

II. GENERALIDADES DE LA SUPERFAMILIA ACRIDOIDEA

Esta superfamilia agrupa aquellos insectos comúnmente conocidos como chapulines, langostas y saltamontes, son reconocidos porque las patas posteriores son grandes y robustas por lo que están adaptadas para saltar; sus antenas son en la mayoría de los casos cortas, ovipositor corto, y el tímpano u órgano auditivo se sitúa en el aspecto dorso-lateral del primer segmento abdominal, los tarsos son invariablemente de tres segmentos (Figura 2) (Pfadt, 1994); pueden ser alados, braquiópteros (alas cortas) o ápteros. Otro rasgo característico es el sonido que emiten cuando sus patas posteriores, se frota contra las tegminas produciendo un sonido conocido como estridulación y cuya función se asocia básicamente con actividades de cortejo y apareamiento. Es también importante establecer la diferencia entre los términos langosta y chapulín, el término langosta, se aplica a ciertos acridoideos migratorios cuyo tamaño es grande, regularmente rebasan los 10 centímetros de longitud o más, los cuales debido a un incremento de población cambian de comportamiento, pasan de la forma/fase solitaria a una forma/fase gregaria, cambiando posteriormente de color y forma (transformación fásica), y requieren tener una zona geográfica de multiplicación y gregarización definida (área gregarígena) (Launois y Launois Luong, 1991). Un ejemplo típico se muestra con la langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker, 1870), que tiene a la península de Yucatán (México), Costa del Pacífico (Guatemala) y zonas aledañas al golfo de Fonseca (El Salvador, Honduras y Nicaragua), como áreas permanentes de reproducción y gregarización (Barrientos *et al.*, 1992). Mientras que con el término de chapulín (grasshopper) se denomina a aquellos acridoideos cuyo tamaño es de pequeño a mediano, su longitud varía de 2 a 7 centímetros aunque algunos pueden llegar a rebasar este promedio, que carecen de una transformación fásica y de una área geográfica de multiplicación y gregarización específica (Gangwere, 1991; Launois y Launois Luong, 1991, Steedman, 1988, en Barrientos *et al.*, 1992), no obstante que pueden presentar altas densidades, emigrar grandes distancias, tener conducta gregaria y ocasionar daños muy severos (e.g. *Oedaleus senegalensis* Kraus, 1877); en el caso del incremento de la población, puede ocurrir en cualquier lugar del área de distribución de la especie, si las condiciones climáticas y ecológicas son apropiadas, lo cual no sucede con las langostas que tienen su sitio bien delimitado para este aspecto. Por otro lado existen ciertos cambios de coloración aunque con mayor frecuencia se asocian como un carácter de dimorfismo.

En ambos casos, si los grupos formados se constituyen por individuos adultos, se les denomina mangas, y si están compuestos por inmaduros (ninfas) se les llama bandas (Barrientos *et al.*, 1992).

II.1. Clasificación taxonómica. De acuerdo con (Otte, 1981; Barrientos *et al.* 1992, Pfadt, 1994):

Phyllum: Arthropoda

Superclase: Hexapoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Orthoptera

Suborden: Caelifera

Superfamilia: Acridoidea

II.2. Distribución taxonómica de la superfamilia Acridoidea en la región neotropical .

Es importante hacer notar que los Eumastacidae y los Proscopiidae fueron elevadas a superfamilias (Eumastacoidea y Proscopioidea). Los Eumastacidae tienen una distribución pantropical, los Pyrgomorphidae son pan y sub-tropicales; los Romaleidae son exclusivos del nuevo mundo, mientras que los Ommexechidae, Tristiridae (se encuentran sólo en la Patagonia), Pauliniidae y Procospiidae, son endémicos para América del Sur.

Entre las nueve subfamilias existentes dentro de Acrididae en la región neotropical, cuatro son endémicas para Sudamérica, éstas son: Copiocerinae, Leptysminae, Rhytidochrotinae y Ommatolampinae; las otras cuatro, que son muy comunes en Centroamérica, tienen una distribución mundial de gran magnitud y éstas son las siguientes: Acridinae, Oedipodinae, Gomphocerinae y Cyrtacanthacridinae (Cuadro 1); mientras que la subfamilia Melanoplinae, habita principalmente en la región holoártica (Barrientos *et al.*, op. cit.).

II.3. Morfología.

Huevecillo: Son de forma alargada, de color crema al principio, que se torna blanco sucio y después gris, se depositan en masa denominada vaina u ooteca (Figura 1), éstas miden 2.5 cm. de largo por 0.5 a 1.2 cm. de ancho y se localizan enterradas en el suelo.

Ninfa: desde que nace, es similar al adulto solo que es más pequeño y sin alas.

