

## A guide to the winged aphids (Homoptera) of Costa Rica Guía de los áfidos alados (Homoptera) de Costa Rica

Authors / Autores

David Voegtlin<sup>1</sup>, William Villalobos<sup>2</sup>, Marco Vinicio Sánchez<sup>2</sup>, Guido Saborío-R.<sup>2</sup>, Carmen Rivera<sup>2,3</sup>

1 Center for Economic Entomology, Illinois Natural History Survey, 607 E. Peabody, Champaign, Illinois 61820-6970, U.S.A.; dvoegtli@uiuc.edu

2 Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular, Universidad de Costa Rica, 2060, San José, Costa Rica; williamv@cariari.ucr.ac.cr

3 Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica, 2060, San José, Costa Rica; crivera@racsa.co.cr

Scientific editors / Editores científicos

David Voegtlin and Carmen Rivera

Received 26-IV-2002. Corrected 20-IX-2002. Accepted 11-X-2002.

**Abstract:** This guide is a compilation of limited morphological and biological information on the winged morphs of 60 species of aphids that have been collected in Costa Rica. It should not be viewed as a definitive taxonomic treatise on the aphids of Costa Rica, rather it is a tool that can be used to assist in research on the biology, host plant relationships, taxonomy, and virus transmission capabilities of aphids. Each species is covered in an identical manner. Morphological and biological information is provided in both Spanish and English as well as photographs of slide mounted specimens. Keys are provided to help the user in identifying the species. Most of the specimens examined were taken in traps associated with epidemiological studies. Limited field collecting has generated host records and these have been added to a list of the aphids of Central America that was compiled by Pamela Anderson and appended in the guide with her permission. The authors hope that this book will be useful to entomologists in Costa Rica and Central America.

**Key Words:** Aphididae, Hemiptera, Costa Rica, Central America, taxonomy, aphid host plants.

**Resumen:** Esta guía es una recopilación de información morfológica y biológica limitada de las formas aladas de 60 especies de áfidos que han sido recolectadas en Costa Rica. No debe ser tomada como un tratado taxonómico definitivo de los áfidos de Costa Rica, sino más bien, como una herramienta que puede ser usada para ayudar en la investigación de la biología, de las relaciones planta hospedera, de la taxonomía y de la capacidad de transmisión de virus de los áfidos. Cada especie fue cubierta en forma idéntica. La información morfológica y biológica se presenta tanto en español como en inglés, así como fotografías de los especímenes montados en láminas de vidrio. También se presentan claves para ayudar al usuario en la identificación de las especies. La mayoría de los especímenes examinados fueron tomados de trampas relacionadas con estudios epidemiológicos. Limitadas recolectas en campo han generado registros de hospederas. Estos registros han sido agregados a la lista de los áfidos de Centroamérica recopilada por Pamela Anderson, la cual aparece con su permiso, como un apéndice en esta guía. Los autores esperan que este libro pueda ser de gran utilidad para los entomólogos en Costa Rica y América Central.

## INTRODUCTION

Although aphids make up only a minute fraction of the insects in Costa Rica, their impact is significant. The detrimental influence of large populations on their hosts and the ability to vector plant viruses, gives them an economic importance that far outweighs their diversity. To date, work on aphids in Costa Rica has been primarily focused on aphids as direct crop pests, or as vectors of plant viruses. Epidemiological studies using traps to collect aphids have provided the bulk of the material on which this guide is based. These studies were performed mainly in crops of economic or nutritional importance, such as potato, cantaloupe, citrus, sugarcane, corn and beans. This is by no means a comprehensive list, but limited basic information is provided for over 60 species. It is expected that future collecting efforts will reveal additional species, both native and exotic, and expand the existing knowledge of host-plant relationships for many of the species.

This book has been assembled in response to the need for a working key to alate aphids in Costa Rica, and hopefully will be useful for most of Central America. It is a beginning reference, a tool that biologists can use for further studies of the aphid fauna of Costa Rica.

Unfortunately, as is the case virtually world wide, many of the most common species are cosmopolitan in distribution and have long been known as direct pests and vectors. It is expected that there will be a continual influx of cosmopolitan species into Costa Rica and Central America. Exotic immigrant species, that feed on plants used in commerce or in food production, will undoubtedly become pests, while other exotic species will become established, but will have little or no economic impact. The relatively recent invasion of *Toxoptera citricidus*, the brown citrus aphid, is an example of the potential of these immigrants.

## INTRODUCCIÓN

A pesar de que los áfidos representan tan solo una mínima fracción de los insectos de Costa Rica, su impacto es significativo. La influencia nociva de grandes poblaciones sobre sus plantas hospederas y su habilidad para transmitir virus de plantas les otorga una importancia económica que sobrepasa, en gran manera su diversidad. Hasta la fecha, el trabajo sobre áfidos en Costa Rica se ha enfocado principalmente en los áfidos como plagas directas de los cultivos o como vectores de virus de plantas. La mayor parte del material sobre el que se basa esta guía proviene de estudios epidemiológicos que utilizan trampas para recolectar áfidos. Estos estudios fueron realizados principalmente en cultivos de importancia económica o nutricional, tales como, papa, melón, cítricos, caña de azúcar, maíz y frijol. No se trata de una lista completa; pero se ofrece información básica, limitada, acerca de más de 60 especies. Es de esperar que las futuras recolectas revelen un incremento de especies, tanto nativas como exóticas, y que se amplíe el conocimiento existente de las relaciones planta-hospedera para muchas de las especies.

Este libro fue elaborado como respuesta a la necesidad de contar con una clave de trabajo para los áfidos alados en Costa Rica, y esperamos que sea útil para el resto de Centroamérica. Es una referencia inicial que los biólogos pueden usar en futuros estudios de la fauna de áfidos de Costa Rica.

Desafortunadamente, como sucede alrededor del mundo, muchas de las especies más comunes son de distribución cosmopolita y se les ha conocido durante mucho tiempo como plagas directas y vectores. Es de esperar que habrá un continuo flujo de especies cosmopolitas hacia Costa Rica y América Central. Algunas especies exóticas inmigrantes que se alimentan de plantas utilizadas en el comercio o en la producción de alimentos, indudablemente se convertirán en plagas, mientras que otras se establecerán permanentemente, pero tendrán poco o ningún impacto económico. Las invasiones relativamente recientes de *Toxoptera citricidus*, el áfido café de los cítricos, constituyen un ejemplo del potencial de estos inmigrantes.

## A BRIEF LOOK AT THE BIOLOGY OF APHIDS

### What makes an aphid an aphid?

Aphids are small, soft bodied insects in the order Hemiptera that live by sucking sap from the phloem of plants. Characters that distinguish aphids are: paired siphunculi, the rostrum appears to originate between the fore coxae; the ultimate antennal segment is divided into a basal and narrower distal part (terminal process); two tarsal segments; forewings with only one strongly developed longitudinal vein, and compound eyes each with a three-faceted ocular tubercle.

### Aphid life cycles

Aphids are most abundant in temperate regions and have evolved some very complex life cycles, to insure survival through harsh conditions, such as cold winters, and to take advantage of seasonal changes in host plant availability. However, in tropical climates, extended cold periods do not exist except at high altitudes, and green plants are available throughout the year. This allows aphids to exist with a very simple life cycle, which is simply the continuous reproduction of females giving live birth to more females (parthenogenesis) and never undergoing sexual reproduction.

Many species found in Costa Rica are of temperate origin and, although they have a more complicated life cycle in temperate regions, they live without sexual reproduction (anholocycle) in this tropical climate. In temperate zones it is necessary for aphids to remain as eggs on dormant host plants, in order to survive during winters. A life cycle involving the production of sexual forms in the fall, (males and egg laying females, oviparae) is called holocycle, and may be illustrated by using *Acyrtosiphon pisum*, the pea aphid. During the cold winter months, the aphids survive as eggs on perennial leguminous hosts. In the spring, nymphs that grow into wingless, viviparous females (founders) hatch from the

## BREVE RESEÑA SOBRE LA BIOLOGÍA DE LOS ÁFIDOS

### Que caracteriza a un áfido?

Los áfidos son insectos pequeños de cuerpo suave del orden Hemiptera, que se alimentan del floema de las plantas. Las características que distinguen a los áfidos son: un par de sifunculos; el rostro parece originarse entre las coxas anteriores; el último segmento antenal está dividido en una parte basal y una parte distal más angosta, o *processus terminalis*; dos segmentos tarsales; las alas anteriores presentan una sola vena longitudinal bien desarrollada, y ojos compuestos, cada uno con un tubérculo ocular de tres facetas.

### Ciclos de vida de los áfidos

Los áfidos son más abundantes en regiones templadas y han desarrollado algunos ciclos de vida muy complejos, con el fin de asegurar la supervivencia durante condiciones severas, tales como el invierno, y para aprovechar los cambios estacionales con la disponibilidad de plantas hospederas. Sin embargo, en el trópico no se producen períodos extendidos de temperaturas frías, excepto a grandes altitudes, y las plantas verdes se encuentran disponibles durante todo el año. Estas condiciones permiten que los áfidos existan con un ciclo de vida muy simple, el cual consiste en la reproducción vivípara continua de las hembras, para dar origen a más hembras, sin que ocurra nunca la reproducción sexual, en un proceso llamado partenogénesis.

Muchas especies de áfidos que se encuentran en Costa Rica son originarias de zonas templadas, y aunque estas especies presentan un ciclo de vida complicado en dichas regiones, en el clima tropical existen sin reproducción sexual (anholocíclica). En las zonas templadas, los áfidos sobreviven en reposo durante el invierno, en estado de huevos sobre plantas hospederas. El ciclo de vida en el cual se producen las formas sexuales durante el otoño (machos y hembras ovipositoras, ovíparas) se llama holocíclico, y

eggs and begin a series of generations of viviparous females, both wingless and winged, that continues into autumn. In the autumn, oviparous females and males are produced; then they mate, and overwintering eggs are laid on the host.

