

Estacionalidad de adultos de Scarabaeidae (Coleoptera) en Barva, Costa Rica

Luko Hilje

Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
Dirección actual: Area de Fitoprotección, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

(Rec. 26-VIII-1994. Rev. 3-IV-1995. Acep. 6-IV-1995)

Abstract: Adult emergence in Scarabaeidae followed three patterns in relation to rainfall: unimodal patterns coupled with the first (*Phyllophaga* spp., *A. prob. inconstans*, *A. vanpatteni*, *Pelidnota costaricensis*, and *Diplotaxis* sp.) or the second rainfall peak (*Anomala* sp.), and a bimodal one, coupled with both rainfall peaks (*A. discoidalis*, and *A. prob. cincta*). Almost all emergence characteristics were similar in *Phyllophaga* spp., which suggests that for triggering emergence, the initial amount of rainfall should coincide with a particular moment in the development of the insect. Meanwhile, *Anomala* spp. were more flexible in responding to rainfall. This paper explores several hypotheses about rainfall action mechanisms. Wolda's stability indexes in *Diplotaxis* sp., *Anomala* spp. and *Phyllophaga* spp. were higher than those previously calculated for any other tropical insect species.

Key words: Seasonality, Scarabaeidae, *Phyllophaga*, *Anomala*, *Pelidnota*, *Diplotaxis*, Costa Rica.

En América Central, varias especies de coleópteros rizófagos de la familia Scarabaeidae son plagas agrícolas. Pertenecen a los géneros *Phyllophaga*, *Anomala*, *Cyclocephala* y *Bothynus*, de los cuales predominan los dos primeros, con 17 y 12 especies, respectivamente (King 1984, King & Saunders 1984). En dicha región se ha realizado investigación orientada hacia su manejo como plagas (Anónimo 1989), pero existe poca información biológica y ecológica sobre ellas (Funes 1990, Eberhard 1993).

Aunque la notoria abundancia de adultos de Scarabaeidae al inicio de la estación lluviosa sugiere que tienen estacionalidad similar, no existen estudios comparativos y de largo plazo para fundamentar esta idea. En este artículo se informa sobre la abundancia de adultos de *Phyllophaga* spp., *Anomala* spp., *Pelidnota costaricensis* y *Diplotaxis* sp., durante cinco años, en una localidad del Valle Central, en Costa Rica.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó de marzo de 1984 a julio de 1988, en la Estación Experimental Santa

Lucía, Universidad Nacional, en Barva, Heredia. Está a 10°16' N y 84°07' O, a 1200 msnm, en la zona de vida de bosque húmedo premontano (Tosi 1969). La precipitación anual es de 2371 mm y la temperatura promedio anual de 19.7°C. La Estación tiene 30 ha de extensión, distribuidas en 20 de pastizales, 4 de cafetales y 6 de cultivos anuales, árboles frutales e instalaciones.

Se utilizó una trampa de plástico blanco, de 35 cm de longitud y 28 cm de diámetro (Ward Inc., Rochester, Nueva York), con un tubo de luz ultravioleta de 8 watts, 26.5 cm de longitud y 1.4 cm de diámetro (Sylvania F8T5/BL); se conectó a una fuente de 110 v, a la cual se le adaptó un embudo de aluminio con un frasco en la base. Se colocó a 3 m de altura, dentro de un huerto de árboles frutales, a unos 15 m de una casa, y diariamente se encendió y apagó manualmente, a las 05.00 y 17.00 h. El contenido del frasco, con solución de Kahle (Borror *et al.* 1976) se recolectó semanalmente para registrar el número de individuos de las especies presentes.

Los especímenes, identificados por Daniel Coto (Museo de Insectos, CATIE), se encuentran en la colección personal del autor.

Los datos climáticos (Fig. 1) fueron tomados de la estación del Instituto Meteorológico Nacional (No. 08411), ubicada a 50 m de la trampa.

Los datos de abundancia se graficaron calculando cada valor semanal como un porcentaje del número total de adultos capturados para cada especie, en cada año; se utilizó una escala continua de tiempo, en días julianos. Para las especies de cada género se calculó el *índice de estabilidad* (Wolda 1983). Para ello se tomaron los logaritmos naturales de los valores de abundancia de cada especie, entre años, y se obtuvo su varianza; a ésta se le tomó su logaritmo natural, y se calculó el promedio de las varianzas dentro de cada género.