El cuerpo de un chapulín adulto se divide en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen, muy aparentes y distintas unas de otras (Figura 5); estos segmentos se articulan unos a otros por medio

de membranas flexibles localizadas entre ellos. La rigidez que presenta el cuerpo se debe a que todo él está revestido por la quitina, que actúa como un esqueleto protector externo, por lo que se le conoce como exoesqueleto (Rojas, 1994). La coloración que se observa en la superficie corporal puede ser de origen pigmentario (depósito de pigmentos dentro de las células epidérmicas) o de orden físico, por difracción de la luz sobre las estructuras cuticulares con índices de difracción diferente (Barrientos, *et al.* 1992).

La coloración juega un papel importante en la biología de los acridoideos, pues representa una característica adaptativa como resultado de la selección natural o sexual; así, los patrones de coloración determinan como los organismos son percibidos por los individuos de su misma especie y sus depredadores. La variación en los patrones de coloración se ve influenciada por las condiciones ambientales de cada sitio y ésta se acentúa si el medio es heterogéneo; de esta manera, dependiendo de las condiciones del hábitat, puede presentarse una variación en las frecuencias de individuos de diferente coloración dentro de una población (Liebert y Brakefield, 1990; Osawa y Nishida, 1992; en Cueva-Del Castillo, 1994). Se ha observado en diferentes especies de chapulines que el color está correlacionado con la humedad ambiental y la contenida en la vegetación, y que al cambiar las condiciones húmedas se manifiesta un cambio en la coloración (Okay, 1953; Rowell, 1967; Ibrahim, 1974; en Cueva-Del castillo, *op. cit.*). La pigmentación verde desaparece cuando los componentes de la dieta se encuentran secos, y ésta tonalidad posiblemente se conserva sólo en condiciones altas de humedad.





Figura 1. Aspecto de las ootecas de diferentes especies de acridoideos.

Cuadro 1. Resumen taxonómico de la superfamilia Acridoidea (compilado de Otte, 1981; Barrientos *et al.*, 1992).

FAMILIAS	SUBFAMILIAS	TRIBU	No. GENEROS NEOTROPICALES	
Acrididae	Melanoplinae		31	
	Acridinae		13	
	Oedipodinae		8	
	Gomphocerinae		27	
	Cyrtacanthacridinae		3	
	Copiocerinae		Aleuini	2
			Copiocerini	15
	Leptysminae		Leptysmini	9
			Tetrataenini	11
				15
	Rhytidochrotinae			15
	Ommatolampinae		Clematodini	1
			Deliini	8
			Pycnosarcini	2
			Ommatolampini	34
			Pauracrini	1
		Syntomacrini	26	
		Annicerini	9	
	Microtylopterini	1		

		Abracrini	16
		Incertae Sedi	4
Romaleidae	Romaleinae		54
	Phaeopariinae		7
	Bactrophorinae		8
	Ophthalmolampinae	Taeniophorini	4
		Ophthalmolampini	26
	Proctolabinae	Coscineutini	1
		Proctolabini	29
Pyrgomorphidae			6
Pauliniidae			2
Tristiridae			19
Ommexechidae	Ommexechinae		8
	Aucacrinae		4
Proscopiidae			17
Eumasticidae			-
Tanaoceridae			
Tetrigidae			
Xyronotidae			

También, se demuestra en diferentes especies, que dependiendo de su coloración, muestran una tolerancia diferencial a la humedad y temperatura (Hill y Taylor, 1933; Buxton en Pepper y Hastings, 1952; en Cueva-Del Castillo, op. cit.), (factores que determinan este carácter).

Con respecto a la selección sexual, la coloración aumenta las posibilidades de apareamiento de un organismo al mostrarse éste más vistoso (Borgia, 1985; Cooke and Davies, 1985; en Cueva-Del Castillo, op. cit.), aunque también, puede incrementar el riesgo de ser depredado al volverlo más aparente ante sus enemigos (Endler 1978, 1980; Ward, 1988; Milinski and Baker, 1990; citados en Cueva-Del Castillo, op. cit.).

Cabeza: es perfectamente diferenciada del resto del cuerpo; en ella se distinguen las antenas que son formadas de varios segmentos llamados artejos. Las antenas son utilizadas principalmente para palpar, aunque también son usadas para detectar el peligro, localizar su alimento, encontrar pareja y percibir vibraciones provocadas por fuentes de sonido o por el viento (Figura 3) (Metcalf y Flint, 1978; Rojas, 1994).

Los ojos son de 2 clases: Dos de ellos grandes, globulosos y muy visibles, éstos son los ojos compuestos, y tres más pequeños ubicados entre los compuestos, en la zona frontal de la cabeza, mucho más difíciles de distinguir, son los ojos sencillos llamados ocelos. En la parte inferior o ventral se encuentra la boca, la cual consta de distintas piezas bucales (Figura 3, 4). Las mandíbulas son muy quitinizadas, sus bordes cuentan con fuertes dientes, como corresponde a un

órgano especial para la trituración de alimentos (Figura 3, 4) (Metcalf y Flint, 1978; Rojas, 1994).

