hasta las tres o las cuatro del mediodía; y avanzan alrededor de 100 metros por día; se paran si una nube les tapa el sol, y suspenden completamente la marcha si el sol está tapado, o si se produce un descenso de la temperatura, o si empieza a llover.*

*A lo largo de la ruta devoran las mil pequeñas plantas salvajes que encuentran por doquier, no dejando detrás de ellos más que las rocas o la arena. Pero estos vegetales*

no son suficientes para su insaciable voracidad; la mano del hombre les ha preparado campos verdes de avena y trigo, donde acuden a comer tanto como quieran.

Sufren cinco mudas de forma sucesiva, y cada vez son más ágiles y vigorosos. En quince días o tres semanas, llegan a la mitad de su desarrollo, y llegan a medir 1,5 centímetros de largura. Después de la quinta muda, es decir, cuarenta días después de haber nacido, ya miden 2 centímetros; el frente del ejército ya se extiende considerablemente. Si el sol está en el horizonte, pueden marchar saltando de 100 a 110 metros por hora; y se ha podido comprobar que en el espacio de doce días, desde el 21 de mayo hasta el 2 de junio, habían recorrido hasta 16 kilómetros.

Ahora llega el momento que más interesa para seguir las evoluciones de los Acridios. Una vez se empieza a ver la larga y espesa línea negra un poco ondulada, que se dibuja en el frente de la invasión se escucha enseguida un ruido muy particular, que recuerda el que hace un rebaño de corderos cuando se ve de lejos; el ejército ya llega delante nuestro; pasa rápidamente, y ocupa el campo de avena por todos lados a plena satisfacción.



Es sorprendente ver a los Acridios subiendo con agilidad a lo largo de los tallos; hay cinco de ellos, a veces más, todos suspendidos sobre una espiga, hasta que los tallos ceden bajo la carga. Aproxímense y verán: nuestra presencia no les incomoda lo más mínimo y siguen comiendo sin parar; en dos mordiscos ya han conseguido abrir el envoltorio protector, y los granos todavía tiernos son devorados de forma glotona.

Los individuos que llegan tarde al festín son los que devoran los restos caídos al suelo y las hojas más bajas. En unas horas la plantación de avena, rica en esperanzas para los labradores del contorno, ha desaparecido. Sólo quedan las cañas como lúgubres testimonios.

El ejército lo ha devorado todo a su paso; ha marchado durante 50 ó 55 días devorando todo lo que se le ponía por delante, y no se para jamás.

Imagen nº 10.2. Recogida en *Animals. 1419 Copyright-Free Illustrations of Mammals, Birds, Fish, Insects, etc. A pictorial Archive from Nineteenth-Century Sources* (se desconoce la obra original de la ilustración).

Pueden verse las distintas fases por las que pasa una langosta (probablemente *Schistocerca gregaria*), desde las larvas más jóvenes hasta el último estadio, cuando empiezan a aparecerles las alas, y los adultos alados, en reposo y en vuelo.

*Los soldados descansan de sus fatigas, ya que han llegado al final de su existencia terrestre; ahora vestirán un nuevo uniforme para recorrer el segundo ciclo de su evolución; de golpe se parte su tegumento sobre la espalda, dejando en su parte trasera las ropas rasgadas, aparecen nuevamente provistos de alas. Ahora ya pueden desplazarse caminando, saltando y, dejando la tierra, empezar a volar.*

*En esta fase también se manifiesta este sorprendente espíritu de asociación que fuerza a los acridios a vivir en grupo; se los ve durante unos ochos días volar de aquí para allá, y de golpe, agrupados en enjambres inmensos, volar a grandes alturas cubriendo incluso el sol; hacia el atardecer vuelven a bajar a tierra para pasar la noche, volviendo a marchar cuando amanece.*

*Tan pronto como encuentran una inclinación en la montaña, mirando al este o al sur, sobre un altiplano; es decir, un territorio favorable para la puesta de sus huevos, hacia allí se dirigen. Entonces empieza la lucha por la puesta. Las hembras no tardan demasiado en sentir la necesidad de procrear. Se las ve corriendo y saltando febrilmente.*

*Es un placer verlas así, preocupadas sobre un mismo lugar, tanteando la tierra con su abdomen y de golpe, una vez escogido el lugar ideal, agujereando el suelo con ardor. La naturaleza ha puesto a su disposición un procedimiento muy singular: el extremo del abdomen lleva unas herramientas perfeccionadas que tienen la apariencia de ganchos, los cuales están maravillosamente adaptados para este trabajo, destinados a separar y agrupar los granos de arena; el hombre nunca ha tenido unos instrumentos tan perfectos ...*

*El agujero que hacen tiene una profundidad de alrededor de cuatro centímetros, y cuando lo tienen hecho, las hembras empiezan a poner sus huevos; a medida que caen los huevos, van secretando un líquido espumoso que los envuelve, y al mismo tiempo tienen la habilidad de recubrir su puesta con una especie de cojín formado por pequeños granos de arena.*

*Así revestidos estos casquetes ovígeros, hundidos en el suelo a 1 ó 2 centímetros por debajo de la superficie, se confunden perfectamente con el terreno que los envuelve, pasando completamente desapercibidos; solamente los árabes son capaces de descubrirlos.*

*Estos casquetes, o ootecas, tienen la forma de pequeños cilindros ligeramente arqueados, con la extremidad inferior redondeada, y con la extremidad superior aplanada. Si abrimos uno de estos casquetes, encontraremos simétricamente alineados treinta o cuarenta huevos de un color ligeramente amarillento. Estamos a finales de junio o a principios de julio, y estos huevos dormirán plácidamente hasta la primavera siguiente, es decir, nueve meses más tarde”.*

Hasta aquí las explicaciones de Künckel d’Herculais sobre el ciclo biológico de *Dociostaurus maroccanus*. Poco más cabe añadir, pues sus observaciones son rigurosamente exactas.

Para describir las cuatro etapas del ciclo biológico de la langosta, es decir: puesta de huevos y eclosión; aparición de larvas y sus distintos estadios; muda imaginal y aparición del adulto inmaduro alado; formación de enjambres y maduración de los individuos, me he servido, como introducción, de los textos de tres autores antiguos, Guillermo Bowles <sup>\*20b</sup>, el propio Jules Künckel d’Herculais y G. T. Carruthers<sup>6</sup>.

### Huevo

El ciclo se inicia siempre igual: llegado el momento oportuno, el enjambre se posa en el suelo, los machos y las hembras copulan, y al cabo de poco tiempo estas hacen su puesta de huevos.