A more complicated version of holocyclism is shared by many of the species found in Costa Rica in their temperate homes. A good example of this is *Capitophorus hippophaes*. The cycle includes an overwintering host/s and very different summer host/s. Winter is spent as eggs on species of two related genera of shrubs, *Hippophaes* and *Eleagnus*. Beginning with the founders, there are three generations on the primary host in the spring. The third generation is winged and emigrates in search of secondary hosts, *Polygonum* spp., on which they produce a generation of apterous (wingless) offspring. This is followed by a series of apterous and alate (winged) viviparous females throughout the summer. In the autumn, another winged form is produced (gynopara) that leaves the summer host in search of the winter host. Later, males are also produced on the summer host and they also leave in search of the winter host. When the gynoparae arrive on the winter host, they begin to feed and produce nymphs that will become oviparae (egg layers) on maturation. The males arrive at the winter host, and mate with the oviparae which produce the overwintering eggs. Aphids such as *Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, *Marcosiphum euphorbiae* and *Hyperomyzus lactucae* have this type of life cycle.

### Host Relationships

Most aphid species are relatively host specific, feeding exclusively on species in a single host genus, or on species in closely related host genera. Unfortunately, many pest species have exceptionally broad host ranges, often feeding on hundreds of different species in many plant families. This is particularly true for *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Aphis spiraecola*, *Aphis craccivora*, *Macrosiphum euphorbiae*

se puede ilustrar mediante el ciclo de vida de *Acyrtosiphon pisum*, el áfido de la arveja. Durante los meses fríos del invierno, los áfidos sobreviven en forma de huevos, sobre plantas hospederas leguminosas perennes. En la primavera, las ninfas emergen de los huevos, se convierten en hembras ápteras vivíparas (fundadoras) y se inicia una serie de generaciones de hembras vivíparas, aladas y ápteras, que continúa hasta el otoño. En el otoño nacen las hembras ovíparas y los machos; estos se aparean y los huevos son depositados en la planta hospedera, donde sobreviven durante el invierno.

Un tipo aún más complejo de reproducción holocíclica se presenta en las zonas templadas, en muchas especies de áfidos encontradas en Costa Rica. Un buen ejemplo de esto es *Capitophorus hippophaes*, cuyo ciclo incluye una o más hospederas invernales y una o más hospederas muy diferentes durante el verano. Durante el invierno, sobrevive en forma de huevos, sobre especies de dos géneros relacionados de arbustos, *Hippophaes* y *Eleagnus*. Empezando con las fundadoras, en la primavera existen tres generaciones sobre la hospedera primaria. La tercera generación es alada, y migra en busca de las hospederas secundarias, *Polygonum* spp., sobre las cuales producen una generación áptera (sin alas). Esta generación es seguida por una serie de generaciones de hembras ápteras y aladas durante el verano. En el otoño se produce otra forma alada (ginópara) que abandona a la hospedera de verano para buscar a la hospedera de invierno. Más tarde nacen los machos sobre la hospedera de verano, y estos también emigran en busca de la hospedera de invierno. Cuando llegan las ginóparas a la hospedera de invierno, empiezan a comer y a producir ninfas que se convertirán en ovíparas (ponedoras de huevos) cuando maduren. Los machos llegan a la hospedera del invierno y se aparean con las ovíparas, las cuales producen los huevos que sobrevivirán al invierno. Los áfidos como *Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, *Marcosiphum euphorbiae* y *Hyperomyzus lactucae* presentan este tipo de ciclo de vida.

and many other widely distributed pest species. Within these broad host ranges, there may be “preferred” hosts with species like *Aphis craccivora*, preferentially feeding on species of the family Fabaceae, and *Aphis spiraecola* on species of the Rosaceae. Aphids select host plants based on chemical stimuli; in some cases, a particular stimulus is needed; in other cases, the absence of a negative stimulus may be all that is necessary. Aphids arriving in the diverse tropical system may find plants far outside their normal host range, that are acceptable to them.

It is in the area of host-plant relationships that much work needs to be done in Costa Rica. This is especially critical for understanding the movement of plant viruses from wild hosts to crops. Understanding the regional nature of host-plant relationships is also important. Even among cosmopolitan aphid species with large numbers of recorded hosts, the host relationships at the local level may be quite narrow.

In Costa Rica we see unusual host-plant relationships for some species. *Sitobion ptericolens* is a native of North America, feeding on a single host fern, *Pteridium aquilinum*. It has been found on other species of ferns in Costa Rica, which may not be surprising, but it has also been collected and observed in large colonies on three different species of *Dahlia* at three different locations in Costa Rica. The only conclusions possible are that this species has accepted another host, or that this is a different biological species that is indistinguishable from the species found in North America. As more aphids are collected in the field and their hosts identified, new host relationships will undoubtedly be found.

### Identification of Aphids

The identification of aphids is performed by using a compound microscope to examine specimens that have been cleared and mounted on microscope slides. Magnifications of 100-400 times are needed in order to see the

### Relaciones áfido-hospederas

La mayoría de las especies de áfidos son relativamente selectivas (hospedero específicas), y se alimentan exclusivamente de especies de plantas que pertenecen a un solo género, o sobre especies de géneros relacionados. Desafortunadamente, muchas de las especies que son plagas presentan una gama de plantas hospederas muy amplia, y se alimentan sobre cientos de especies diferentes en muchas familias de plantas. Esto es particularmente cierto para *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Aphis spiraecola*, *Aphis craccivora*, *Macrosiphum euphorbiae* y muchas otras especies de plagas con una amplia distribución. Dentro de esta vasta gama de hospederas, pueden existir hospederas “preferidas”, por ejemplo, *Aphis craccivora*, se alimenta principalmente de especies de la familia Fabaceae, y *Aphis spiraecola*, de especies de la familia Rosaceae. Los áfidos seleccionan sus plantas hospederas con base en un estímulo químico. En algunos casos se necesita un estímulo particular, mientras en otros casos, es suficiente la ausencia de un estímulo negativo. Los áfidos que llegan al diverso sistema tropical pueden encontrar plantas bastante diferentes a su gama normal de hospederas, pero que aún así les resultan aceptables.

Es en el área de las relaciones áfido-planta hospedera en la que se necesita realizar más trabajo en Costa Rica. Esto es especialmente crítico para entender el movimiento de los virus desde sus plantas hospederas silvestres hacia los cultivos. También es importante entender la naturaleza regional de las relaciones áfido-planta hospedera. Aún en las especies cosmopolitas de áfidos con gran número de hospederas registradas, las relaciones hospederas pueden resultar muy estrechas a nivel local.

En Costa Rica, se observan relaciones áfido-planta hospedera poco usuales en algunas especies. *Sitobion ptericolens* es una especie nativa de Norteamérica, que se alimenta sobre una única especie de helecho, *Pteridium aquilinum*. Este áfido ha sido encontrado

characters that are used in keys. With very few exceptions, keys to aphids are only for winged and wingless viviparous adults. Nymphs cannot be identified. All specimens with wings are adults. To determine if a wingless specimen is an adult, look for the rudimentary gonapophysis (see below) and/or the subgenital plate. These features are found only in adults.

There are many methods for making slide mounts of aphids. They can be divided into two general groups; methods that use Canada balsam as the mounting medium, and methods that use gum-based mountants, such as Hoyers or Berlese. The latter are water based and are not archival unless ringed in order to prevent hydration in very humid climates or dessication in dry climates. Mounting specimens into balsam produces archival slides that remains in excellent conditions in any climate, and although it takes longer to do, is the recommended technique. The following method, developed and used by the British Museum, is relatively easy, and uses readily available chemicals (Martin 1983).

The clearing procedure can be carried out in small test tubes in a mildly boiling water bath.

- Gently boil the specimens in 95% alcohol for 1-2 minutes.
- Decant the alcohol, add 10% KOH (potassium hydroxide) and return to water bath for at least 3 minutes. Some specimens will take longer to clear. The aphids will begin to lighten in color when the KOH has penetrated the body.
- Decant the KOH and wash the specimens using 5-6 changes of distilled water. Allow to set for 5 minutes with each change of water.
- Decant water and add glacial acetic acid, leave for 2-3 minutes, decant acetic acid and repeat with glacial acetic acid for another 2-3 minutes.
- Decant acetic acid and add clove oil. Leave in this for 10-20 minutes until specimens are clear.

alimentándose de otras especies de helechos en Costa Rica, algo que tal vez no resulte sorprendente, pero también ha sido recolectado y observado en grandes colonias sobre tres especies de *Dahlia*, en tres lugares distintos de Costa Rica. La única conclusión posible es que esta especie ha aceptado a otra hospedera, o que constituya una especie diferente que aún no se puede distinguir de la encontrada en Norteamérica. Al recolectar más áfidos en el campo e identificar sus hospederas, indudablemente se descubrirán nuevas relaciones entre ambos.

### Identificación de los áfidos

La identificación de los áfidos se realiza mediante el examen, con microscopio compuesto, de especímenes aclarados y montados sobre portaobjetos. Es necesario un aumento de 100-400 X para poder observar las características usadas en las claves de identificación. Con pocas excepciones, las claves de áfidos están hechas para adultos vivíparos alados y ápteros. Las ninfas no pueden ser identificadas. Todos los especímenes alados son adultos. Para determinar si un espécimen áptero es adulto, se observa la gonopófisis rudimentaria (ver más adelante) y/o la placa subgenital; estas características se encuentran únicamente en los adultos.

Existen varios métodos para el montaje de áfidos. Estos se pueden dividir en dos grupos generales: los que utilizan el Bálsamo de Canada como medio, y los métodos que utilizan gomas de base, como Hoyers o Berlese. Estos últimos tienen una base de agua y no son aptos para archivar, a menos que se sellen los bordes de las láminas para prevenir la hidratación en climas húmedos o la desecación en climas secos. El montaje de especímenes en bálsamo, produce láminas archivables que se conservan en excelentes condiciones en cualquier clima. Aunque estos procedimientos requieren de un mayor tiempo de preparación, ésta es la técnica más recomendada. El siguiente método, desarrollado y usado en el

- Transfer aphids to a drop of Canada balsam centered on a clean slide and arrange. Body should be dorsal side up, appendages spread out and rostral segment pulled to one side.
- Dip a clean coverslip in xylene and immediately lower it onto the specimens in the drop.
- Temporarily label the slide with a waterproof marker.
- Dry the slide horizontally, in an oven at 50°C for a week.