Tórax: en esta estructura se localizan las patas y las alas, se divide en tres segmentos que reciben nombres distintivos: el que porta el primer par de patas es denominado **protórax**, el segmento que contiene las patas medias, además de incluir el primer par de alas o tegminas, es el **mesotórax** y el tercer segmento al cual se adhieren las patas posteriores y el segundo par de alas es el **metatórax** (Figura 5) (Metcalf y Flint, 1978).

Abdomen: es la tercera región del cuerpo y está formado por once segmentos: el primero, algo diferente a los restantes, se encuentra una depresión oval en la que se halla el órgano auditivo o tímpano, que en su esencia consiste en una membrana vibrante sobre la cual se ramifican finísimas fibras nerviosas, provistas de sutilísimas terminaciones sensoriales. Al lado y por delante del tímpano se encuentra el primer estigma abdominal, orificio en forma de ojal a través del cual penetra el aire en el aparato respiratorio (Rojas, 1994) (Figura 5). En esta región estructural se encuentra el tubo digestivo, numerosos músculos, un abundante cuerpo graso, una gran parte de la cadena nerviosa ganglionar y, en el extremo terminal, los órganos reproductores. Siempre es posible diferenciar machos y hembras, desde que nacen (en algunos casos) hasta su estado adulto observando la extremidad o punta del abdomen: las hembras tienen las valvas genitales robustas y cortas, situadas en posición ventral en relación a las placas anales que son el epiprocto y el paraprocto.

Los machos tienen un complejo fálico en forma de concha muy característico (Figura 11), la forma de los cercos de la placa subgenital es siempre utilizada para identificar las diferentes especies, ya que las estructuras genitales de éstos son generalmente más diversificadas que las de las hembras (Barrientos *et al.*, op. cit.).

Tienen tres pares de patas, el tercero de ellos mayor que los dos primeros, de éstos el que está más cercano al cuerpo y más grueso, es el fémur, éste es robusto con músculos fuertes que le permiten saltar (S.A.R.H., 1992); el que está más afuera y es más delgado es la tibia, que en su extremo exterior tiene espinas prominentes o espuelas que ayudan a caminar. Todas las partes de la pata que están más allá del extremo de la tibia, constituyen el tarso o pie, que se encuentra constituido por tres segmentos y que a su vez, en la parte terminal o punta, contiene dos ganchos agudos y curvados o uñas, los cuales generalmente son colocados sobre la tierra cuando el chapulín está caminando (Metcalf y Flint, 1978) (Figura 8).

Entre el fémur y el cuerpo hay dos piezas pequeñas, siendo la más cercana al fémur el

trocánter, y la que está en seguida del cuerpo es la coxa (Metcalf y Flint, 1978) (Figura 8).

Usualmente presentan dos pares de alas bien desarrolladas (Domínguez, 1990), reducidas o vestigiales que se encuentran adheridas al tórax, el primer par al mesotórax y el par posterior al metatórax (Metcalf *et al.*; op. cit.) (Figura 5); el primer par se encuentra endurecido y es llamado tegmina y protege al segundo par que es membranoso y se utiliza para el vuelo (Coronado y Márquez, 1986); la venación está constituida por tubos esclerosados proporcionando resistencia a las mismas y difieren en espesor (Pfadt, 1994). Las alas son simplemente hojas delgadas de cutícula con aspecto parchado, que se mueven por la acción de los músculos adheridos a la base del ala, dentro de la pared del cuerpo (Metcalf *et al.*, op. cit.); ambos pares muestran caracteres de diagnóstico que ayuda en la identificación de especies, como por ejemplo, los chapulines de alas bandeadas (Oedipodinae), presentan alas posteriores con una banda oscura sub-marginal y el disco coloreado (Pfadt, 1994) (Figura 19).

II.4. Biología.

La biología de todas las especies de acridoideos es similar, presentan metamorfosis simple o incompleta, pasando por las etapas de huevo, ninfa y adulto (Coronado y Márquez, 1986), por lo común hay de 5 a 6 estados ninfales, la gran mayoría inverna en estado de huevo, sin embargo, en ciertos lugares con invierno benigno, lo pasan en estado de ninfas desarrolladas o en estado adulto (S.A.R.H., 1992; Huerta, 1993), generalmente existe sólo una generación al año (Metcalf y Flint, 1978), aunque ciertas especies pueden tener tres generaciones sucesivas en una estación lluviosa o hasta cuatro o cinco con desarrollo ininterrumpido (e.g. *Abracris flavolineata* De Geer, 1773) (Barrientos *et al.*, op. cit.). El estado invernante es una fase obligatoria inducida por un factor ecológico cuyas condiciones serían letales para el organismo si no tuviera este carácter (como ejemplo, temperatura relativamente baja), a este fenómeno de interrupción del desarrollo se le denomina **diapausa** y es un mecanismo complejo que corresponde a una adaptación del organismo a su ambiente o medio (Barrientos *et al.*, op. cit.).