RESULTADOS

Para cada género, las especies capturadas, en orden de abundancia en cada año y para los cinco años, fueron: *Phyllophaga menetriesi* (Blanchard), *P. ca. obsoleta* (Blanchard), *P. aequata* (Bates), *Anomala* sp., *A. discoidalis* Bates, *A. prob. cincta* (Say), *A. prob. inconstans* Burmeister y *A. vanpatteni* Bates (Cuadro 1); *A. ca. foraminosa* Bates y tres especies no identificadas aparecieron ocasionalmente, en cantidades muy bajas, por lo que se omitieron del análisis. Asimismo, se capturó a *Pelidnota costaricensis* y a *Diplotaxis* sp.

Las capturas entre años fueron muy variables para todas las especies, con coeficientes de variación comprendidos entre 30-39% para *Phyllophaga* spp., 25-45% para *Anomala* spp., 59% para *P. costaricensis* y 16.1% para *Diplotaxis* sp. (Cuadro 1).

El mayor índice de estabilidad se presentó en *Diplotaxis* sp., seguido por *Anomala* spp. y *Phyllophaga* spp., en los que fue similar; en *Pelidnota costaricensis* fue bajo (Cuadro 2).

La aparición de los adultos de *P. menetriesi* tendió a ser unimodal (Fig. 2A), y la de *P. ca. obsoleta* y *P. aequata* fue algo errática, aunque generalmente con un pico mayor (Figs. 2B, 2C), todas al inicio de la estación lluviosa. *A. prob. inconstans* y *A. vanpatteni* también emergieron en esa época (Figs. 3D, 3E). *A. discoidalis* y *A. prob. cincta* generalmente tuvieron dos períodos de emergencia (Figs. 3B, 3C), y *Anomala* sp. uno solo, en el segundo pico de precipitación (Fig. 3A). Tanto *P. costaricensis*

como *Diplotaxis* sp. emergieron al inicio de la estación lluviosa, y la curva de emergencia tendió a ser unimodal en la primera (Fig. 4) y levemente bimodal en la segunda (Fig. 5). La forma de la curva de todas las especies varió entre años, y fue poco frecuente observar un pico principal bien definido.

Todas las especies mostraron variaciones en el tiempo transcurrido entre el inicio de las lluvias y el comienzo de la emergencia, la duración del pico de ésta y la emergencia total (Cuadro 3).

P. menetriesi y *P. ca. obsoleta* empezaron a emerger del suelo una semana después (Figs. 2A, 2B) y *P. aequata* 2-3 semanas después (Fig. 2C) de que se alcanzaron valores semanales de precipitación superiores a 20 mm, lo cual sucedió después de mediados de marzo. En 1986 y 1988 esos valores se alcanzaron temprano, en febrero, pero la emergencia no se expresó sino 4-6 semanas después (Cuadro 3).

A. prob. inconstans, *A. prob. cincta* y *A. discoidalis* en varios años emergieron antes de las primeras lluvias. La primera, al igual que *A. vanpatteni*, desaparecieron rápido, antes de mediados de abril (Figs. 3D, 3E); en ésta, la emergencia se extendió hasta fines de mayo. *A. discoidalis* apareció masivamente con las primeras lluvias, pero en algunos años mostró otro período de emergencia desde principios de setiembre hasta mediados de noviembre (Fig. 3B). *A. prob. cincta*, con excepción de 1984, tuvo dos períodos de emergencia, y el segundo pico algunas veces fue mayor que el primero (Fig. 3C). *Anomala* sp. apareció durante el segundo pico de lluvias y su emergencia se prolongó de mediados de setiembre hasta finales de noviembre, en forma casi fija (entre el 14 de setiembre y el 26 de noviembre, durante los cuatro años) (Fig. 3A); en 1988 no se obtuvieron datos, pues el trabajo concluyó en julio.