Sometimes specimens will collapse when placed into glacial acetic acid. This can be prevented by tearing a slit or hole in the venter of the abdomen of each specimen, just prior to the glacial acetic acid step, or before beginning the entire process. A hole in the abdomen allows the rapid penetration of the solutions and does not detract from the final mount of the aphid. Tools small enough to tear a hole in the abdomen can be made by using a fine wooden stick with minuten pins pushed into one end and bent into an L-shape.

It is important that the specimens be thoroughly cleared and arranged on the slide, so that all the characters can be seen. This is sometimes difficult to do, but it is better to make fewer slides of excellent quality than to make many slides of improperly cleared, poorly arranged specimens.

Attach permanent labels to each slide. The standard is to use the label on the left side of the slide, for the scientific name of the aphid and the name of the person who made the determination. The label on the right side of the slide is for host-plant, locality, date, collector, slide number and any other pertinent information. It is useful to give each slide a unique number or identifier.

### Characters Used in Aphid Identification

Virtually every feature on the exterior of an aphid (Fig. 1), and even the embryos that can be seen in the abdomen, are used to help in the identification. Below is a short discussion

Museo Británico, es relativamente sencillo y utiliza reactivos fácilmente disponibles (Martin 1983).

El procedimiento para aclarar los especímenes se realiza en tubos de ensayo pequeños, en un baño María.

- Hervir suavemente los especímenes en alcohol al 95% durante 1-2 minutos.
- Decantar el alcohol, agregar KOH (Hidróxido de potasio) al 10% y volver al baño María por un mínimo de 3 minutos. Algunos especímenes tardarán más tiempo en aclararse. El color de los áfidos se aclara una vez que el KOH ha penetrado el cuerpo.
- Decantar el KOH y lavar los especímenes de 5 a 6 veces con agua destilada. Dejar remojando durante 5 minutos con cada cambio de agua.
- Decantar el agua y añadir ácido acético glacial. Dejar reposar 2-3 minutos, luego decantar el ácido acético y repetir con ácido acético durante 2-3 minutos.
- Decantar el ácido acético y agregar aceite de clavo. Dejar remojando durante 10-20 minutos, hasta que los especímenes se aclaren.
- Transferir los áfidos a una gota de Bálsamo de Canadá centrado en un portaobjetos. El cuerpo debe quedar con el dorso hacia arriba, los apéndices bien separados y el segmento rostral hacia un lado.
- Mojar con xileno un cubreobjetos limpio y cubrir inmediatamente el espécimen.
- Rotular provisionalmente el portaobjetos con un marcador permanente.
- Secar el portaobjetos en posición horizontal, en un horno a 50°C durante una semana.

A veces, los especímenes se colapsan al introducirlos en el ácido acético glacial. Esto puede prevenirse al abrir un hueco pequeño en la superficie ventral del abdomen de cada espécimen, justo antes, de meterlo en el ácido acético glacial, o bien antes de empezar el proceso. Esto permite la penetración rápida de las soluciones y no afecta el montaje final del áfido. Se puede hacer una herramienta pequeña, con un palito fino de madera como

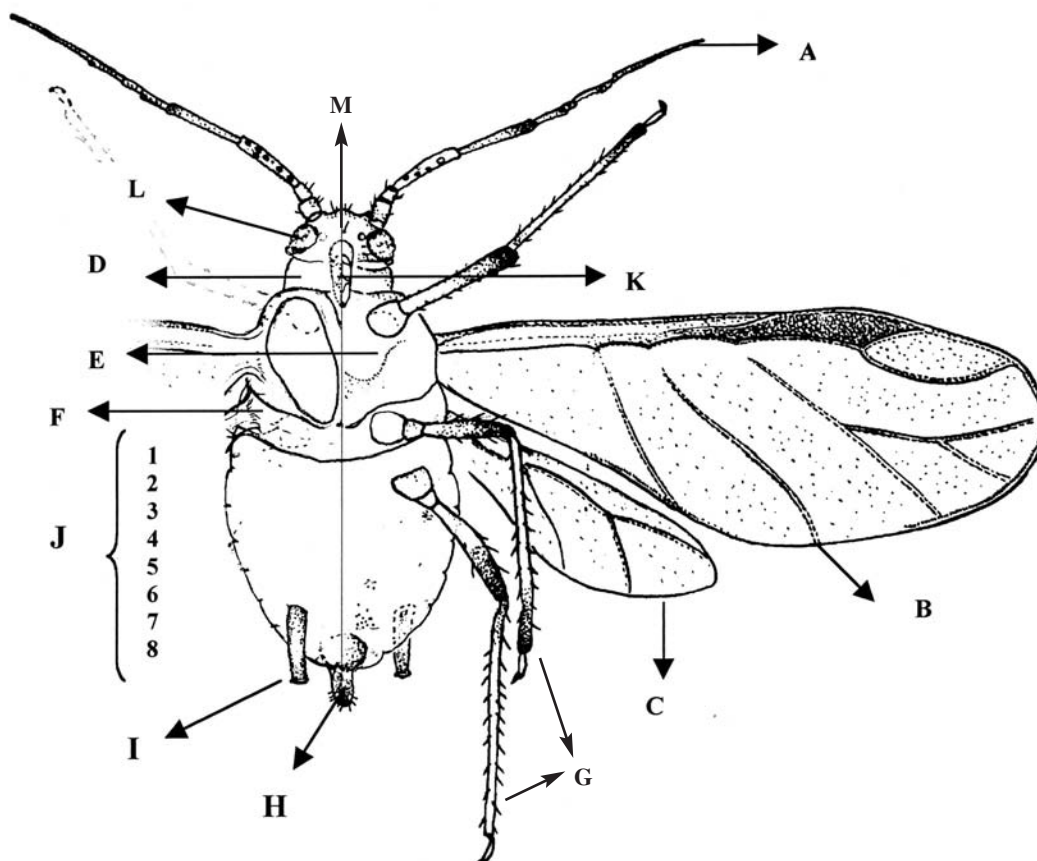


Fig. 1. General morphological characters of aphids. A antenna, B forewing, C hindwing, D prothorax, E, mesothorax, F metathorax, G legs, H cauda, I siphunculus, J abdominal segments I-VIII, K rostrum, L compound eye, M cabeza.

Fig. 1. Características morfológicas generales de los áfidos. A antena, B ala anterior, C ala posterior, D protórax, E mesotórax, F metatórax, G patas, H cauda, I sífúnculo, J segmentos abdominales I-VIII, K rostro, L ojo compuesto, M cabeza.

that will introduce the characters and terms used to describe them.

#### *Sclerotization*

Aphids are soft bodied insects; when their interior is cleared and the specimen is mounted on a slide, the patterns of sclerotization become evident. Sclerotization is the tanning or hardening of the cuticle. Areas where muscles attach are sclerotized; for example, joint areas of the leg segments are most often sclerotized, while the middle of a segment may not display discernible sclerotization. However,

mango y microalfileres (*minutens*) doblados en forma de L.

Es importante que todos los especímenes se aclaren completamente y sean acomodados en el portaobjetos de manera que se puedan observar todas sus características. A veces esto es difícil, por lo que es mejor preparar menos portaobjetos de excelente calidad, que muchos con especímenes inapropiadamente aclarados y mal colocados.

Para rotular permanentemente los portaobjetos, se utiliza una etiqueta al lado izquierdo con el nombre científico del áfido y el nombre de la persona que lo identificó. Al lado



patterns of sclerotization do not always reflect underlying muscle attachment, and all parts of the body may be variously sclerotized. The patterns are often conservative and useful for identification, besides, frequently, they are different between winged and wingless adults of the same species. Sclerites are usually large and are often referred to according to their placement: lateral sclerites, pleural sclerites, dorsal abdominal sclerites. In some species there are small sclerotic areas at the base of the setae. These are known as scleroites.

#### *Setae*

Another character that can be found on all parts of the body of an aphid is the setae. They vary in abundance, shape, length and placement, and all the variations are used for identification. Setae can be stout, blunt, fine, knobbed, pointed, fan shaped, and bent. Setal characters are usually similar between winged and wingless adults.

#### *Head*

**Antennae.** Most adult aphids have antennae of 6 segments, the first two are quite short and are called the scape and the pedicel. The remainder of the antenna is called the flagellum, which usually consists of four segments; in some species the flagellum may consist of only two or three segments. The terminal segment is subdivided in two parts the base and the terminal process. Each of the last two segments have one primary sensoria. On the terminal segment, the primary sensoria is located at the distal end of the base, and on the penultimate segment, at the distal end. There may be secondary sensoria on the basal segments of the flagellum (Fig. 2). Counts of secondary sensoria, as well as their highly varied shape and distribution on the segments, are often used in keys. Winged aphids usually have more secondary sensoria than do wingless adults, and the antennae of most males are covered with secondary sensoria. The ratio of the terminal process to the base of the terminal antennal segment is also commonly used in

derecho se coloca otra etiqueta con el nombre de la planta hospedera, el lugar, fecha, nombre de la persona que lo recolectó, número del portaobjetos y cualquier otra información pertinente. Es útil usar un número único para identificar cada portaobjetos.

#### **Características usadas en la identificación de los áfidos**

Prácticamente todas las características del exterior del áfido (Fig. 1), y hasta los embriones que se puedan observar en el abdomen, se utilizan en la identificación. A continuación se presentan las principales características morfológicas y una breve descripción de ellas.

#### *Esclerotización*

Los áfidos son insectos de cuerpo suave; cuando se aclara el interior y se monta el espécimen en un portaobjetos, se hacen evidentes los patrones de esclerotización. La esclerotización es el oscurecimiento o endurecimiento de la cutícula. Las áreas donde se insertan los músculos son esclerotizadas; por ejemplo, las articulaciones de los segmentos de las patas, están muy a menudo esclerotizadas, por el contrario, la parte central de un segmento no presenta esclerotización obvia. Sin embargo, los patrones de esclerotización no siempre reflejan las inserciones musculares subyacentes y todas las partes del cuerpo pueden estar esclerotizados en forma variada. Los patrones de esclerotización frecuentemente son conservados y por lo tanto de gran utilidad para la identificación; además suelen ser diferentes entre adultos alados y ápteros de la misma especie. Generalmente los escleritos son grandes, y a menudo se hace referencia a ellos de acuerdo con su ubicación: escleritos laterales, escleritos pleurales, escleritos abdominales dorsales. En algunas especies existen áreas escleróticas pequeñas en la base de las setas, estas se conocen como escleroites.