En un momento determinado durante el curso del ciclo biológico, se manifiesta un retraso o demora momentánea en el desarrollo inducida por condiciones ambientales desfavorables, siendo inmediatamente sobrepasada si las condiciones ecológicas favorables reaparecen, a esta adaptación transitoria se le conoce como **quiescencia**, y debe interpretarse en función de aspectos biológicos y alimentarios (Barrientos *et al.*, op. cit.).

En el campo es difícil distinguir la **diapausa** de la **quiescencia**, por lo que se opta por

preferir el término de **pausa en el desarrollo**; el hecho de que éstos factores se intercalen no significa la necesidad de que las especies tengan sólo una generación por año, porque, como se mencionó con anterioridad, se encuentran especies que llegan a tener tres generaciones no obstante de presentar pausa durante su ciclo biológico (e.g. *Orphulella punctata*) (Barrientos *et al.*, op. cit.).

En la cópula, los chapulines y langostas se acoplan uniendo las partes terminales del abdomen, el macho se monta sobre la hembra y dependiendo de la especie, el tiempo de unión puede variar desde algunos minutos hasta varias horas, como ejemplo, la duración de la cópula en la langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker) en cautiverio es de 45 minutos a 7.30 hrs. (Barrientos *et al.*, op. cit.), mientras que en el "chapulín de la milpa" (*Sphenarium purpurascens* Charpentier) el acoplamiento dura de 6 a 7 horas (Serrano y Ramos, 1989).

La hembra deposita las ootecas al introducir su abdomen en el suelo, enterrándolas a una profundidad de 3 a 5 cm. en suelos baldíos, orillas de caminos, drenes y canales de riego, márgenes de predios y camellones, aunque algunas especies como el género *Melanoplus*, ovipositan directamente en los terrenos de cultivo, especialmente cuando emigran (S.A.R.H., 1992); en la mayoría de los casos, los huevecillos son puestos envueltos en una capa de materia espumosa. Algunas especies raras ovipositan directamente en el suelo sin la capa espumosa (e.g. *Stiphra* sp. y *Cephalocoema* sp.), otras perforan los tallos de las plantas (*Cornops aquaticum*) o depositan sus racimos sobre las hojas de plantas acuáticas (*Paulinia acuminata*) (Barrientos *et al.*, op. cit.). El potencial reproductivo puede considerarse elevado, en virtud de la predominancia de hembras (proporción de 10 a 1), el número de ovipostura que efectúa es de 6 a 8, el promedio de huevos que se encuentra en cada ooteca varía en cada especie pero es muy elevado (Cuadro 2) y aunado al bajo control natural que se presenta en la población, da lugar a altas infestaciones en aquellos lugares donde se ha registrado su incidencia (S.A.R.H., 1992).

Cuadro 2. Capacidad reproductiva de algunas especies de chapulín (Pfadt, 1985; Serrano *et al.*, 1989; Barrientos *et al.*, 1992; Barrientos, 1993; Alfaro, 1995).

ESPECIE	HUEVECILLOS POR OOTECA
<i>Schistocerca piceifrons piceifrons</i> *(Walker, 1870)	68
<i>Melanoplus bivittatus</i>	50-150
<i>Melanoplus differentialis</i> (Thomas)	50-150
<i>Zonocerus variegatus</i>	40
<i>Sphenarium purpurascens</i> (Carpentier, 1841-45)	29-31

<i>Melanoplus femur-rubrum</i>	25-30
<i>Rhammatocerus schistocercoides</i> (Rehn, 1906)	25-30
<i>Camnula pellucida</i>	15-25
<i>Melanoplus sanguinipes</i>	20
<i>Aulocara elliotti</i>	6-10

*Datos manejados como promedio

El estado embrionario se desarrolla generalmente dentro del suelo, mientras que los otros dos estados (ninfal y adulto) sobre o encima del suelo; la emergencia del embrión o ninfa ocurre al finalizar el desarrollo, ya sea espontáneamente o de forma inducida (lluvia y/o temperatura), en este momento la ninfa se encuentra envuelta por una cutícula cuyas finas ornamentaciones de escamas facilitan su ascenso hasta la superficie del suelo siguiendo el eje del tapón espumoso de la ooteca, ésta se libera de la piel-membrana mediante una muda intermedia (falsa muda), para que sus apéndices se tornen funcionales en algunas horas (Barrientos *et al.*, op. cit.).