Guillermo Bowles explica así el proceso de la puesta, refiriéndose a la especie *Doclostaurus maroccanus*: “Luego que los huevos han sido fecundados por el macho, busca la hembra un terreno erial y endurecido para depositarlos en él, a fin de que no estén expuestos á que los mueva ó golpée el arado ó el azadón. Aunque caygan millones de Langostas sobre un campo cultivado, no hay que temer que ninguna de ellas deposite sus huevos en él; y si hay un pedazo inculto en aquel parage, por pequeño que sea, allí irán todas á depositarlos. Esta preferencia tan necesaria para la conservación de la especie, se la enseña á la Langosta el olfato, y la perciben por él. Los que no creen esto, será porque no han reflexionado bien la delicadeza de este sentido en los insectos, en las aves y en los animales”.



Imagen nº 11.2. *Locusta migratoria*. Acoplamiento (fase gregaria).  
Fotografía J.F. Duranton (CIRAD)

<sup>6</sup> G.T. Carruthers, *Langostas*, p. 10. Aparece en el libro *Langostas*, de G.T. Carruthers, publicado en 1889, a bordo del barco *Langostas*, proveniente de Egipto. El autor es curioso porque dice que las langostas que

\* Tan sólo hay una especie en Maffat, Escocia, que planta fósiles de



de 1889, *Langostas*, que no de este tipo de langostas.

El autor es curioso porque dice que las langostas que

Imagen nº 11.3. *Locusta migratoria*. Enjambre en plena puesta de huevos.  
Fotografía J.F. Durantón (CIRAD)

*Establecido, pues, que la Langosta se determina por el olfato á depositar sus huevos en la tierra inculta, veamos cómo hace esta operación. Muchas horas y muchos días he pasado en observar el trabajo penoso con que labran sus habitaciones. Empieza la hembra por apartar y extender sus seis patas, clavando las uñas en la tierra, y agarrándose con los dientes á alguna yerba.*

*Despliega luego sus alas para afirmar mejor el pecho contra el suelo, y apoyándose bien con el cuerpecillo, levanta la parte del vientre donde tiene el aguijón, y doblándolo de modo que forma con su cuerpo un ángulo recto, le clava con tanta fuerza, que penetra la tierra mas dura, y aun las pizarras.*

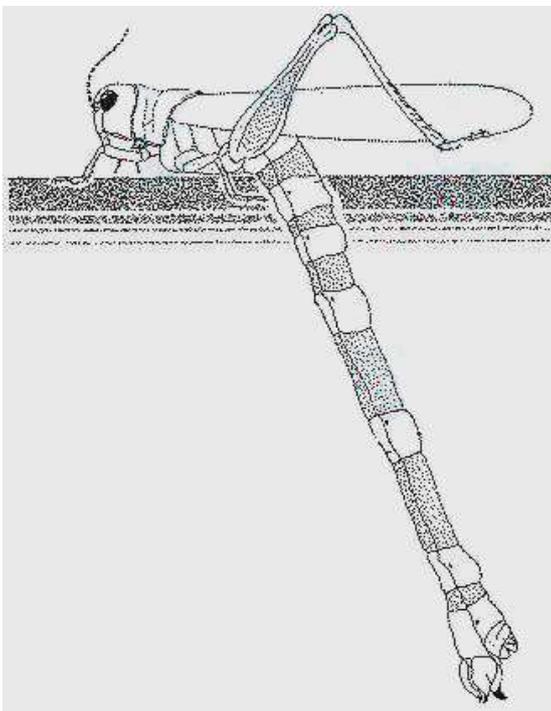


Imagen nº 11.4. Figura 1\* (CIRAD)  
Devove)

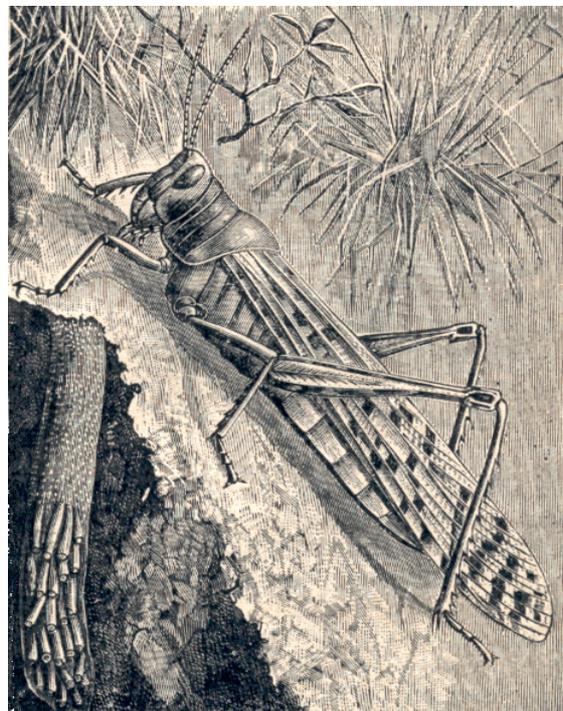


Imagen nº 15. Figura 2\* (Dibujo de L.

\* Figura 1: Extensión máxima del abdomen de una hembra de *Locusta migratoria* en el momento de la puesta (bajo la superficie del suelo). El tiempo empleado para agujerear el terreno puede oscilar entre 20 y 40 minutos; la expulsión de los huevos entre 5 y 10 minutos; tapar y barrer la cubierta arenosa del suelo entre 1 y 2 minutos.

\* Figura 2: Hembra de *Anacridium aegyptium* junto a la ooteca, o vaina, donde se encuentran contenidos los huevos de la puesta.

*Todos los movimientos necesarios para hacer un agujero los puede ejecutar con el instrumento que hemos descrito; pero un mero agujero no basta para el fin, es menester además construir un cañutillo ó cilindro hueco en que depositar los huevos. Acaba este trabajo del agujero en dos horas y luego empieza á amasar y á poner. Amasa dicha tierra hasta hacerla una pasta consistente, y con la punta de la misma trompa forma el suelo del nido muy liso por dentro, donde pone los primeros huevos con un orden que no dexa de ser admirable aunque no venga del discernimiento, sinó del mecanismo; por cuya causa lo hace todo con tanta simetría.*

*Un instante después de la primera postura empieza la Langosta á amasar nueva pasta del mismo modo que la primera, y á acrecentar con ella el cañutillo, y á poner nuevos huevos; y después de repetir el mismo trabajo por varias veces, acaba su obra en cinco ó seis horas, cerrando la abertura superior con una tapadera de betun trabajada muy artificiosamente; de forma que su nido queda perfecto para su fin, indisoluble en el agua, impenetrable á la lluvia, y resistente al calor y al hielo.*

*Quando la fábrica está ya acabada, hay pocas madres que queden con bastantes fuerzas para volar hasta la primera agua, y anegarse en ella, como han hecho los padres. La mayor parte de ellas, exhaustas de fuerzas por tanto trabajo, expiran inmediatamente al lado de sus hijos. Estos son los infinitos cadáveres de Langosta que se hallan por las dehesas, formando un espectáculo muy triste y funesto á los ojos del labrador, que prevee todas las desgracias que le amenazan para el año siguiente, sin poderlas remediar; pues conoce el número de enemigos que han de devorar su cosecha, por la cantidad de muertos que cubren el campo.*