#### *Setas o pelos*

Las setas o pelos son otra característica que se encuentra en todas las partes del cuerpo

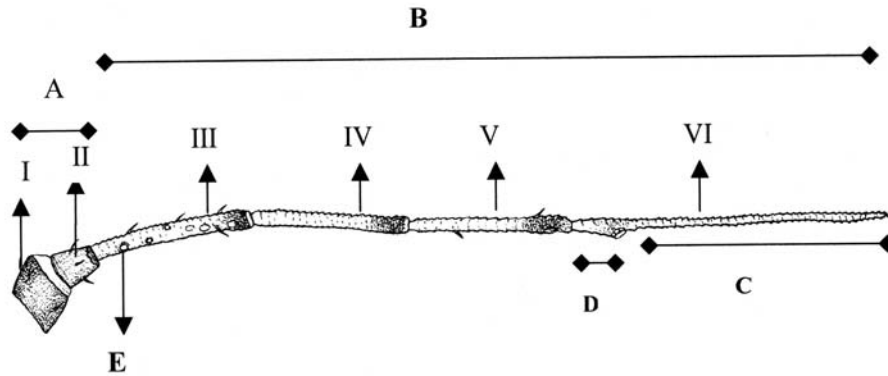


Fig. 2. Morphological characters of antennae. A scape and pedicel (basal segments I-II), B flagellum (segments III-VI), C terminal process, D base, E secondary sensoria.

Fig. 2. Características morfológicas de las antenas. A escápula y pedicelo (segmentos basales I-II), B flagelo (segmentos III- VI), C *processus terminalis*, D base, E rinarios secundarios.

keys. Often the entire length of the antennae is compared to the length of the body.

**Eyes.** Most adult aphids have large compound eyes. Each eye has a tubercle, usually on the posterior edge, on which there are three individual facets. This structure is also known as an ocular tubercle or triomattidium. Deviation from this pattern is used as a character in keys. For example, apterous adult aphids that live on roots or in galls often have reduced eyes that consist of a small number of facets and sometimes this may be reduced to only three facets per eye.

In addition to the compound eyes, and triomattidia, winged aphids have three ocelli. Each ocelli looks like an enlarged eye facet. One is usually located on the front of the head between the antennae, the other two are located on the vertex, one above each compound eye. They are light sensitive and may be important in orientation during flight. The location of the ocelli is sometimes mentioned in keys.

**Frontal and antennal tubercles.** The shape of the frontal surface of the head viewed from above can be highly varied (Fig. 3). The surface between the antennae may be flat, or it may be W or U shaped. The antennae may be attached to extended projections on the front of the head; antennal tubercles, and a median frontal tubercle may be found between the two antennal tubercles (Fig. 4).

de un áfido. Varían en abundancia, forma, largo y ubicación, y todas estas variaciones se utilizan para la identificación. Las setas pueden ser gruesas, romas, finas, nudosas, agudas, en forma de abanico o dobladas. Las características de las setas son generalmente similares entre adultos alados y ápteros.

#### Cabeza

**Antenas.** La mayoría de los áfidos adultos tiene antenas de 6 segmentos. Los dos primeros segmentos son bastante cortos y se llaman escápula y pedicelo. El resto de la antena se llama flagelo y consiste de cuatro segmentos, aunque en algunas especies presenta solo dos o tres segmentos. El segmento terminal se subdivide en dos partes, la base y el *processus terminalis*. Cada uno de estos dos últimos segmentos tiene un rinario primario. En el segmento terminal, el rinario primario se encuentra en el extremo distal de la base y en el penúltimo segmento, se encuentra también en el extremo distal. Puede haber rinarios secundarios en los segmentos basales del flagelo (Fig. 2). Recuentos de los rinarios secundarios, así como su gran variedad de formas y distribución en los segmentos, se utilizan a menudo en las claves de identificación. Los áfidos alados generalmente tienen más rinarios secundarios que los adultos ápteros, y las antenas

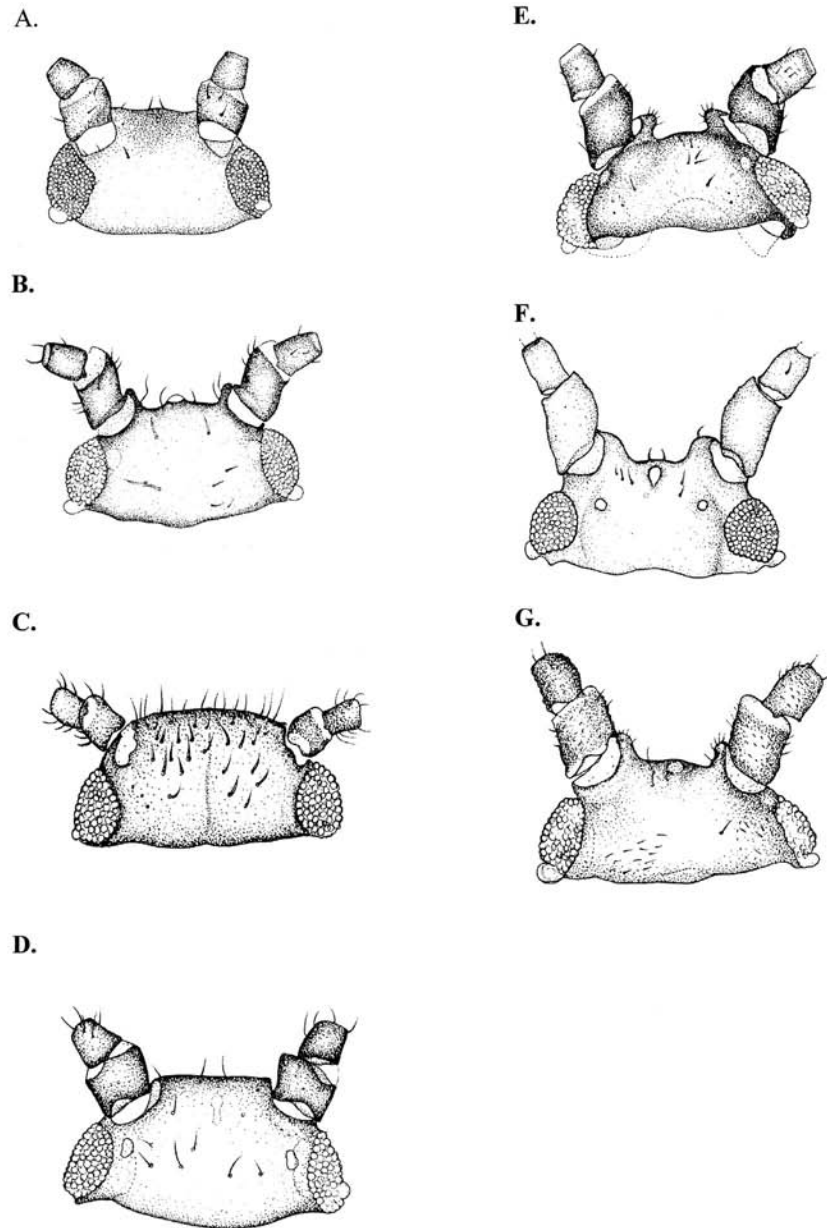


Fig. 3. Dorsal view of various types of fronts. A slightly sinuous (*Aphis illinoisensis*), B sinuous with frontal tubercle developed (*Toxoptera citricidus*), C convex, (*Cinara fresai*), D straight (*Melanaphis sacchari*), E concave with convergent antennal tubercles (*Capitophorus hippophaes*), F concave with parallel antennal tubercles (*Aulacorthum solani*), G concave with very short antennal tubercles (*Pentalonia nigronervosa*).

Fig. 3. Vista dorsal de varios tipos de frente. A ligeramente sinuosa (*Aphis illinoisensis*), B sinuosa con tubérculo frontal medio desarrollado (*Toxoptera citricidus*), C convexa (*Cinara fresai*), D recta (*Melanaphis sacchari*), E cóncava con tubérculos antenales convergentes (*Capitophorus hippophaes*), F cóncava con tubérculos antenales paralelos (*Aulacorthum solani*), G cóncava con tubérculos antenales muy cortos (*Pentalonia nigronervosa*).

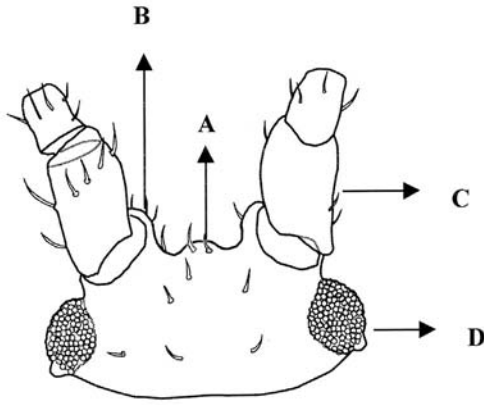


Fig. 4. Dorsal view of head. A frontal tubercle, B antennal tubercle, C antennal segment I, D compound eye.

Fig. 4. Vista dorsal de la cabeza. A tubérculo frontal, B tubérculo antenal, C segmento antenal I, D ojo compuesto.

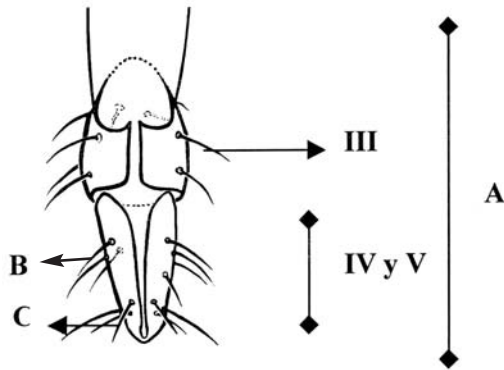


Fig. 5. Rostrum. A Rostral segments III, IV and V, B secondary setae, C primary setae.