La ninfa de los acridoideos pasa por cuatro a ocho estadios verdaderos, según la especie, antes de transformarse en adulto. Durante la muda, la cutícula vieja se rompe en la parte dorsal al nivel del cuello y mediante la contracción rítmica del abdomen, como resultado del aumento de volumen de su cuerpo gracias a los sacos traqueales y de la redistribución de la hemolinfa dentro del mismo, se libera de la exuvia o cutícula vieja antes del rápido endurecimiento del nuevo tegumento (Barrientos *et al.*, op. cit.).

La muda que se realiza durante el último período ninfal para pasar al estado adulto, es semejante a la de la etapa ninfal sólo que en ésta los esbozos de alas se van a desarrollar completamente y el joven adulto va a abrir sus alas para hacerlas secar en posición correcta antes de doblarlas sobre su cuerpo siguiendo ciertas nervaduras longitudinales (Barrientos *et al.*, op. cit.).

Las ninfas al nacer se encuentran agrupadas en pequeñas áreas y después se dispersan; pero si la alimentación es suficiente, permanecerán agrupadas por mucho tiempo antes de invadir o avanzar hacia los cultivos, morfológicamente es similar al adulto sólo que son más pequeñas y sin alas (en el caso de especies aladas). Los adultos pueden encontrarse dispersos o agrupados, dependiendo de la densidad de población y de la escasez o abundancia de alimentos en que se encuentren (S.A.R.H., 1992).

II. 5. Comportamiento.

Característicamente son activos de día, presentan fototropismo o atracción hacia la luz. Como todos los insectos, los chapulines y langostas son de sangre fría (poikilotermos), continuamente ganan y pierden calor del ambiente donde se desarrollan por medio de convección, conducción, radiación, evaporación y metabolismo; la temperatura de su cuerpo fluctúa de acuerdo a ello y su metabolismo en razón casi proporcional a la temperatura del cuerpo, excepto a los niveles extremos. A bajas temperaturas, los acridoideos buscan protección y permanecen inmóviles, mientras que a temperaturas altas permanecen muy activos y respiran con dificultad. El aire es el medio de los insectos terrestres, el cual responde altamente a la temperatura y a las variaciones del viento resultantes de diferencias locales en topografía y protección, creando así los microclimas que los insectos ocupan ya sea en hendiduras entre las hojas, tallos, flores, el suelo o sobre las rocas, de modo que están sujetos a la influencia microclimática.

Dependiendo del gradiente de temperatura del nivel del suelo hacia arriba es lo que determinará el comportamiento de los acridoideos de subir a las ramas, causando cambios apropiados en la fisiología de su cuerpo, así, los llamados “fitófilos” tienden a subir a la vegetación cuando la temperatura del suelo es extremadamente caliente y descienden cuando la temperatura baja, mientras que los “geófilos” o que viven en suelo buscan escondrijos naturales como espacios en el mismo, en las piedras o hendiduras entre las rocas.

Otro factor de importancia en el comportamiento de chapulines y langostas, es el ciclo alterno iluminación-obscuridad (periodicidad) que actúa como señal para determinar sus actividades diurnas a nocturnas y viceversa. La transición del día a la noche va acompañada de un descenso en la temperatura y un incremento en la humedad, lo contrario sucede en el cambio noche-día, de modo que las especies diurnas a menudo pasan la noche sin movimiento en algún lugar de protección, a la mañana siguiente, reanudan su actividad a medida que su metabolismo se incrementa como resultado de la exposición a los rayos solares (Barrientos *et al.*, 1992).

La comunidad vegetal, que con sus características de diversidad, composición, densidad, abundancia y apariencia influye en gran manera en el comportamiento de los acridoideos, ya que las plantas pueden servir como sitios de alimentación, de apareamiento, de oviposición y/o de refugio (Bell, 1991, citado por Mendoza y Tovar, 1996). Mendoza, *et al.* (1996), mediante observaciones hechas en campo, comprobaron que el chapulín *Sphenarium purpurascens* utiliza

las plantas de *Muhlenbergia robusta*, *Opuntia* sp. y *Manfreda brachystachya* como asentamiento (termoregulación, refugio y apareamiento), y que en el caso de *M. robusta*, también es aprovechada como alimento (la espiga, principalmente el polen); hacen mención que otras especies vegetales son empleadas de manera indistinta (alimentación y/o asentamiento) en diferente grado, dependiendo de la variación temporal y espacial de esas plantas.

Por otra parte, algunos acridoideos utilizan la vegetación como lugares de oviposición, por ejemplo, la especie *Cornops aquaticum*, perfora los tallos para depositar su masa de huevecillos (ooteca); otro caso sucede con *Paulinia acuminata*, la cual anida su racimo de huevos sobre las hojas de plantas acuáticas inmersas en el agua (Barrientos *et al.*, op. cit.)