P. costaricensis mostró una respuesta retardada con respecto al inicio de las lluvias (Fig. 4). Con excepción de 1985, los adultos demoraron al menos siete semanas desde su inicio para emerger; aunque en 1986 y 1988 las primeras lluvias superiores a 20 mm se alcanzaron en febrero, el comienzo de la emergencia demoró 11 semanas. *Diplotaxis* sp. respondió rápido al inicio de las lluvias (Fig. 5), y en dos años incluso se anticipó a éstas, por tres semanas.

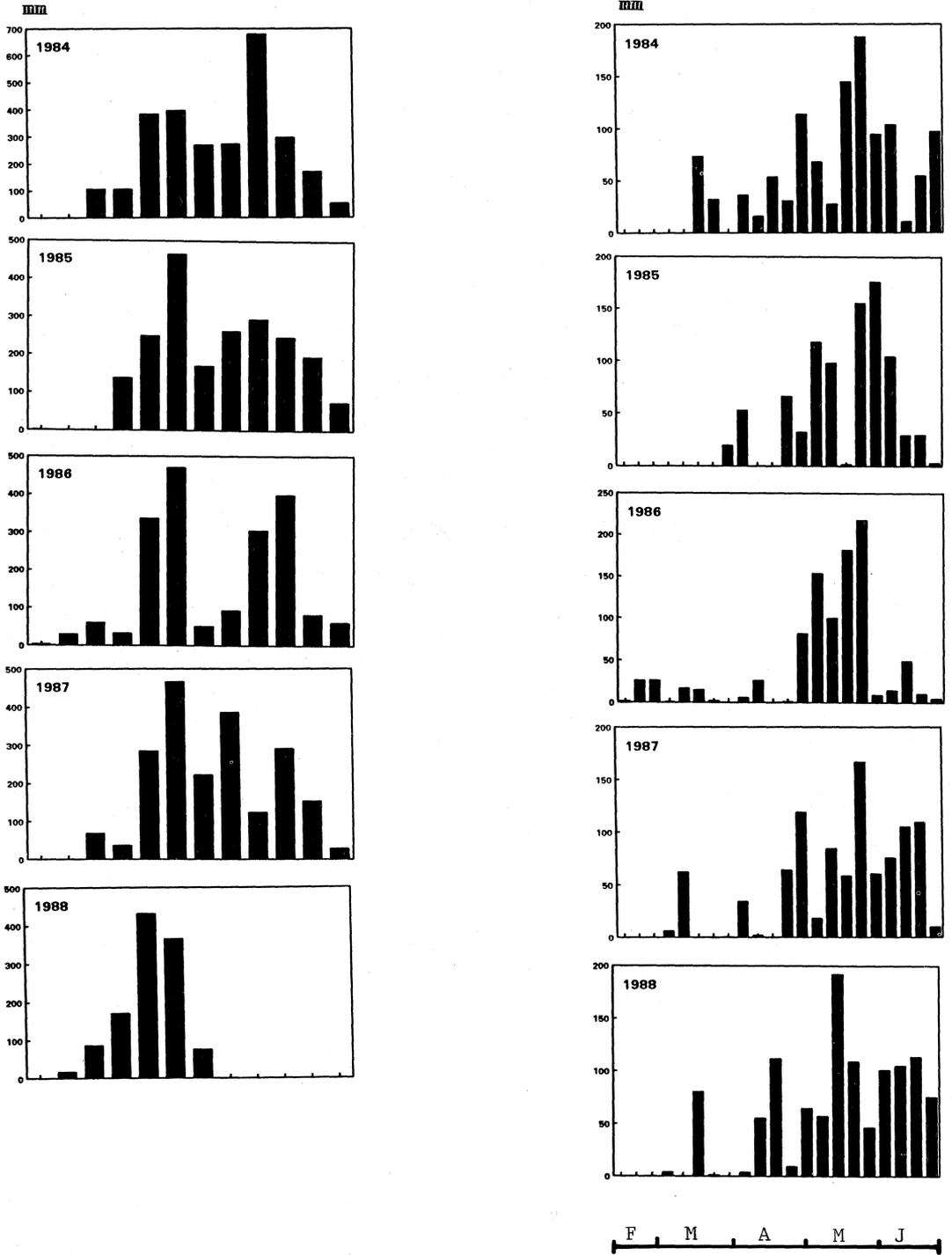


Fig. 1. Régimen de precipitación anual (A) y del primer semestre de cada año (B), 1984-1988, en Santa Lucía, Barva.