*No quiero omitir aquí un hecho, que varias personas observaron como yo. Mientras las hembras están ocupadas en hacer sus nidos, y poner sus huevos, se ve muchas veces un macho montado sobre ellas, y sobre él, otro, y otro tal vez sobre este mismo; de suerte que alguna Langosta vi que tenia hasta seis machos sobre sí de este modo. Los paisanos que me acompañaban, me decían que se ponían así para ayudar con su peso y empuje á que la hembra ponga los huevos con mas facilidad ó á dar mas fuerza á su trompa para agujerear la tierra, ó en fin á que exprima mejor su betun.*

*El tiempo de animarse los huevos varía según el color del sitio donde se hallan los huevos; y por lo general, los que están en parage alto y montañoso tardan más que los que están en llano. En Almería por el mes de febrero ví ya saltar millones de langostas, porque aquel sitio es tan temprano, que ya entonces habian casi pasado los guisantes. En Sierra Nevada empezaban á salir de los nidos por abril, y en la Mancha reparé que no estaban aun todas animadas al principio de mayo, quando aun no habia guisantes en el mercado de San Clemente. La Langosta, pues, es un termómetro vivo, que indica el calor respectivo de cada parage donde se halla; y de su diferente temperamento procede, como vamos advirtiéndolo, el diferente tiempo en que se ven la bandadas de Langostas que aparecen sucesivamente por los meses de junio, julio y agosto.*

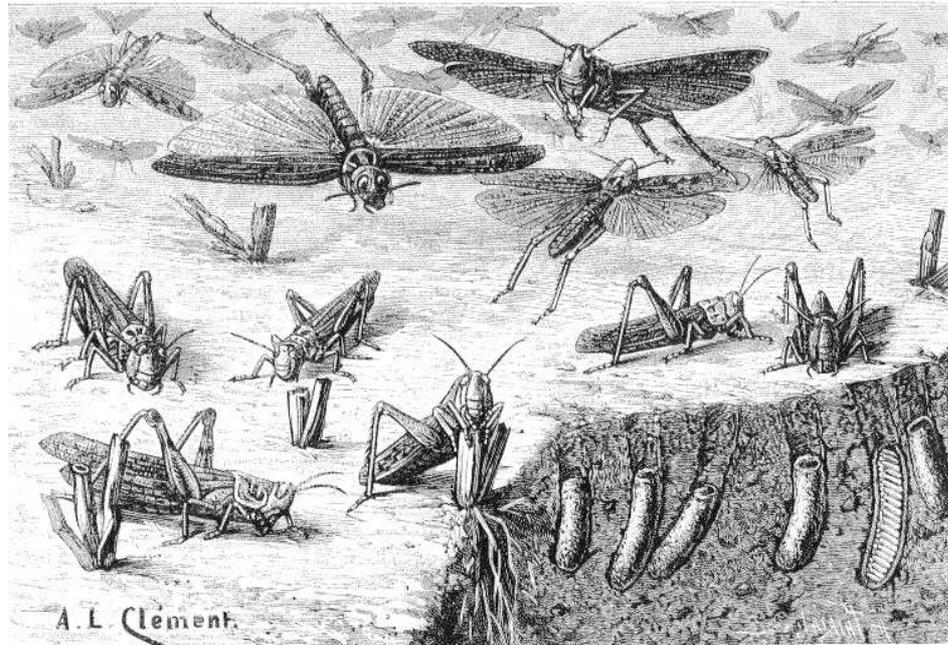


Imagen nº 16.1. Recogida de la revista científica *La Nature*, publicada entre los años 1873 y 1905. Este dibujo realizado por A. L. Clément<sup>7</sup> muestra la puesta de huevos de *Dociostaurus maroccanus* en Argelia, y servía de ilustración al artículo aparecido en la revista el año 1888 bajo el título “*Les Acridiens en Algérie*”, escrito por Jules Künckel d’Herculais.

---

<sup>7</sup> Armand Lucien Clément (1848-1921), entomólogo e ilustrador francés, autor de numerosas obras divulgativas y Presidente de la Société Zoologique de France.

Künckel d'Herculais nos cuenta que “se puede tener una ligera idea de lo que significa una plaga en el hecho comprobado que en Chipre, durante la plaga del año 1881, y ya en la etapa final de la misma, se llegaron a destruir 1.600.000.000 cartuchos (¡mil seiscientos millones!), cada uno de ellos conteniendo un número considerable de huevos; el peso estimado pasaba de las 1.300 toneladas. Con todo, se cree que dos años más tarde las hembras de langostas depositaron en la isla unos cinco mil cien millones de cartucho nuevos”.

Tal como refiere Bowles, los huevos son puestos generalmente en zonas de suelo arenoso desprovisto de vegetación. Antes de la puesta la hembra sondea el suelo insertando la extremidad de su abdomen para determinar si la humedad es suficiente para el desarrollo de sus huevo, y en general solo realiza la puesta si la tierra está húmeda a una profundidad de 5 a 10 cm.<sup>8</sup> (20 mm. de lluvia uno o dos días antes de la ovopositora es la cantidad mínima que asegura la suficiente humedad al suelo como para que no se presenten problemas hídricos en el desarrollo embrionario).

La hembra pone los huevos en el interior de una masa ovígera llamada ooteca (también “vaina” o “cartucho”), y los huevos, que parecen granos de arroz, quedan dispuestos de forma parecida a un racimo de bananas (la puesta puede durar entre 7 y 30 horas). La hembra cierra a continuación el orificio de esta puesta con una sustancia espumosa (llamada “betún” por Bowles). Los tamaños de las ootecas son variables, y en el caso de *Schistocerca gregaria* miden entre 3 y 4 cm. y su extremidad superior se encuentra entre 5 y 10 cm. de la superficie del suelo, con lo que podemos imaginar la gran elasticidad del abdomen de estas hembras. Las ootecas de *Schistocerca* contienen menos de 80 huevos en fase gregaria y entre 90 y 140 huevos en fase solitaria.

El número de ootecas puestas por una hembra dependerá fundamentalmente de la especie del tiempo que necesite para desarrollar cada ooteca y de su propia longevidad. Por término medio, puede decirse que el intervalo entre cada puesta es de 10 días, y se supone que casi todas las hembras ponen al menos una ooteca; el 75% de ellas sobrevivirá y pondrán una segunda ooteca, y quizás el 25% llegará a poner una tercera. Muy pocas serán capaces de llegar a poner la cuarta ooteca.

Los enjambres ponen a menudo sus ootecas en grupos densos que oscilan entre algunas decenas y algunas centenas por metro cuadrado. Se ha podido comprobar que las hembras que están poniendo huevos liberan una feromona que incita al resto de las hembras a hacer la puesta en las proximidades, de manera que la gran densidad de larvas nacidas en la siguiente generación permitirán inducir a las mismas hacia el comportamiento gregario.