Fig. 5. Rostro. A Segmentos rostrales III, IV y V, B pelos secundarios, C pelos primarios.

**Rostrum.** The rostrum is composed of five segments. Segment V is usually very small and partially or totally fused with segment IV. The term ultimate rostral segment is used for the segments IV-V combined (Fig. 5).

#### Thorax

In winged aphids, the prothorax is usually reduced, often with a sclerite dorsally and a

de la mayoría de los machos están cubiertas de rinarios secundarios. También es común utilizar la relación entre el *processus terminalis* y la base del segmento antenal terminal en las claves. A menudo se compara el largo total de la antena con la longitud del cuerpo.

**Ojos.** La mayoría de los áfidos adultos tienen ojos compuestos grandes. Cada ojo tiene generalmente un tubérculo en el borde posterior, en el cual hay tres facetas individuales. Esta estructura es también conocida como tubérculo ocular o *trimatidium*. La desviación de este patrón es usada como una característica en las claves. Por ejemplo, los áfidos ápteros adultos que viven en raíces o en agallas, a menudo tienen ojos reducidos, que consisten de un número pequeño de facetas y a veces pueden estar reducidos a solo tres facetas por ojo.

Los áfidos alados tienen tres ocelos, además de los ojos compuestos y de los tubérculos. Cada ocelo se ve como una faceta alargada. Un ocelo está generalmente colocado en el frente de la cabeza, entre las antenas; los otros dos están localizados en el vértex, uno encima de cada ojo compuesto. Ellos son sensibles a la luz y pueden ser importantes en la orientación durante el vuelo. La ubicación de los ocelos, se menciona a veces en la claves.

**Tubérculos frontales y antenales.** La forma de la superficie frontal de la cabeza, vista desde arriba, puede variar mucho (Fig. 3). La superficie entre las antenas puede ser plana, o puede tener forma de W o U. Las antenas pueden estar unidas a unas proyecciones extendidas al frente de la cabeza; los tubérculos antenales y un tubérculo medio frontal pueden encontrarse entre los dos tubérculos antenales (Fig. 4).

**Rostro.** Está compuesto por cinco segmentos. El segmento V frecuentemente es muy pequeño y está parcial o totalmente fusionado con el segmento IV. El término, último segmento rostral, se refiere a los segmentos IV-V juntos (Fig. 5).

#### Tórax

El protórax de los áfidos alados es generalmente reducido, a menudo con un esclerito

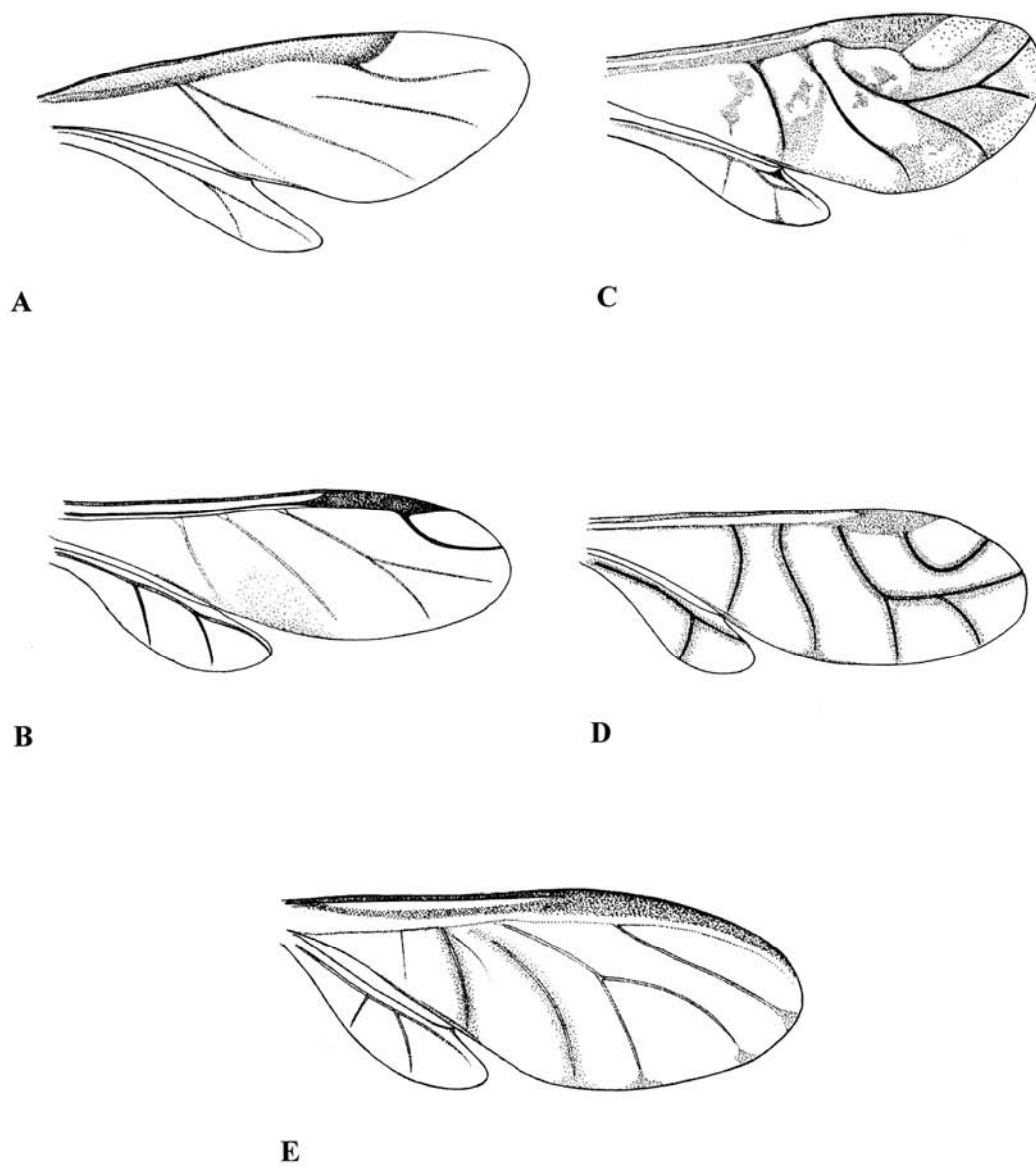


Fig. 6. Various types of wings. A *Tetraneura nigriabdominalis*, B *Toxoptera aurantii*, C *Myzocallis punctatus*, D *Picturaphis pojanii*, E *Lizerius cermelii*.

Fig. 6. Varios tipos de alas. A *Tetraneura nigriabdominalis*, B *Toxoptera aurantii*, C *Myzocallis punctatus*, D *Picturaphis pojanii*, E *Lizerius cermelii*.

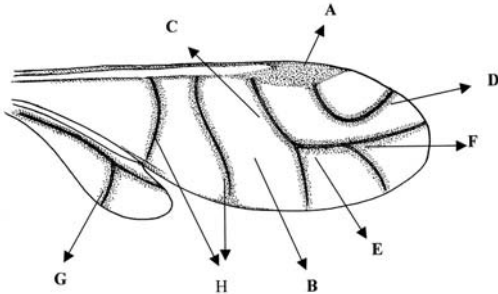


Fig. 7. Morphological characters of wings. A pterostigma, B membrana, C vena media, D sector radial, E primera bifurcación, F segunda bifurcación, G venas oblicuas, H venas cubitales.

Fig. 7. Características morfológicas de las alas. A pterostigma, B membrana, C vena media, D sector radial, E primera bifurcación, F segunda bifurcación, G venas oblicuas, H venas cubitales.

tubercle on each side above the attachment of the legs. The meso and metathorax are combined to form the pterothorax, which is usually heavily sclerotized, and to which the wings are attached (Fig. 1). In wingless aphids the thorax may have wax glands or tubercles on them that are useful characters, but in general, features of the thoracic segments in wingless individuals are not used in keys.

**Wings.** Wings can vary in overall shape, but this feature has not been used in keys. Forewing venation is highly varied (Fig. 6), but the most common pattern consists of a dorsal pterostigma, a radial sector, a median vein that may be forked once or twice, and two cubital veins. Hindwings are considerably smaller and may have two, one or no crossveins (Fig. 7). Wing veins are often bordered by dark pigmentation on the membranous surface of the wing. Modifications in wing veins are used in keys at all classification levels in aphids.

**Legs.** Legs consist of: a coxa, trochanter, femur, tibia and two tarsal segments (Fig. 8). The coxae and femora are sometimes enlarged. Sclerotization and length of the leg segments are often used in keys. The basic shape of the first tarsal segment is triangular, the second is more elongate with two claws at the distal end (Fig. 8). Any variation from this shape is usually noted and useful for keys.

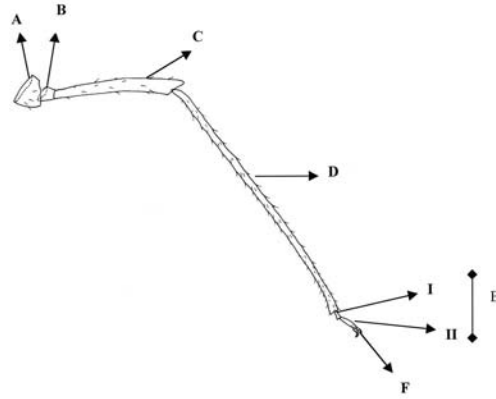


Fig. 8. Morphological characters of hind leg. A coxa, B trocánter, C fémur, D tibiae, E tarsus (segments I-II), F garra.

Fig. 8. Características morfológicas de la pata posterior. A coxa, b trocánter, C fémur, D tibia, E tarso (segmentos I-II), F garra.

dorsal y un tubérculo de cada lado sobre la inserción de las patas. El meso y metatórax se combinan para formar el pterotórax, el cual generalmente es muy esclerotizado y en el cual se insertan las alas (Fig. 1). En las formas ápteras, el tórax puede tener glándulas de cera o tubérculos que son características útiles, pero en general, las características de los segmentos torácicos en individuos sin alas no se usan en las claves.