CUADRO 1

Variación en las capturas de adultos entre los cinco años de muestreo con trampa de luz

	1984	1985	1986	1987	1988	Total	Ambito	$\bar{X} \pm D.E.$	C.V.
<i>P. menetriesi</i>	163	324	241	170	165	1063	163 - 324	212.6 \pm 62.86	29.56
<i>P. ca. obsoleta</i>	55	51	35	48	86	275	35 - 86	55.0 \pm 16.89	30.70
<i>P. aequata</i>	14	32	39	50	57	192	14 - 57	38.4 \pm 14.95	38.90
<i>Anomala sp.</i>	488	408	379	811	-	2104	379 - 811	521.5 \pm 198.40	38.04
<i>A. discoidalis</i>	372	207	185	308	265	1337	185 - 372	267.4 \pm 67.87	25.38
<i>A. prob. cincta</i>	73	40	71	147	143	474	40 - 147	94.8 \pm 42.64	44.97
<i>A. prob. inconstans</i>	51	72	39	25	78	287	43 - 87	57.4 \pm 16.98	29.58
<i>A. vanpatteni</i>	43	66	87	45	46	265	25 - 78	53.0 \pm 19.85	37.45
<i>P. costaricensis</i>	27	49	15	17	70	178	15 - 70	35.6 \pm 21.01	59.00
<i>Diplotaxis sp.</i>	114	100	142	178	171	705	100 - 178	141.0 \pm 22.71	16.10

\bar{X} Media, D.E. Desviación estándar, C. V. Coeficiente de Variación.

CUADRO 2

Indices de estabilidad poblacional de Wolda (1983), según cada género de Scarabaeidae, de 1984-1988, en Barva, Costa Rica

Especie	$\bar{X} \pm D.E.$
<i>Phyllophaga</i> spp.	-1.9400 \pm 0.6609
<i>Anomala</i> spp.	-1.9497 \pm 0.5592
<i>P. costaricensis</i>	-0.8138 \pm 0.6657
<i>Diplotaxis</i> sp.	-2.5674 \pm 0.2770

CUADRO 3

Semanas transcurridas entre el inicio de las lluvias y la emergencia (IE), para los cinco años de capturas, y promedios de duración del pico de emergencia (DP) y de la emergencia total (DE)

	IE					DP (\bar{X})	DE (\bar{X})
	84	85	86	87	88		
<i>P. menetriesi</i>	1	1	4	1	5	2.2	10.8
<i>P. ca. obsoleta</i>	2	1	5	1	5	2.4	8.2
<i>P. aequata</i>	2	2	6	3	5	2.4	9.8
<i>Anomala sp.</i>	-	-	-	-	-	1.2	11.5
<i>A. discoidalis</i>	2	a	5	1	a	2.0	16.4
<i>A. prob. cincta</i>	2	a	0	1	a	1.4	12.4
<i>A. prob. inconstans</i>	2	a	0	0	1	1.0	8.2
<i>A. vanpatteni</i>	2	1	4	4	5	1.6	7.8
<i>P. costaricensis</i>	7	2	11	8	11	1.4	5.6
<i>Diplotaxis sp.</i>	2	a	4	a	7	3.2	10.8

"a" significa que la emergencia se presentó 3, 2 o 1 semanas antes del inicio de las lluvias, y "0" que lo hizo en la semana en que se iniciaron; "-" significa que no hay relación con el primer pico de lluvias.