La rapidez en el desarrollo de los huevos depende de la temperatura del suelo en la profundidad de la ooteca, y existe una relación directa entre la temperatura del suelo y la temperatura del aire, por lo cual sería relativamente sencillo predecir la rapidez del desarrollo de los huevos a partir de las temperaturas del aire e incluso a partir de sus valores medios, pues en la mayoría de las zonas de reproducción, las temperaturas no varían demasiado entre un año y otro y entre un sitio de puesta y un período determinado. Atendiendo estas características, la duración de la incubación puede variar entre los 10 y los 65 días.

---

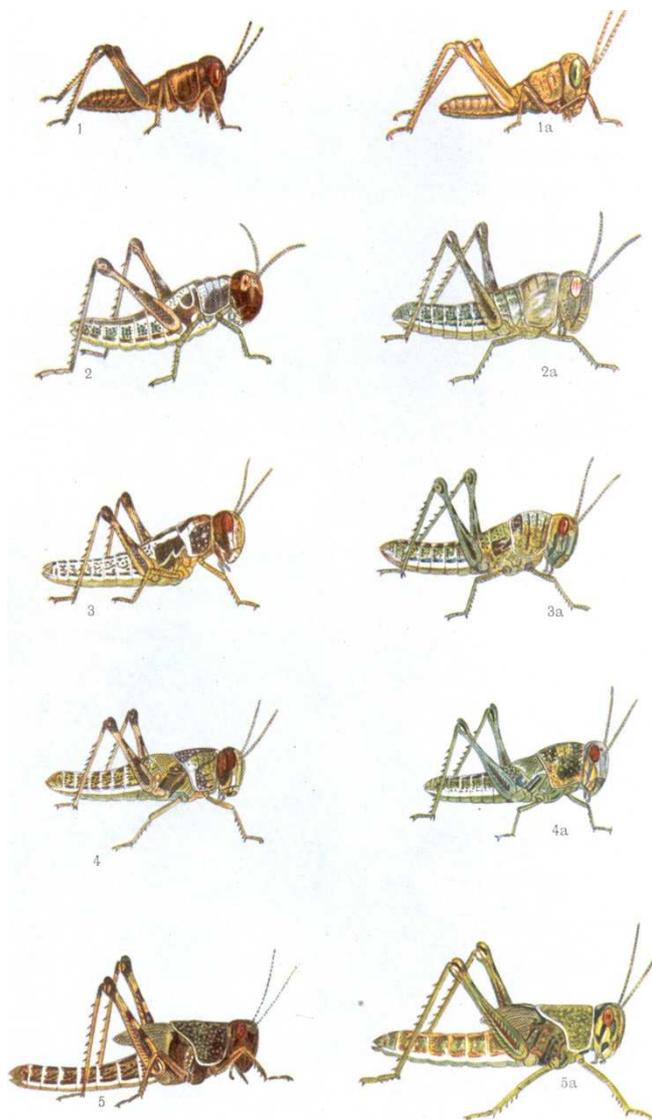
<sup>8</sup> Los valores numéricos que se citan a continuación se refieren a *Schistocerca gregaria*. No son idénticos en el resto de las especies migratorias, pero sí muy similares.

La proporción de huevos que sobrevive hasta su eclosión varía considerablemente según las condiciones del hábitat y la presencia de parásitos y predadores<sup>9</sup>.

Los huevos pueden secarse, especialmente si son expuestos al viento; pueden ser destruidos a causa de inundaciones persistentes o si la temperatura del suelo aumenta por encima de los 35°C; por término medio podría decirse que las pérdidas medias en poblaciones solitarias es de alrededor del 13% y del 33% en poblaciones gregarias.

### Larva

Seguimos con las explicaciones de Guillermo Bowles: *Los langostillos, que al salir del huevo son negros, y del tamaño de un mosquito, se juntan á montones al pie de los matorrales, y en especial del esparto, saltando y brincando unos sobre otros; y ocupan un espacio de tres ó quatro pies en redondo, y de dos pulgadas de alto, de suerte que parece el suelo una torta negra que se mueve.*



*Las Langostas se apartan poco del lugar de su nacimiento en los primeros días de su vida, porque tienen las piernas todavía débiles, las alas no están aun bien formadas, y los dientes no han adquirido bastante dureza para roer la yerba. Al cabo de quince ó veinte días empiezan á comer los tallos mas tiernos de las plantas; y como sus miembros se van fortificando, deshacen la sociedad de la colonia, y se esparcen por los campos circunvecinos, entregandose, sin dormir dia ni noche, á roer y devorar quanto se les presenta, hasta que las alas han adquirido su perfecto complemento. Parece que comen no tanto por necesidad, quanto por rabia de destruir, según la voracidad que se les nota.*

*No es maravilla que prefieran las plantas tiernas xugosas y dulces, como los melones, pepinos, berenjenas y demas hortalizas y legumbres; y menos, que busquen las aromáticas, cuyo olor las atrahe de lejos, como el espliego, el tomillo, la menta, el romero, la salvia, y el abrotano, las cuales*

*abundan en España tanto, que sirven en muchas partes para calentar los hornos, y en el*

<sup>9</sup> Ver Parte Segunda, capítulo 3. La lucha contra las plagas de langosta. Los remedios, artículo viii. Los enemigos naturales de las langostas.

norte se cultivan, como raras, en los jardines. Lo extraordinario es que coman la mostaza, la cebolla y los ajos, sin que las amargue ni disguste su álcali volátil.

Diferentes estadios en larvas de *Schistocerca gregaria*

1-5 Fase gregaria. 1a-5a Fase solitaria.

Imagen nº 17.1. Recogida en B.P. Uvarov, *Locusts and Grasshoppers*. (La ilustración original aparecía en un lámina publicada por el Wellcome Tropical Research Laboratories, Khartoum).

¿Quién podrá figurarse que con aquel semblante amortiguado pueda este animal ser el azote y la peste del genero humano? En las dos quixadas tiene cuatro dientes incisivos, cuyas puntas cortantes se cruzan como tijeras, y el mecanismo de ellos es tal que sirven para asir y cortar.

De este modo no hay cosa que pueda resistir á una innumerable multitud de langostas armadas de millones de tenazas, y cuchillas para asir y arrasar; y según lo que son capaces de hacer, yo pienso que si estos insectos se convirtiesen en carnívoros, como las abispa, en habiendo devorado todos los vegetales de un país (lo qual executarían en corto tiempo) se tragarian, sin remedio, en pocas horas un rebaño de ganado con los perros y los pastores, como sabemos que hacen ciertas hormigas en la América con las mas feroces serpientes.

La generacion que estos insectos dexan cada año no es grande, porque el número de sus machos excede infinitamente al de sus hembras; y si por diez años hubiese una generacion igual de los dos sexos, su multiplicacion sería tan prodigiosa, que devorarian enteramente el reyno vegetal: las aves y los cuadrúpedos morirían de hambre; y los hombres serían el último pasto de la Langosta.