**Alas.** La forma general de las alas puede variar, pero esta característica no se ha usado en las claves. La venación de las alas anteriores es muy variada (Fig. 6), pero el patrón más común consiste en un pterostigma dorsal, un sector radial, una vena media que puede dividirse una o dos veces, y dos venas cubitales. Las alas posteriores son considerablemente más pequeñas y pueden tener una o dos venas transversales o carecer de ellas. Las venas de las alas a menudo están bordeadas por una pigmentación oscura en la superficie membranosa del ala (Fig. 7). La modificación en las venas de las alas se usa en claves en todos los niveles de clasificación de áfidos.

**Patatas.** Las patas consisten de: coxa, trocánter, fémur, tibia y dos segmentos tarsales

**Tarsal formula.** A tarsal formula is sometimes used to assist in identification in some aphid genera. This is the number of setae on the first tarsal segment, beginning with the anterior pair of legs. A formula of 2,2,3 would mean that each first tarsal segment on the first and second pair of legs has two setae and each first tarsal segment on hind pair of legs has 3 setae.

#### *Abdomen*

**Siphunculi.** The shape and surface features of the siphunculi (cornicles) are almost unique to each aphid species, and they may be the most highly varied structures in aphids (Fig. 9). They vary from a mere ring surrounding a pore, to elongate, swollen, ornately covered structures, and a few species have no siphunculi. The shape of the siphunculi is shared by both winged and wingless adults, but the size may be quite different between them.

**Cauda.** Another highly modified structure on aphids is the posterior appendage of the abdomen, the cauda (Fig. 1). It varies from no more than a slight hump on the last abdominal segment, to an elongate, variously ornamented structure (Fig. 10). The size of the cauda may be quite different between winged and wingless adults, but the shape is usually similar.

**Subgenital plate and rudimentary gonapophysis.** All adults have a subgenital plate, a usually sclerotized area anterior to the genital opening, on the venter of the abdomen (Fig. 11). It usually has a specific setal arrangement, shape and pattern of sclerotization. Just posterior to the subgenital plate are the rudimentary gonapophysis, there may be two, three or four of them. They are small humps, covered with setae and found only in adults. The number of these is used in some keys to separate higher categories of aphids.

**Tubercles.** There may be tubercles of various sizes on the abdominal segments (Fig. 12). They can vary from simple membranous bumps to large, elongate structures with setae and other ornamentation. Placement, size, and the presence or absence of setae on these

(Fig. 8). Las coxas y fémures a veces aparecen agrandados. El largo y la esclerotización de los segmentos de las patas se usan a menudo en las claves. La forma básica del primer segmento tarsal es triangular, el segundo es más alargado, con dos garras en el extremo distal (Fig. 8). Cualquier variación de esta forma se anota y es útil para las claves.

**Formula tarsal.** La fórmula tarsal es usada a veces para ayudar en la identificación de algunos géneros de áfidos. Es el número de setas o pelos en el primer segmento tarsal, empezando con el par de patas anteriores. Una fórmula de 2,2,3 significa que cada primer segmento tarsal en el primero y segundo par de patas tiene dos pelos, y cada primer segmento tarsal en el par de patas traseras tiene tres pelos.

#### *Abdomen*

**Sifúnculos.** La forma y las características superficiales de los sifúnculos son casi únicas para cada especie de áfido; y probablemente son las estructuras más variadas de los áfidos (Fig. 9). Varían desde un simple anillo que rodea a un poro, hasta estructuras alargadas, hinchadas y de cubierta ornamentada; algunas especies carecen de sifúnculos. La forma de los sifúnculos es similar en adultos alados y ápteros, pero el tamaño puede ser muy diferente.

**Cauda.** Otra estructura sumamente modificada en los áfidos es el apéndice posterior del abdomen, la cauda (Fig. 1). Varía desde un pequeño abultamiento en el último segmento abdominal, hasta una estructura alargada y de ornamentación diversa (Fig. 10). El tamaño de la cauda puede variar completamente entre los adultos alados y ápteros, pero normalmente la forma es similar.

**Placa subgenital y gonapófisis rudimentarias,** todos los adultos tienen una placa subgenital, la cual normalmente es un área esclerotizada anterior a la apertura genital en el venter del abdomen (Fig. 11). Normalmente el arreglo de las setas, la forma y patrón de la esclerotización son específicos. Justo detrás de la placa subgenital se encuentran dos, tres o

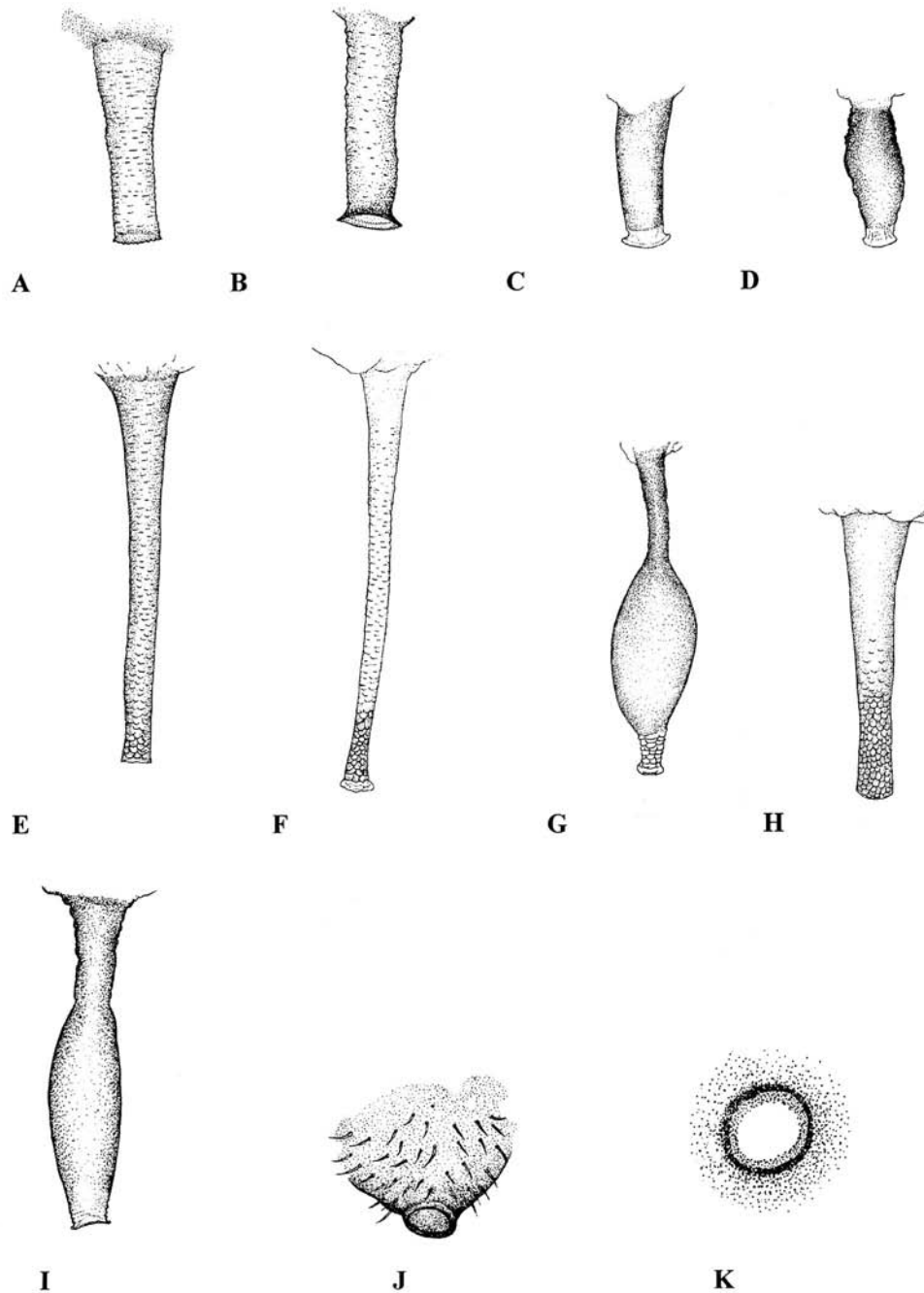


Fig. 9. Varios tipos de sifunculi. A *Aphis spiraeicola*, B *Rhopalosiphon padi*, C *Brachycaudus helichrysi*, D *Brevicoryne brassicae*, E *Acyrtosiphon bidenticola*, F *Macrosiphum euphorbiae*, G *Rhopalosiphoninus latysiphon*, H *Uroleucon gravi-corne*, I *Hyperomyzuz lactucae*, J *Cinara watsoni*, K *Tetraneura nigriabdominalis*.

Fig. 9. Varios tipos de sifunculos. A *Aphis spiraeicola*, B *Rhopalosiphon padi*, C *Brachycaudus helichrysi*, D *Brevicoryne brassicae*, E *Acyrtosiphon bidenticola*, F *Macrosiphum euphorbiae*, G *Rhopalosiphoninus latysiphon*, H *Uroleucon gravi-corne*, I *Hyperomyzuz lactucae*, J *Cinara watsoni*, K *Tetraneura nigriabdominalis*.