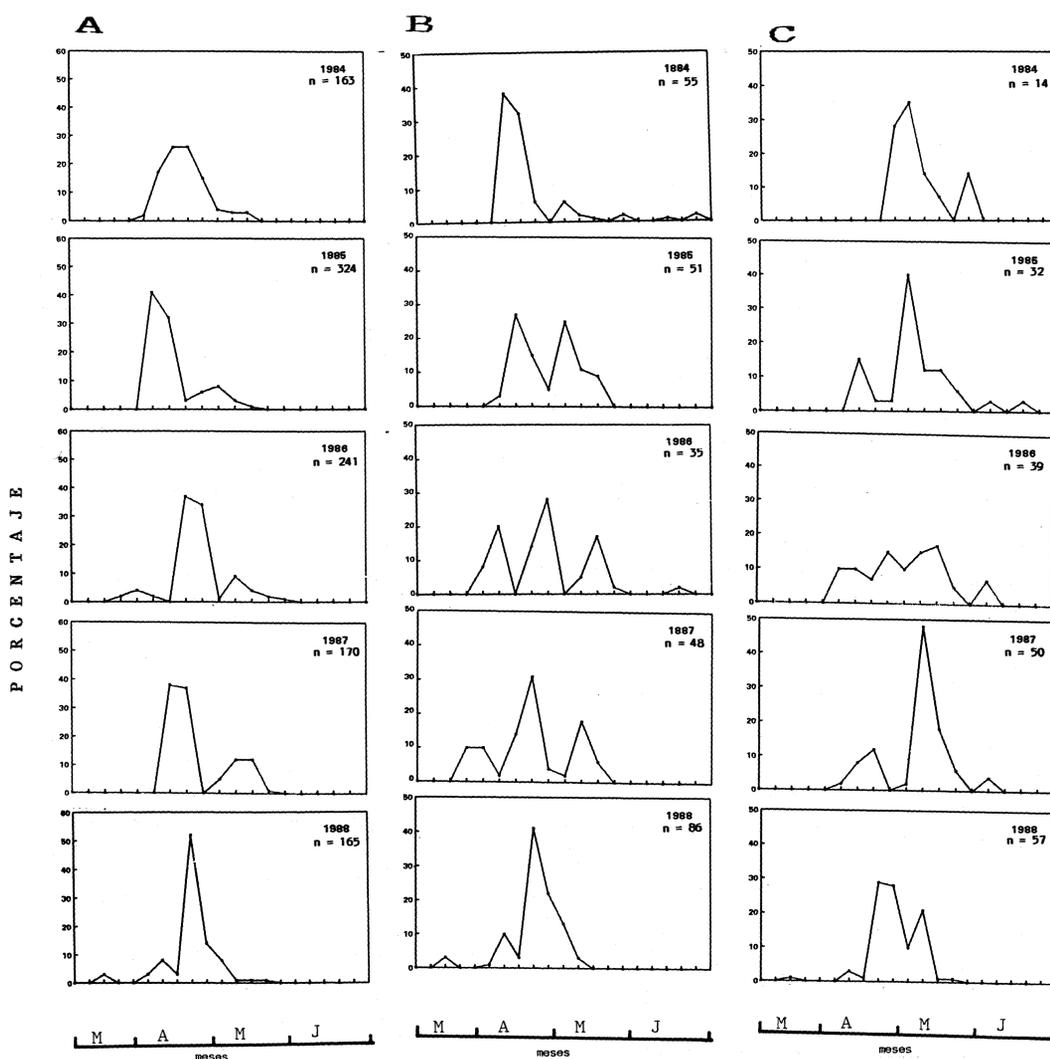


Fig. 2. Patrón de emergencia de adultos de *Phyllophaga menetriesi* (A), *P. ca. obsoleta* (B) y *P. aequata* (C), 1984-1988, en Barva, Costa Rica.

La duración del pico, cuando lo hubo, así como de la emergencia total, no variaron en forma importante intraespecíficamente durante los cinco años, por lo que sus valores fueron promediados. Las diferencias interespecíficas para la primera variable fueron leves (Cuadro 3). Para la segunda, *P. ca. obsoleta* mostró valores casi dos semanas menores que los de *P. aequata* y *P. menetriesi*. Las tres completaron la emergencia en mayo o junio, generalmente, y desaparecieron por el resto del año; solo en dos años se capturaron algunos adultos de *P. menetriesi* en diciembre. En

Anomala spp. las diferencias dependieron de si la especie tuvo uno o dos períodos de emergencia. *A. prob. inconstans* tuvo un pico menor que *A. vanpatteni*, pero la duración de la emergencia total no difirió entre ellas. *Anomala* sp. casi siempre mostró un pico de corta duración, pero su período de emergencia fue extenso. *A. discoidalis* superó a *A. prob. cincta* en ambas variables. *P. costaricensis*, que emergió desde mediados de abril hasta mediados de junio, tuvo el período más corto. *Diploptaxis* sp. emergió desde finales de febrero hasta mediados de junio.