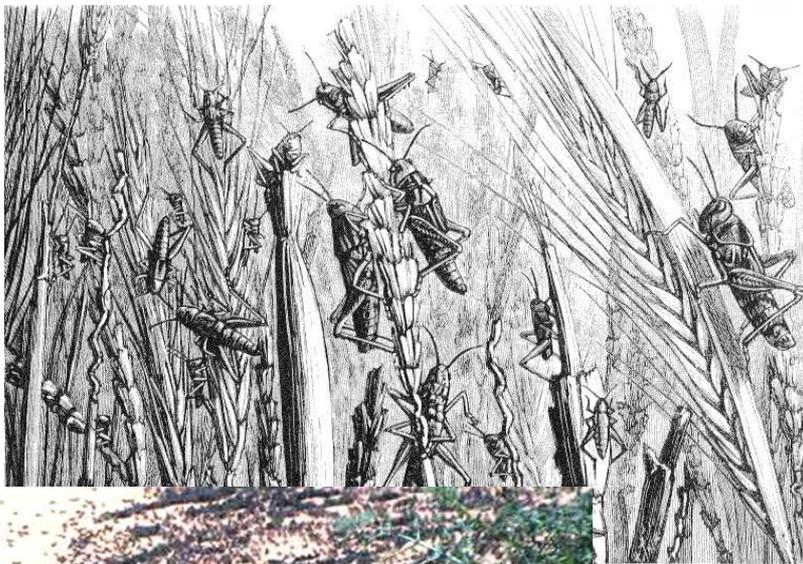


Imagen nº 16.2. Recogida de la revista *La Nature*, en el número del año 1888, donde se observa la devastación de un campo de avena hecha por *Dociostaurus maroccanus* en Argelia.

Pertenece al mismo artículo comentado anteriormente de Jules Künckel d'Herculais, "Les Acridiens en Algérie".



Imagen n° 18.1. Primeras bandas de larvas de *Schistocerca gregaria*, los “saltones” desplazándose de forma compacta a la búsqueda comida.

Foto tomada en Bouarfa, al este de Marruecos, cerca de la frontera con Argelia (20 de mayo de 2004)  
(FAO/G.Diana)

En el momento de la eclosión, que suele producirse a primera hora de la mañana, las larvas atraviesan el cierre espumoso de la ooteca y ganan la superficie. Rápidamente mudan al llamado estadio larvario número 1 (los estadios larvarios son a menudo designados bajo el nombre de L1, L2, L3, etc.) y pasan a continuación por el resto de los estadios larvarios, muy variables en función de la especie tratada. En el caso de *Schistocerca gregaria* se producen cinco estadios en la fase gregaria y seis en la fase solitaria. La duración de los estadios L1 a L4 es de 6 a 7 días, y de 10 días en el caso del quinto estadio, L5. La duración total de este desarrollo, dependiendo de los factores ambientales, puede oscilar entre los 25 y los 57 días. Tras la última muda, o muda imaginal, emerge un joven alado, inmaduro sexualmente, conocido con el nombre de imago.



estado L3  
estado L5



Imagen nº 11.6 (Fotografía M.H. Luong-Skovmand, CIRAD)  
*Nomadacris septemfasciata*. Larva en  
*Schistocerca gregaria*. Larva gregaria en

Imag

La rapidez en el desarrollo larvario, de la misma manera que en el desarrollo embrionario (en el huevo) depende de la temperatura, aunque en este caso, las larvas la pueden regular buscando la sombra o el sol según les convenga.

La lluvia, asociada a la puesta de huevos, genera normalmente suficiente vegetación para permitir el desarrollo de las larvas, que una vez han nacido, se dirigen hacia ella (aunque durante el primer día no se alimentan y se desplazan muy poco). Entre el 70-80% de las langostas en el estadio L1 pueden morir a causa de reservas hídricas inadecuadas, del canibalismo y aún de la depredación de hormigas. En los estadios posteriores la mortandad es menor, entre el 10-20%, siendo sus causas el canibalismo, el parasitismo y la depredación.

Las bandas están integradas por individuos pertenecientes a menudo a diversos estadios larvarios, dependiendo del momento en que nacieron, aunque generalmente son uno o dos los que predominan.

Ya se ha comentado que existen tres fases posibles dentro de una población de langostas: la fase solitaria, la fase gregaria y la fase transicional entre estas dos.

Recordemos que en oposición a los “saltamontes” las langostas pueden ser inducidas a formar bandas y enjambres al encontrarse juntas. A pesar de tenerlo incorporado genéticamente, las langostas no nacen con el deseo de transformarse en individuos gregarios<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Se ha demostrado en laboratorio que los individuos se evitan al principio, y rechazan los roces y los choques, hasta que llega un momento, inevitable, en que ceden a su instinto y adquieren el carácter migrador.

Esta característica la aprenden en cada generación: si las larvas jóvenes se encuentran formando grupos, se irán tocando y apretando, poniéndose cada vez más juntas, hasta llegar a un umbral densitario crítico, en el cual se iniciará la fase transitoria que los convertirá al cabo de pocas generaciones en individuos totalmente gregarios<sup>11</sup>.

El proceso de aprendizaje puede producirse en pocas horas, y es necesario que lo pasen absolutamente todos los individuos, incluso aquellos que nacen de padre y madre “gregarios”.

No se trataría de un proceso irreversible y unidireccional. Las langostas solitarias pueden ser inducidas a volverse gregarias junto a otros individuos y añadirse a la banda y al enjambre formado. Inversamente, una langosta gregaria puede ser inducida al comportamiento solitario si es separada de sus compañeras, aunque sería necesario efectuarlo en un estadio muy primario, pues en los estadios posteriores la larva de langosta se convertirá sin remedio en un adulto gregario.

La fase transitoria describe la etapa media entre la fase solitaria y la fase gregaria, y esta no sería una transición discreta, sino que se hace muy evidente y varía de forma continuada. Este polimorfismo fásico depende, por un lado, de un factor genético que se altera en función del número de individuos que comparten un mismo espacio, pero también influyen en gran medida otras causas, como las condiciones climáticas y los regímenes de lluvia.

Con el aumento de sus efectivos, el comportamiento de las larvas va cambiando y las acumulaciones y concentraciones se van sucediendo; las larvas empiezan a sentirse atraídas unas a las otras y van formando grupos. La aparición de manchas negras sobre las larvas solitarias (en el caso de *Schistocerca gregaria*) es otro indicador de este cambio en el comportamiento.

Los grupos, sin embargo, no se forman a partir de un límite densitario preciso; el reagrupamiento se produce a menudo en zonas abiertas, poco homogéneas, en las cuales los espacios con densa vegetación se suceden a otros semidesérticos. En lugares donde ésta es abundante, o es uniformemente densa, la probabilidad de adquirir el carácter migrador es mucho menor.