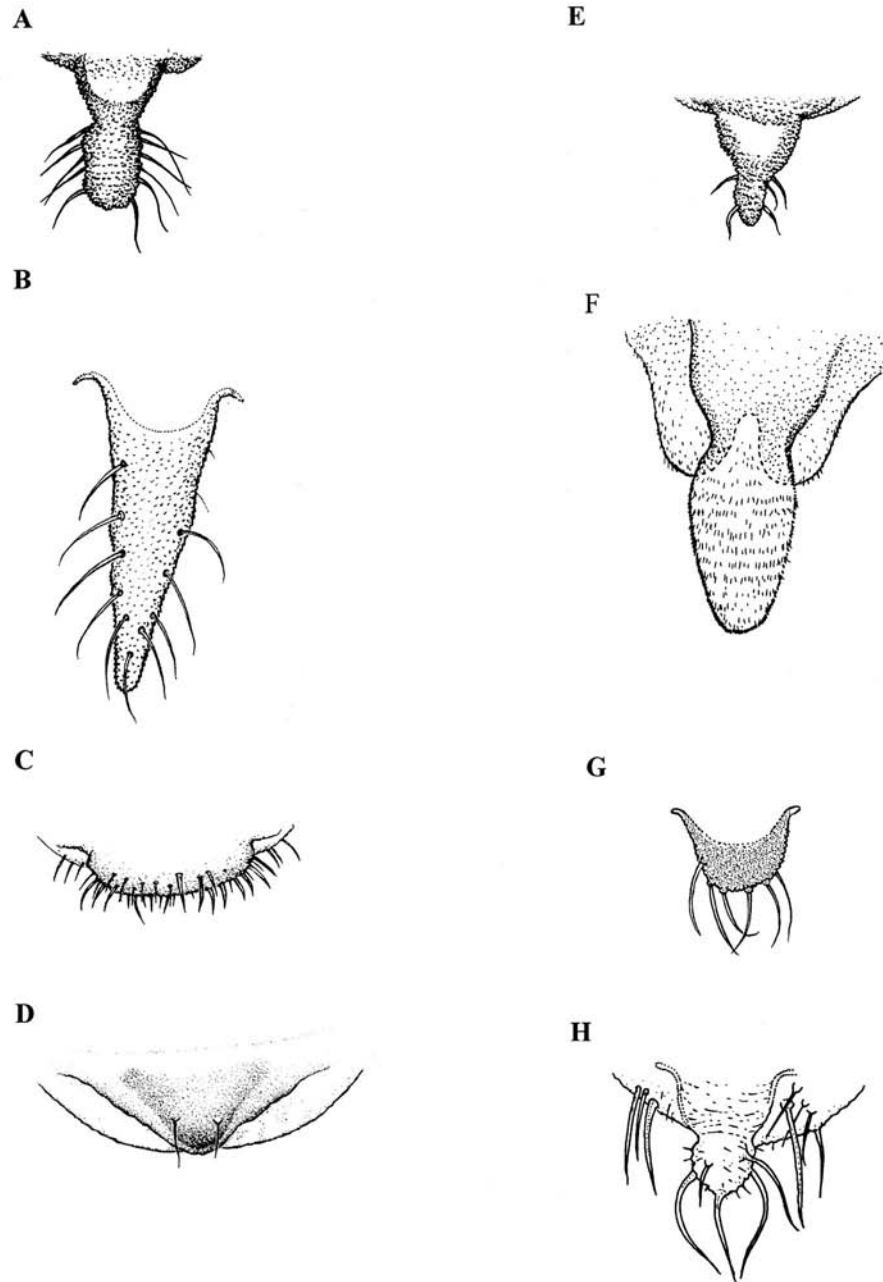


Fig. 10. Dorsal view of various types of cauda. A en forma de dedo, con estrechez (*Aphis spiraecola*), B alargada, triangular (*Macrosiphum euphorbiae*), C semilunar (*Tuberolachnus salignus*), D semicircular (*Tetraneura nigriabdominalis*), E triangular (*Microparsus pojanii*), F en forma de verruga, con placa anal bilobulada (*Lizerius cermelii*), G semicircular (*Brachycaudus rumexicolens*), H knob-shaped, with anal plate round (*Sipha flava*).

Fig. 10. Vista dorsal de varios tipos de cauda. A en forma de dedo, con estrechez (*Aphis spiraecola*), B alargada, triangular (*Macrosiphum euphorbiae*), C semilunar (*Tuberolachnus salignus*), D semicircular (*Tetraneura nigriabdominalis*), E triangular (*Microparsus pojanii*), F en forma de verruga, con placa anal bilobulada (*Lizerius cermelii*), G semicircular (*Brachycaudus rumexicolens*), H en forma de verruga, con placa anal redondeada (*Sipha flava*).

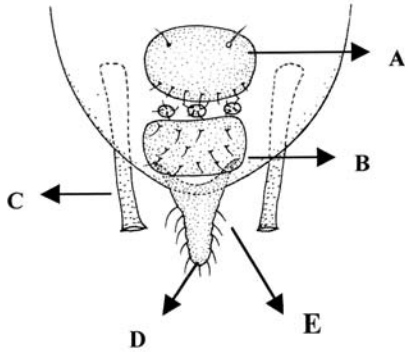


Fig. 11. Ventral view abdomen. A genital plate, B anal plate, C siphunculus, D cauda, E setae.

Fig. 11. Vista ventral del abdomen: A placa genital, B placa anal, C sifunculo, D cauda, E pelos o setas.

tubercles can be very important for identification at various levels.

**Sclerotization pattern.** The arrangement and shape of sclerites on the abdomen are very important in aphid identification.

### Treatment of Species in this Guide

We have attempted to treat each species in an identical manner. The arrangement is by alphabetical order for ease of use. For classification to subfamily and even tribe, readers are referred to Remaudière and Remaudière (1997) where all the described species of aphids are listed by subfamily and, in some groups, by tribes.

- Current scientific names are taken from "Catalogue of the World's Aphididae" (Remaudière and Remaudière 1997).
- Common names are those accepted by the Entomological Society of America or those in use in Central America.
- Names listed in synonymy are: the original description and any encountered in literature relating to aphids of Central America. For example, *Aphis gossypii* has many synonyms; however, in literature relating to aphids of Central America there are no synonyms used. Detailed list of

cuatro gonapófisis rudimentarias. Estas son pequeños abultamientos o protuberancias cubiertas de setas y se encuentran solo en los adultos. El número de estos es utilizado en algunas claves para distinguir las categorías más altas de áfidos.

**Tubérculos.** En los segmentos abdominales pueden haber tubérculos de varios tamaños (Fig. 12). Estos pueden variar desde simples abultamientos membranosos, hasta estructuras grandes y alargadas, con setas y otra ornamentación. La ubicación, tamaño y presencia o ausencia de setas sobre estos tubérculos, pueden ser muy importantes para la identificación a varios niveles de clasificación.

**Patrón de esclerotización.** El arreglo y la forma de los escleritos en el abdomen, son muy importantes para la identificación de los áfidos.

### Tratamiento de los ejemplares en esta guía

Hemos intentado dar a cada especie, un tratamiento idéntico. La descripción de las especies se efectúa por orden alfabético para facilitar su uso. Para la clasificación hasta subfamilia y aún hasta tribu, referimos a los lectores a Remaudière and Remaudière (1997), donde todas la especies de áfidos están ordenadas por subfamilias y, en algunos grupos, por tribus.

- Los nombres científicos fueron tomados de "Catalogue of the World's Aphididae" (Remaudière y Remaudière 1997).
- Los nombres comunes son aquellos aceptados por la Sociedad Entomológica de los Estados Unidos o los usados en Centroamérica.
- Los nombres indicados como sinonimias son: la descripción original y cualquier otra encontrada en la literatura relacionada con áfidos de Centroamérica. Por ejemplo, *Aphis gossypii* tiene muchas sinonimias; sin embargo, en la literatura relacionada con los áfidos de Centroamérica no se usan sinonimias. Sinonimias detalladas para todas las especies pueden ser obtenidos de "Catalogue of the World's Aphididae" de Remaudière y Remaudière (1997).

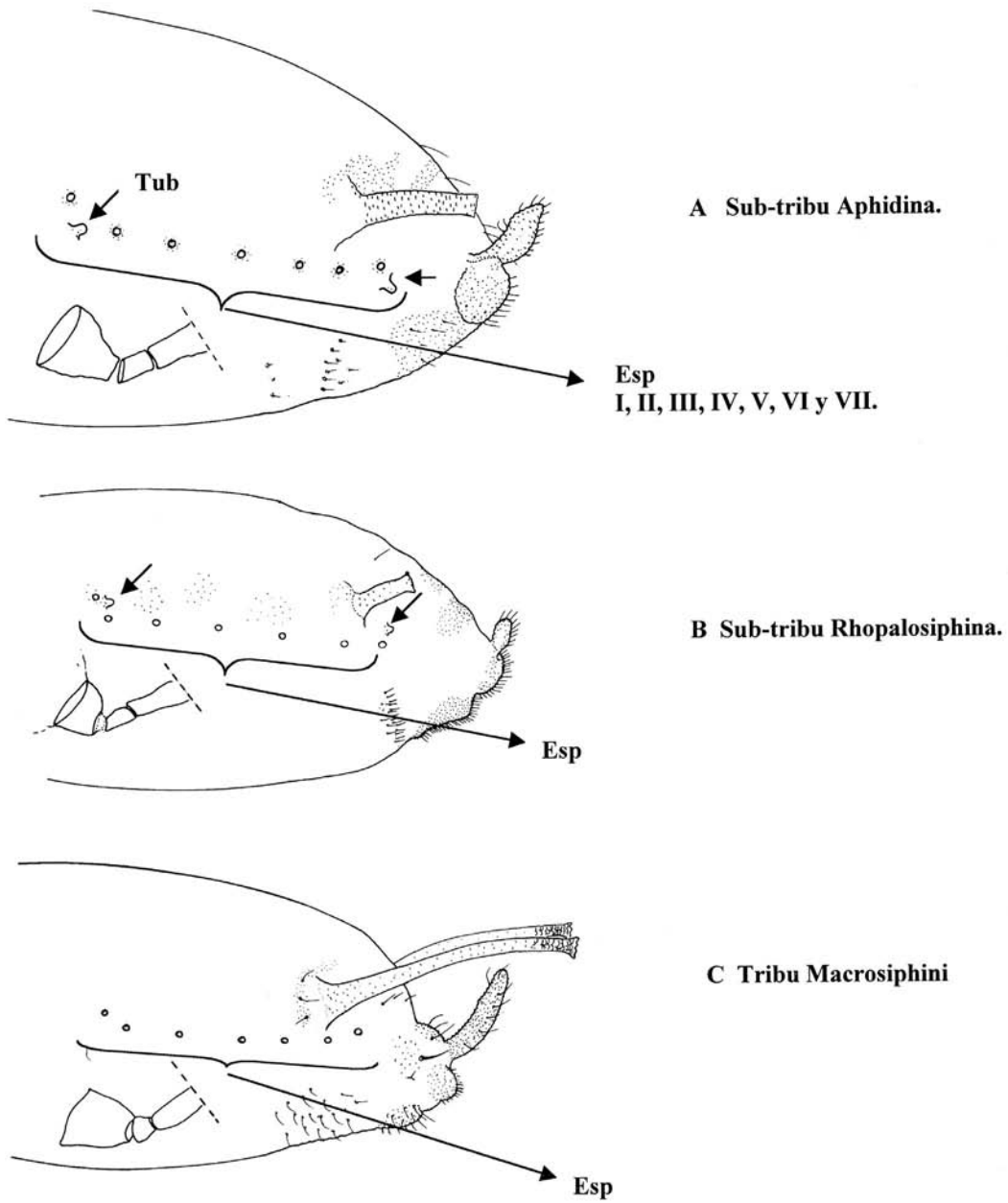


Fig. 12. Position of marginal tubercles ( → ) and abdominal spiracles (I-VII): A Sub-tribu Aphidina, B sub-tribu Rhopalosiphina, C Tribu Macrosiphini.