Comportamiento alimentario

Tanto chapulines como langostas son de hábitos fitófagos, sin embargo, los más primitivos (Pyrgomorphidae, Romaleidae) se alimentan principalmente de plantas de hoja ancha, mientras que los más avanzados (Gomphocerinae, Acridinae) lo hacen con pastos. Este patrón va a estar en función de los siguientes factores:

Temperatura. Esta variable es de suma importancia en el comportamiento alimenticio el rango de este factor varía de acuerdo a la especie, al hábitat, hora del día y estación del año. Probablemente se extiende de 16 a 40° C para la mayoría de los acridoideos (Gangwere, 1991); aún dentro del rango correcto, el consumo de alimento es máximo sólo dentro de una zona óptima muy limitada (Barrientos *et al.*, op. cit.).

Periodicidad. La alimentación de chapulines y langostas se realiza durante su etapa de mayor actividad, ya sean diurnos o nocturnos, el cuál en la mayoría comprende de 12 hrs. o más (Barrientos *et al.*, op. cit.).

Estado biológico, tamaño y sexo. El consumo de alimento se incrementa en relación al tamaño, el cual está en función del sexo y del estado biológico, por ejemplo, las hembras adultas de *Melanoplus s. scudderi* (peso medio 0.47 g.) comen más (0.85 cm² en promedio de superficie foliar/individuo/hora) que los machos (peso medio 0.23 g., consumo promedio 0.629 cm²/individuo/hora). Sin embargo, en relación al peso del cuerpo las hembras consumen menos (1.8 cm²/ g. masa de la hembra/hora contra 2.72 cm²/ g. masa del macho/hora). Este consumo menor por gramo-peso de las hembras en comparación con los machos puede atribuirse al mayor grado de actividad de los machos, existiendo una discrepancia similar entre ninfas y adultos.

Por otra parte, individuos recién eclosionados y recién mudados son incapaces de alimentarse, debido a que sus partes bucales están todavía demasiado débiles para la incisión y la masticación, por lo tanto pasan un periodo de post-muda sin alimento, que de acuerdo a la especie, varía desde algunas horas hasta un día o más (Gangwere, 1991; en Barrientos *et al.*, op. cit.); mientras que las ninfas, comen más progresivamente con cada muda (incremento de tamaño) pero menos que los adultos de su mismo sexo y especie. Una vez que alcanzan la madurez sexual, los acridoideos pasan menos tiempo en alimentarse y más en actividades reproductivas, las hembras pueden llegar a estar particularmente débiles como consecuencia en la disminución alimentaria y ésta es más notoria durante el periodo de oviposición (Uvarov, 1977; en Barrientos *et al.*, op. cit.), sin embargo, existen reportes en los que se determina que las hembras incrementan su consumo de alimento entre oviposiciones sucesivas (Mordue y Hill, 1970, citados en Chapman *et al.*, op. cit.), y esto resulta de la necesidad nutricional para procrear su descendencia y del gasto de energía que implica esta etapa de desarrollo (Mendoza *et al.*, op. cit.).

La adquisición de la capacidad de vuelo incrementa el consumo de alimento, tomando como ejemplo a una langosta activa en vuelo migrante, come hasta tres veces su peso/ día en oposición a una langosta solitaria de la misma especie, la cual consume la mitad de su peso/ día aproximadamente (Weish-Fog, 1952, citado por Gangwere; en Barrientos *et al.*, op. cit.).

En la etapa senescente, tanto chapulines como langostas, pierden interés en el consumo alimentario, hasta que éste cesa por completo pocos días antes de morir (Barrientos *et al.*, op. cit.).

Vegetación. La localización, densidad, diversidad, composición y calidad de la vegetación tiene una influencia bastante importante en el hábito alimenticio de los insectos (Bell, 1991) y esto responde a las propiedades **físicas** y **químicas** de las plantas involucradas en este aspecto, dentro del primer factor los elementos que lo componen son: el contenido nutricional, los compuestos químicos secundarios (metabolitos) y el contenido de agua (Mendoza *et al.*, op. cit.).

Contenido nutricional. El nutriente más importante para los herbívoros en general es el nitrógeno (Chapman y Joern, 1990), la disponibilidad de este elemento impone una limitación potencial en el desarrollo y reproducción de los insectos, que pueden tener la capacidad sensorial de distinguir entre hojas con diferentes concentraciones de nitrógeno o aminoácidos mediante la

quimiorreceptibilidad antenal (Abisgold y Simpson, 1987; Chapman y Joern, 1990, en Mendoza *et al.*, op. cit.). Esta capacidad orilla a que chapulines y langostas se distribuyan de manera irregular sobre las diferentes especies vegetales; aunado a este fenómeno, se ha comprobado que éstos, poseen la facultad de aprender a asociar olores con un alimento rico en proteínas y preferir este olor si presentan un período prolongado alimentándose de una especie de planta con bajo contenido de este nutrimento (Dadd, 1985; Simpson *et al.*, 1988; Simpson y White, 1990, en Mendoza *et al.*, op. cit.). Este mismo proceso se lleva a cabo con la necesidad en los niveles internos de carbohidratos, ácidos grasos, sales y vitaminas (Martín, 1983, citado por Mendoza *et al.*, op. cit.).