Las densidades en las bandas varían según su comportamiento, su estadio larvario, el hábitat que invaden y las condiciones meteorológicas. Las densidades máximas de las bandas en el suelo pueden sobrepasar, en *Schistocerca gregaria*, más de 30.000 larvas por metro cuadrado durante los primeros estadios, y alrededor de 1.000 por metro cuadrado para las del estadio L5. Las densidades medias son mucho menores, de 50 a 100 larvas por metro cuadrado.

La superficie ocupada aumenta con el crecimiento de los individuos y con la fusión de bandas vecinas, resultando de este proceso la formación de núcleos mucho más grandes, lo cual sucede hasta el estadio L4. Las larvas en los estadios L1, L2 y L3 se encuentran a veces mezcladas en bandas larvarias de estadios más adelantados. En el último estadio las bandas tienen tendencia a dispersarse y a agruparse en valores densitarios menores.

Las bandas se desplazan generalmente de día, dos o tres horas después del amanecer y hasta una hora antes de la puesta del sol (pueden alargarse si la temperatura es

---

<sup>11</sup> El cambio total en su forma no se produce en la misma generación, sino que son necesarios varios ciclos biológicos completos hasta conseguir el cambio total que las haga aptas para emigrar y volar largas distancias.

excepcionalmente cálida o en luna llena). Si la vegetación es muy seca, las bandas pueden continuar su marcha durante la noche en busca de vegetación verde. En los días soleados las bandas larvarias alternan momentos de reposo y de marcha, mientras que en los días nublados tienen una actividad muy reducida.

La banda mantiene generalmente una dirección constante durante el día, y un obstáculo, a veces de grandes proporciones, no siempre es suficiente para hacer cambiar su trayectoria. El desplazamiento se hace a menudo en el mismo sentido que el viento, y a mediodía las bandas se cuelgan sobre la vegetación para no tocar el suelo en el momento más cálido de la jornada.

La rapidez en el desplazamiento de una banda varía con la temperatura, con la cobertura vegetal del territorio invadido e incluso con la talla y la cohesión de la banda. Por ejemplo, la medida efectuada para las bandas de estadio L4 en *Schistocerca gregaria* indican desplazamientos entre 200 a 1.700 metros por día.



Cuando el imago se acerca al estado adulto empiezan a aparecer las alas, llamadas vestigiales, al principio muy rudimentarias; aumenta la voracidad (pueden comer diariamente el equivalente a su propio peso, hasta 2 gramos en las especies mayores), y las energías para desplazarse son aún más intensas, dando la sensación que el instinto migratorio también madura y se incrementa.

Imagen nº 19. *Schistocerca gregaria*.  
Larva gregaria en último estadio

### Adulto

Volvamos a las observaciones realizadas por Künckel d'Herculais, y veamos el momento en que se produce la última muda, la muda imaginal, tras la cual aparece el individuo adulto, alado e inmaduro sexualmente.



*Tres o cuatro días antes de esta transformación, las langostas ralentizan su marcha, de pronto se paran y suben a la punta de los arbustos, y se suspenden por sus patas posteriores, la cabeza en la parte de abajo, y se quedan inmóviles. Después de algunas horas, la cabeza se desprende de su antiguo envoltorio, después el tórax, el abdomen, y al*

*final aparecen los miembros posteriores. Las alas, recogidas sobre ellas mismas, se parecen a pétalos de papaveráceas antes de la floración; expuestas al aire y al sol se extienden y se vuelve rígidas.*

Imagen nº 17.2. Muda imaginal en *Locusta migratoria*.

Recogido en B.P. Uvarov, *Locusts and Grasshoppers*.

Fotografía realizada a principios del siglo XX por el Stavropol Entomological Bureau.



*La langosta que así aparece es dos o tres veces más voluminosa que en la fase anterior, no en el mismo momento de la eclosión, pues el contenido no puede sobrepasar el envoltorio, pero sí a las pocas horas de haberse producido el cambio; la langosta tiene un color rosado, y su voracidad se vuelve extrema. Los desgastes que estos insectos causan son graves porque se dispersan volando por toda la localidad.*

*Las langostas vuelven cada tarde al punto de partida donde se efectuó su transformación, y cuando esta operación se ha completado para toda la banda, duración que se extiende durante unos diez días, es suficiente dos horas y un tiempo claro para verlas desaparecer*

*completamente.*

Imagen nº 18.2. *Schistocerca gregaria*. Imago gregario  
(FAO/G. Diana)

Después de la muda imaginal son necesarios alrededor de diez días para que las alas se endurezcan suficientemente y permitan un vuelo sostenido. Estos imagos son inmaduros hasta que encuentren las condiciones necesarias que estimulen la maduración, siendo este período muy variable, dependiendo del hábitat, y pudiendo implicar una emigración masiva hacia otras zonas en las que exista una situación más propicia.

Las condiciones favorables a la maduración están generalmente asociadas a la lluvia; precipitaciones en una zona infestada de langostas o la emigración de estas hacia una zona de lluvia reciente pueden inducir a la maduración a los alados inmaduros; y una langosta madura induce a la maduración al resto de sus congéneres; esto explica la transformación bien sincronizada en los enjambres. Los machos llegan a la madurez sexual generalmente antes que las hembras.

Cuando la vegetación es abundante, las temperaturas diurnas máximas iguales o superiores a los 35°C, y las lluvias suficientes, las hembras adultas inmaduras se transforman rápidamente y pueden empezar a poner huevos unas tres semanas después de la muda imaginal (a veces antes), siendo poco probable que el desarrollo de los huevos se efectúe a temperaturas inferiores a los 15°C.

En condiciones adversas, es decir, cuando hay sequía, o cuando las temperaturas diurnas sólo alcanzan los 20°C, los alados suelen permanecer inmaduros, pudiendo sobrevivir en este estado durante seis meses o más, siempre que haya alimento. Sirva como ejemplo el hecho que aunque *Schistocerca gregaria* puede sobrevivir en el oeste de África, en el sur del Sahara, donde hace más calor, no llega a reproducirse.