Fig. 12. Posición de los tubérculos marginales ( → ) y los espiráculos abdominales (I-VII): A. Sub-tribu Aphidina, B. Sub-tribu Rhopalosiphonina y C. Tribu Macrosiphini.

synonyms for all the species may be obtained from “Catalogue of the World’s Aphididae” by Remaudière and Remaudière (1997).

- Descriptions provided are for winged viviparae only. Since most of the collections made in Costa Rica have been in traps, information on color in life is taken from the literature for many species. For some species there are very few specimens, and variability in lengths and counts is taken from the literature (see below). Ideally, ranges of characters would have been based on specimens from Costa Rica; however, for most of the species this was not possible. Variation in characters in Costa Rica will be some subset of the overall range of the species, as known in its region of origin. For the exotic species it will depend on the diversity of the population that was originally introduced. As more work on aphids proceeds, this variability will be discovered.
- Known host records and distribution are recorded here. Because so many of the specimens come from trap catches, host records are limited. The appendix is based on work done by Pamela Anderson in Nicaragua. It is a compilation of host records from the literature. Records from the collections made in Costa Rica by the authors have been added to her original compilation with her permission.
- Photographs were taken using a Spot Insight digital camera, resolution 1600 X 1200, mounted to an Olympus compound microscope.

*List of acronyms used:*

EEFB = Experimental Station Fabio Baudrit.  
 EEJN = Experimental Station Jiménez Núñez.  
 EECD = Experimental Station Carlos Durán.

- Se brindan solamente descripciones para vivíparos alados. Debido a que la mayoría de las recolectas en Costa Rica se realizaron utilizando trampas, la información sobre el color de los ejemplares vivos para muchas especies fue tomada de la literatura. Para algunas especies se cuenta con muy pocos especímenes, y la variabilidad en la longitud y conteos fue tomada de la literatura (ver abajo). Idealmente, los ámbitos de las características debieron basarse en especímenes de Costa Rica, sin embargo, para la mayoría de las especies esto no fue posible. La variación de las características en Costa Rica se encuentra dentro de una parte del ámbito completo de las especies, tal como son conocidas en su región de origen. Para especies exóticas dependerá de la diversidad de la población introducida originalmente. A medida que se realice más trabajo en áfidos, esta variabilidad será descubierta.
- Los registros conocidos de plantas hospederas y su distribución se presentan en este trabajo. Debido a que muchos ejemplares son recolectados con trampas, los registros de hospederas para Costa Rica son limitados. El apéndice se basa en el trabajo realizado por Pamela Anderson en Nicaragua. Este consiste en una recopilación de registros de hospederas tomados de la literatura existente. Los registros de las recolectas hechas en Costa Rica por los autores, se agregaron a su recopilación original con su permiso.
- Las fotografías fueron tomadas con una cámara digital Spot Insight, con una resolución de 1600 X 1200, acoplada a un microscopio compuesto Olympus.

*Lista de las siglas utilizadas:*

EEFB = Estación Experimental Fabio Baudrit.  
 EEJN = Estación Experimental Jiménez Núñez.  
 EECD = Estación Experimental Carlos Durán.

### Key literature sources

Since many of the species from Costa Rica are known only from trap catches and often from only a few specimens, much of the information provided for the species in this guide has been taken from other sources. We have not listed these sources over and over throughout the text, but rather acknowledge them below. Many of these sources have detailed treatments of the species and their many morphs for different geographical regions.

### Fuentes de literatura usadas en la clave

Debido a que muchas de las especies de Costa Rica han sido conocidas solamente por medio de capturas con trampas y a menudo solo de unos pocos ejemplares, mucha de la información ofrecida en esta clave para las especies, ha sido tomada de otras fuentes. No hemos presentado estas fuentes una y otra vez en el texto, sino que hacemos su debido reconocimiento a continuación. Muchas de estas fuentes presentan tratamientos detallados de las especies y de sus muchas formas para diferentes regiones geográficas.

- Blackman, R. L. & V. F. Eastop. 2000. Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide. Wiley, New York. 466 p.
- Blackman, R. L. & V. F. Eastop. 1994. Aphids on the World's Trees: An Identification and Information Guide. CAB International, UK. 1-004 p.
- Cermelii, M. 1984. Claves para la identificación de áfidos capturados en trampas en Venezuela. FONAIAP - Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Instituto de Investigaciones Agronómicas. SERIE A #2-02 Maracay, Venezuela, 162 p.
- Heie, O. E. 1992. The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. IV. Family Aphididae: Part 1 of tribe Macrosiphini of subfamily Aphidinae. Fauna Entomol. Scand. 25: 1-188.
- Heie, O. E. 1994. The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. V. Family Aphididae: Part 2 of tribe Macrosiphini of subfamily Aphidinae. Fauna Entomol. Scand. 28: 1-242.
- Heie, O. E. 1995. The Aphidoidea (Hemiptera) of Fennoscandia and Denmark. VI. Family Aphididae: Part 3 of tribe Macrosiphini of subfamily Aphidinae, and family Lachnidae. Fauna Entomol. Scand. 31: 1-217.
- Holman, J. 1974. Los áfidos de Cuba. Instituto Cubano del Libro, La Habana. 304 p.
- Martin, J. H. 1983. The identification of common aphid pests of tropical agriculture. Trop. Pest Manage. 29: 395-411.
- Palmer, M. A. 1952. Aphids of the Rocky Mountain Region. The Thomas Say Foundation V: 1-452.
- Remaudière, G. & M. Remaudière 1997. Catalogue of the world's Aphididae Homoptera: Aphidoidea. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris.
- Smith, C. F., L. F. Martorell & M.W. Perez Escolar. 1963. Aphididae of Puerto Rico. Univ. Puerto Rico Agr. Exp.Sta. Tech. Paper 37: 1-121.
- Smith, C. F., S. Medina Gaud, L. F. Martorell & M. E. Perez Escolar 1971. Additions and corrections to the Aphididae of Puerto Rico. J. Agr. Univ. Puerto Rico 55: 192-258.
- Stroyan, H. L. G. 1984. Aphids - Pterocommatinae and Aphidinae (Aphidini) Homoptera, Aphididae. Handbooks for the Identification of British Insects 2: 1-232.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Fondo de Incentivos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Costa Rica, the University of Costa Rica, and the Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica.

The authors thank:

The Trustees of the NMH of the British Museum, London, for the loan of specimens for photographic purposes of the following species: *Acyrtosiphon bidenticola*, *Aphis forbesi*, *Cerataphis orchidearum*, *Lizerius cermelii*, *Metopolophium dirhodum*, *Pentalonia nigronervosa*, *Picturaphis brasiliensis*, *Picturaphis pojanii*, *Rhopalosiphoninus latysiphon*, *Schizaphis rotundiventris*, *Sitobion salviae*.

The Systematic Entomology Laboratory, Washington DC; the Canadian National Collection, Ottawa; the Florida State Collection of Arthropods, Florida; the North Carolina State University Insect Collection, North Carolina, for loaning specimens for photographs.

James Nardi, Department of Entomology, University of Illinois, for the use of his digital camera and microscope.

Pamela Anderson for authorizing us to include in this guide her compilation of aphid-host records from the literature, and to add collections made in Costa Rica by the authors.

Carlos Mario Rodríguez and Róger Meneses for the supplied material.

Jorge Gómez Laurito for the identification of some aphid host plants.

Paul Hanson for his critical review of the manuscript.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Fondo de Incentivos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Costa Rica, la Universidad de Costa Rica, y el Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica.

Los autores agradecen:

A los Directores del NMH del Museo Británico en Londres, por el préstamo de ejemplares para fotografía de las siguientes especies: *Acyrtosiphon bidenticola*, *Aphis forbesi*, *Cerataphis orchidearum*, *Lizerius cermelii*, *Metopolophium dirhodum*, *Pentalonia nigronervosa*, *Picturaphis brasiliensis*, *Picturaphis pojanii*, *Rhopalosiphoninus latysiphon*, *Schizaphis rotundiventris*, *Sitobion salviae*.

Al Laboratorio de Entomología Sistemática de Washington DC; a la Colección Nacional Canadiense, Ottawa; a la Colección Estatal de Artrópodos de Florida; y a la Colección de Insectos de la Universidad Estatal de Carolina del Norte, por prestarnos ejemplares de varias especies para fotografía.

A James Nardi, del Departamento de Entomología de la Universidad de Illinois, por permitirnos usar su cámara digital y su microscopio.

A Pamela Anderson por autorizarnos a incluir en esta guía su recopilación de registros de las hospederas de áfidos de la literatura, así como a agregar la recolección realizada en Costa Rica por los autores.

A Carlos Mario Rodríguez y a Róger Meneses por el material suministrado.

A Jorge Gómez Laurito por la identificación de algunas especies de plantas hospederas de áfidos.

A Paul Hanson por su revisión crítica del manuscrito.