Compuestos químicos secundarios (metabolitos). Las plantas producen diversas sustancias químicas que son tóxicas en diversos grados, son compuestos de bajo peso molecular que juegan un papel defensivo importante contra el ataque de herbívoros tales como: saponinas, taninos, ligninas, terpenos, alcaloides, aminoácidos no proteicos y compuestos cianogénicos (Miller y Miller, 1986, en Mendoza *et al.*, op. cit.). De acuerdo con su efecto, se agrupan en: tóxicos o venenosos (van Emden, 1973), repelentes de la alimentación (Schoonhoven, 1972), análogos hormonales (Bowers *et al.*, 1976), y de acción física (Gibson, 1971).

Algunas de estas sustancias inhiben el crecimiento y desarrollo de los insectos, mientras que otras interfieren en las actividades proteolíticas y aminolíticas, provocando una reducción o dificultad en la digestibilidad (repelentes alimentarios) (Miller *et al.*, citados en Mendoza *et al.*, op. cit.) como sucede con la especie vegetal *Anthoxanthum* sp., que a pesar de ser abundante es poco consumida por los chapulines, posiblemente por la alta concentración de cumarina que contiene (Mendoza *et al.*, op. cit.).

Contenido de agua. Los acridoideos necesitan mantener cerca de un 70% de contenido de agua en sus cuerpos mediante la ingestión de alimentos que tengan una concentración adecuada de este líquido. De esta manera, cuando chapulines y langostas se encuentran altamente deshidratados, pueden rechazar alimentos secos prefiriendo aquellos con alta concentración de agua que en otras condiciones de hidratación serían rechazados (Lewis y Bernays, 1985, en Mendoza *et al.*, op. cit.).

Las propiedades físicas de las hojas y de las plantas, determinan la elección del alimento y una demora en la alimentación de los acridoideos, sobre todo durante los primeros estadios de desarrollo (Chapman y Joern, 1990); las defensas físicas están representadas por los tricomas no

glandulares, las espinas, y el tamaño, grosor, edad y dureza de las hojas (Esau, 1985, citado por Mendoza *et al.*, op. cit.). En experimentos llevados a cabo por Bernays *et al.* (1970), comprobaron que las ninfas del chapulín *Chortippus parallelus* no consumieron las hojas de la planta *Holcus* sp. debido a que fueron demasiado pubescentes. Asimismo, también observaron que tanto ninfas y adultos de algunos chapulines, rechazaron las hojas de una especie vegetal después de la primera mordida como consecuencia de la dureza de las mismas.

Este mismo fenómeno, se observó en *Sphenarium purpurascens*, que a pesar de que la planta *Muhlenbergia robusta* presentaba una alta densidad de este chapulín, sus hojas no fueron utilizadas como alimento y que probablemente el alto contenido de sílice en las hojas, confirió un grado de dureza suficiente para explicar la nula aceptabilidad (Mendoza *et al.*, op. cit.).

La interacción planta-herbívoro, orilla a que las especies de plantas de diferentes estados sucesionales así como las hojas de diferentes edad, respondan evolutivamente ante el ataque de los herbívoros desarrollando diferentes estrategias de defensa (Feeny, 1970; Feeny, 1976; Rhoades y Cates, 1976; Cates y Rhoades, 1977; Rhoades, 1979; citados en Mendoza *et al.*, op. cit.). Las hojas maduras y las hojas de plantas maduras del bosque, pueden ser más duras y contener sustancias que reducen la digestibilidad, como los taninos y las resinas. Las plantas que son persistentes o aparentes (que siempre se encuentran presentes), son las que desarrollan variaciones físico-químicas que dificultan a los herbívoros encontrar áreas vulnerables (grosor y dureza, alto contenido de fibra y compuestos aleloquímicos) (Coley, 1980; Maugh II, 1982, en Mendoza *et al.*, op. cit.).