## Enjambres

Seguimos a Künckel d'Herculais cuando se refiere a los enjambres constituidos por la especie *Dociostaurus maroccanus*:

*Observando las langostas durante su emigración, creemos que su estado medio de concentración corresponde, al menos, a 5 insectos por decímetro cuadrado, lo cual significa unos 500 individuos por metro cuadrado. La banda observada en Ben Chicao en 1874 e inspeccionada por M. Durand ocupaba 25 kilómetros de largo por 4 kilómetros de ancho, y contenía 50 millones de insectos.*

*A razón de 10.000 huevos por decímetro cúbico, y 500 langostas, a la edad de 25 días para la misma medida, esta colonia observada por M. Durand representaba un volumen de 100.000 metros cúbicos y un peso de 50.000 toneladas de langostas, salidas de un volumen de 5.000 metros cúbicos de huevos.*

*La población entera de Argelia solo pesa 125.000 toneladas, ¡ dos veces y medio el peso de las langostas que pasaron por Ben Chicao en 1874 !*

Otro testimonio sobre el contenido de un enjambre lo tenemos en las explicaciones del viajero G.T. Carruthers, que el día 15 de noviembre del año 1889 hizo las siguientes observaciones desde el barco llamado Golconda<sup>12</sup> sobre una plaga de langostas, con toda seguridad un enjambre de *Schistocerca gregaria*, que pasó por las islas Hanish<sup>13</sup>, en el mar Rojo:

*“A las 11 de la mañana vimos como cruzaba por en medio del sol una masa compacta de color blanco que viajaba en dirección nordeste a 12 millas a la hora. El enjambre provenía de África y se dirigía directamente hacia las costas arábicas del mar Rojo. Esta densidad tan grande de langostas se pudo observar hasta después de las 2 del mediodía. A continuación el vuelo se siguió produciendo aunque ya no llevaba tanta cantidad de langostas. A las 6 de la tarde aún se podían encontrar algunos ejemplares sobre nuestro barco”.*

Carruthers elaboró toda una serie de suposiciones y cálculos para llegar a saber la cantidad de langostas que formaban aquel enjambre: *“El barco se desplazaba a una velocidad de 12 millas a la hora, y sabiendo que el enjambre tardó aproximadamente cuatro horas en pasar totalmente, podemos suponer que en total se extendía a lo largo de 48 millas. Si suponemos que la longitud y la anchura del enjambre fuera igual, cuadrada, de 48 millas por lado, tendríamos una superficie del enjambre de 2.304 millas cuadradas.*

*Suponiendo que el grosor de la nube fuera aproximadamente de 1/2 milla, la densidad del enjambre de 144 langostas por pie cúbico, y el peso de cada langosta de 1/16 de onza, tendríamos los siguientes resultados: que habiendo cubierto un área de 2.304*

---

<sup>12</sup> Golconda era un barco que sirvió de transporte al Gobierno de la India desde el año 1887 hasta el año 1915. En el año 1916, durante la Primera Guerra Mundial, éste barco fue hundido por una mina, en el mar del Norte, muriendo diecinueve personas. El nombre Golconda hacía referencia a la ciudad medieval del mismo nombre, ahora en ruinas, que se encuentra en las afueras de la ciudad de Hyderabad, al sudeste de la India. Golconda fue la capital del reino de Bahmani entre los años 1364 y 1512.

<sup>13</sup> Las islas Hanish se encuentran en el mar Rojo y pertenecen al estado de Eritrea, aunque están también disputadas por Yemen. La isla a que se refiere Carruthers es la Gran Hanish, llamada Jazirat al Hanish al Kabir.

*millas cuadradas, como hemos dichos antes, el número de insectos sería de 24.420 billones y el peso total de esta masa voladora, de 42.580 millones de toneladas<sup>14</sup>.*

*Por tanto, nuestro barco de 6.000 toneladas de carga debería hacer 7 millones de viajes para transportar todas estas langostas, siempre que estas fueran embaladas debidamente y de forma absolutamente compacta”.*

Los primeros enjambres se forman generalmente a algunas decenas de kilómetros del lugar donde se produjo la puesta principal (corresponde al recorrido realizado por las

---

<sup>14</sup> Para entender mejor estos cálculos sería necesario en primer lugar convertir las medidas dadas por Carruthers al sistema métrico (hay una pequeña diferencia en los resultados por el redondeo de los decimales):

1 milla = 1.609,34 metros; 12 millas = 19 kilómetros; 48 millas = 77 kilómetros

Superficie del enjambre =  $77 \times 77 = 5.900$  kilómetros cuadrados

Grosor de la nube =  $\frac{1}{2}$  milla = 800 metros

1 pie = 0,305 metros;  $1 \text{ pie}^3 = (0,305)^3 = 0,028 \text{ m}^3$

1 onza = 0,028 kilogramos;  $1/16$  onza = 0,00175 kilogramos = 1,76 gramos

$1 \text{ kilómetro}^3 = (1.000 \text{ metros})^3 = 10^9 \text{ metros}^3$

Carruthers nos dice que el barco se desplazaba a una velocidad de unos 19 kilómetros a la hora, y como tardó cuatro horas en pasar la parte más gruesa del enjambre, hay que suponer que este medía unos 77 kilómetros de longitud. Suponiendo que la longitud y la anchura de una nube midieran lo mismo, lo cual es una consideración muy arriesgada y probablemente exagerada, la superficie ocupada sería de unos 5.900 kilómetros cuadrados (el enjambre más grande del que se tiene constancia medía 1.040 km<sup>2</sup> de extensión). Carruthers añade que el grosor del enjambre tendría  $\frac{1}{2}$  milla; es decir, unos 800 metros de altura. La densidad sería de 144 langostas por pie cúbico, o sea, 5.143 langostas por metro cúbico. ( $144 \text{ langostas} / 1 \text{ pie}^3 \times 1 \text{ pie}^3 / (0,305)^3 \text{ m}^3 = 144 / 0,028 = 5.143 \text{ langostas} / \text{m}^3$ ).

El volumen de esta enorme masa de langostas lo conseguiríamos multiplicando la longitud, por la anchura, por el grosor; es decir, 77 kilómetros x 77 kilómetros x 0,800 kilómetros = 4.720 kilómetros<sup>3</sup>. Añade el autor que el peso de las langostas es de  $1/16$  de onza; es decir, de 1,76 gramos de peso.

Por tanto, el cálculo a realizar sería el siguiente:  $5.143 \text{ langostas} / \text{m}^3 \times 4.720 \text{ kilómetros}^3 \times 10^9 \text{ m}^3 / 1 \text{ kilómetro}^3 = 24.275 \times 10^{12}$  langostas, o lo que es lo mismo, el enjambre contenía 24.275 billones de langostas.

El peso se calcularía de la siguiente forma:  $24,275 \times 10^{15} \text{ langostas} \times 1,76 \text{ gr.} / \text{langostas} \times 1 \text{ kilogramo} / 1.000 \text{ gr.} \times 1 \text{ Tonelada} / 1.000 \text{ kilogramos} = 42,715 \times 10^9 \text{ toneladas}$ ; es decir, 42.715 millones de toneladas de langostas.

Gilbert Waldbauer, profesor emérito de Entomología en la Universidad de Urbana-Champaign (Illinois, Estados Unidos), trata el ejemplo de Carruthers en su libro *Millions of Monarchs. Bunches of Beetles. How bugs find strength in numbers* (Millones de Monarcas (mariposa monarca, *Danaus plexippus*). Montones de escarabajos. De qué manera los insectos consiguen poder en cuanto que son numerosos).

Waldbauer afirma que Carruthers no es en absoluto exacto en sus cálculos, y cree que en realidad la extensión del área cubierta por el enjambre fue muy inferior, pues la estimación de 144 langostas por pie cúbico (5.143 langostas por metro cúbico) es exageradamente elevada. Teniendo en cuenta que una langosta mide 2 pulgadas (unos 5 cm.) de largo, y cerca de 5 pulgadas (unos 12 cm.) con las alas extendidas, sería imposible que 5.143 langostas pudieran caber en este espacio.

Efectivamente, en las mediciones que se han hecho actualmente sobre los enjambres, se ha podido comprobar que éstos suelen tener una densidad inferior a 1 langosta por pie cúbico. En realidad, la densidad máxima en vuelo sería de 10 langostas por metro cúbico. Por tanto, si rehacemos los cálculos anteriores, y modificamos la densidad del enjambre, obtendríamos que la nube que vio Carruthers, que se extendía a lo largo y ancho de 5.900 kilómetros cuadrados, con una densidad de 10 langostas por metro cúbico, contenía casi 47,5 billones de langostas, las cuales tendrían un peso de casi 84 millones de toneladas. Con estos datos, el Golconda solo debería haber realizado 14.000 viajes para transportar todas las langostas...

bandas larvarias). Los jóvenes alados se alejan cada vez más de la zona de reproducción y a su paso por otras regiones se van agregando nuevos individuos.

Hay dos tipos de enjambres, los estratiformes y los cumuliformes: los primeros tienen forma de capa, los individuos sobrevuelan a baja altitud, desde el nivel del suelo hasta aproximadamente 15 metros de altura, y la anchura de la capa mide generalmente varias decenas de metros. Se forman a menudo cuando el tiempo es fresco o nublado, y también durante las primeras horas de la tarde.

Los enjambres cumuliformes están asociados a corrientes de conversión térmica, y son más frecuentes en los mediodías cálidos, particularmente en el curso de los meses más cálidos y más secos del año. Pueden acumularse a gran altitud, hasta 1.700 metros en su punta superior, adquiriendo una forma similar a cortinas que cuelgan del cielo.

En el seno de los enjambres cumuliformes, las langostas que se encuentran en la parte inferior del mismo, a unos 400 metros de la parte superior, vuelan bajo la influencia de la corrientes de aire y pueden ser desplazadas hacia cualquier dirección, siendo posteriormente reintegradas al grueso del enjambre por otra corriente. Los individuos situados más arriba en el enjambre pueden igualmente ser desplazados por las corrientes aéreas y formar capas arremolinadas.

La actividad de las langostas se inicia a primera hora de la mañana, cuando los enjambres se descuelgan hasta el suelo del lugar donde pasaron colgados la noche (ramas, troncos de árboles o en la parte alta de cualquier tipo de vegetación), y se exponen al sol poniendo su cuerpo de forma perpendicular a los rayos del mismo, para calentar así su cuerpo más rápidamente; en cuanto aumenta la temperatura, empiezan los vuelos y aterrizajes sucesivos.

A media mañana, o quizás antes, si la temperatura es suficientemente elevada para permitir un vuelo sostenido, todo el enjambre se alza hacia el cielo. Los vuelos de larga duración son raros si la temperatura es inferior a los 20° C (23° C si el cielo está cubierto) o si es superior a los 40° C.

Los enjambres pueden volar como mínimo de nueve a diez horas por día y como máximo de trece a veinte horas, desplazándose a favor del viento a no ser que enjambres de individuos maduros se desplacen a veces contra el sentido del viento, siempre que sea débil, y durante cortas distancias. Un enjambre se desplaza generalmente a una velocidad ligeramente inferior a la velocidad del viento, y puede llegar a recorrer hasta 200 kilómetros en una jornada completa, y hasta 5.000 kilómetros en treinta días (si no hay viento, las langostas vuelan a una velocidad aproximada de 3 a 4 metros por segundo, entre 13 y 15 kilómetros por hora).

A veces sucede que los enjambres con individuos inmaduros continúan volando en noches cálidas después de la puesta del sol, pero normalmente los enjambres empiezan a posarse en el suelo una hora antes de la misma, siendo las densidades aéreas muy elevadas en ese momento de la jornada.

Se sabe que *Schistocerca gregaria* en fase solitaria, se desplaza durante la noche, y se han detectado individuos que volaban a una altura de 1.800 metros. Se desconoce si todas estas langostas voladoras son capaces de “migrar”, ni cuanto tiempo permanecen en vuelo durante la noche, ni si son capaces de hacerlo durante varias noches consecutivas. Posiblemente se trate de vuelos breves y cortos, desplazándose el individuo de forma local. La temperatura que limita el vuelo de noche es casi el mismo que para el vuelo diurno, entre 20 y 22° C. Lo sorprendente es que su vuelo se produzca de noche, cuando la temperatura ambiental es mucho más baja que la diurna. Estas

langostas solitarias pueden localizar las zonas de vegetación sobre la cual posarse, aunque se trate de pequeñas manchas aisladas. Se ignora cómo lo hacen.

La densidad en los enjambres varía considerablemente. En *Schistocerca gregaria* se acepta para un enjambre de talla y de densidad media posado sobre el suelo, la cifra de 50 millones de individuos por kilómetro cuadrado (50 langostas por metro cuadrado); los valores mínimos y máximos son respectivamente de 20 a 150 millones de langostas por kilómetro cuadrado, y la extensión media de un enjambre puede tener 200 kilómetros de largo. La densidad volumétrica de los enjambres en vuelo puede llegar a un máximo de 10 langostas por metro cúbico.

Cada individuo adulto de *Schistocerca gregaria* pesa alrededor de 2 gramos; y si 1 tonelada de langostas come tanta alimentación en un día como 10 elefantes, 25 camellos o 2.500 personas, un enjambre formado por 40 millones de langostas necesitaría comer durante un día 80 toneladas de alimento, lo mismo que necesitarían 200.000 personas.

En el caso del enjambre del mar Rojo comentado por G. T. Carruthers, que parece ser estaba formado por 47,5 billones de langostas, éstos pesarían casi 84 millones de toneladas y necesitarían comer diariamente el mismo alimento que 210.000 millones de personas, un número absolutamente inimaginable.

Por tanto puede entenderse perfectamente que ante estas cifras, en donde un número tan exagerado de individuos llega a tapar efectivamente el sol, oyéndose un ruido muy fuerte debido al crujir de sus alas, la consideración de terrible peste dada a la langosta se ajusta absolutamente a la realidad.



Imagen nº 20. Enjambre de *Schistocerca gregaria* en un lugar indeterminado de África



Imagen n° 11.7. Enjambre de *Locusta migratoria variedad capito* en la Isla de Madagascar (Meseta de Horombe)  
Fotografía Michel Lecoq (CIRAD, 1999)



Imagen n° 11.8. Enjambre en vuelo de la especie *Rhammatocerus schistocercoides* Rehn, 1906 en el Estado de Mato Grosso (Brasil). Fotografía Michel Lecoq, CIRAD