Adaptaciones fisiológicas. A través de la relación herbívoro-planta, se ha ido manifestando una presión evolutiva, la cual se caracteriza por las adaptaciones que cada individuo ha desarrollado durante esta interacción, en el caso de chapulines y langostas, éstos pueden enfrentarse a los mecanismos de defensa empleados por las plantas. Por ejemplo, las especies polífagas, presentan la capacidad de diluir los compuestos secundarios elaborados por diferentes especies vegetales o evitan alcanzar la dosis letal de los mismos (Freeland, 1975, en Mendoza *et al.*, op. cit.); además, este carácter generalista permite optimizar el balance de nutrientes (Simpson y Simpson, 1990; Lee, 1990, citados por Mendoza *et al.*, op. cit.). Algunos chapulines se especializan en la edad de la hoja, de donde pueden alimentarse sin riesgo de sufrir toxicidad o problemas de digestión, otros, como en el caso de *Melanoplus differentialis*, se

alimenta de hojas parcialmente marchitas de diversas especies vegetales (Lewis, 1984, en Mendoza *et al.*, op. cit.).

En relación a la falta de nutrientes, los insectos pueden responder de diversas maneras (Simpson y Abisgold, 1985; Simpson *et al.*, 1988 en Mendoza *et al.*, op. cit.); la langosta de Norteamérica (*Schistocerca americana*), varía su dieta entre alimentos que contienen nutrientes complementarios (Bernays y Bright, 1991, en Mendoza *et al.*, op. cit.), resultando que los alimentos nutricionalmente superiores, sean rechazados por otros de calidad inferior (Lee y Bernays, 1988, citados por Mendoza *et al.*, op. cit.); otros rasgos de este comportamiento, es de que los acridoideos pueden comer de diferentes individuos de una misma especie hasta encontrar el requerimiento nutricional limitante, tener la facultad de ajustar su fisiología digestiva para utilizar eficientemente los nutrientes ingeridos, movilizar cualquier reserva de un nutriente limitante que ha acumulado en la hemolinfa y/o cuerpo graso, y seleccionar otros recursos disponibles, favoreciendo la preferencia por especies nuevas (que sea más generalista) (Bernays y Lee, 1988; 1990; Champagne y Bernays, 1991, en Mendoza *et al.*, op. cit.). Estos factores conllevan a otras estrategias adaptativas tales como la prolongación del ciclo biológico y la reducción de la fecundidad (Parker, 1984; Chapman y Joern, 1990, citados por Mendoza *et al.*, op. cit.).

Ambito alimentario. El consumo varía con el alimento, los acridoideos consumen más de sus plantas hospederas que de otras de menor preferencia, excepto que estén hambrientos o sedientos. En este aspecto, se agrupa a los consumidores de acuerdo a su relativa especificidad alimentaria o carencia de ella; se dice que son monófagos, aquellos que se restringen a una sola especie o a un solo tipo de alimento; los oligófagos, quienes se alimentan del mismo género o familia, y polífagos, los cuales consumen todo tipo de alimento (Barrientos *et al.*, op. cit.). Esto determina un comportamiento de **selección** y **preferencia** alimentaria.

La **selección** alimentaria, resulta de las preferencias de individuos o poblaciones dependiendo de la disponibilidad; como langostas y chapulines se mueven de planta en planta durante su actividad rutinaria, entran en contacto con alimentos potenciales los cuales pueden escoger comer o no. Entre menos aceptable sea una planta con la que hacen contacto, menor la cantidad que comen de ella, y mayor la frecuencia con que se mueven a otras plantas. Mientras que la **preferencia** alimentaria o su carencia, es un patrón de comportamiento determinado experimentalmente mediante la observación del comportamiento alimentario sobre ciertas plantas

en oposición a otras. Su base es que langostas y chapulines no simplemente buscan plantas en particular, sino que dándoles a escoger de la gran cantidad accesible a ellos en condiciones de campo o de laboratorio, consumen algunas (las llamadas plantas preferidas) en proporciones mayores que otras (Barrientos *et al.*, op. cit.).

Este ámbito, va a responder como secuela de los factores descritos con anterioridad, incluyendo otros aspectos como el genético y el aprendizaje por asociación (Bell, 1991; Howard y Bernays, 1991, en Mendoza *et al.*, op. cit.). Con respecto a la cantidad consumida por una población, ésta se determina mediante la cantidad de alimento consumida por un individuo durante su vida, así, se sabe que una langosta del desierto adulta (*Schistocerca gregaria*) de tamaño medio, pesando aproximadamente 2 gr, come su propio peso de alimento por día. Por lo tanto, considerando que una manga de densidad media tiene aproximadamente 50 millones de langostas por km.², una manga de langosta de 1,000 km.² tiene el potencial de consumir 100 mil toneladas de alimento por día. Esto equivale a una cantidad de maíz suficiente para alimentar 400,000 personas al año (Barrientos *et al.*, op. cit.).

El consumo general en chapulines, es también considerable, se estima que una densidad de población de sólo 18-24 chapulines por m² es suficiente para consumir la producción total de un pastizal (Gangwere, 1991; Steedman, 1988, citados en Barrientos *et al.*, op. cit.).