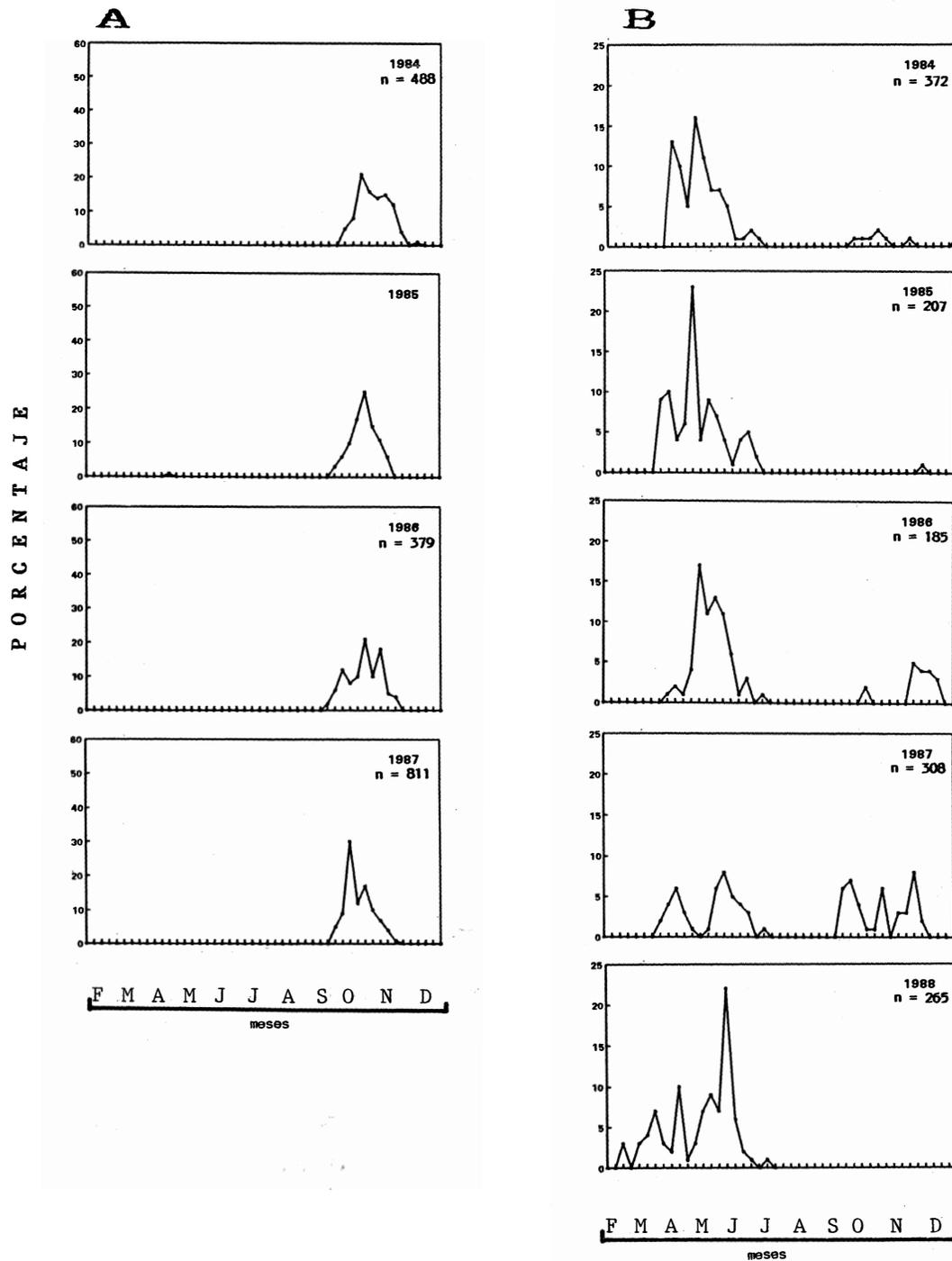


Fig. 3. Patrón de emergencia de adultos de *Anomala* sp. (A), *A. discoidalis* (B). *A. prob. cincta*.

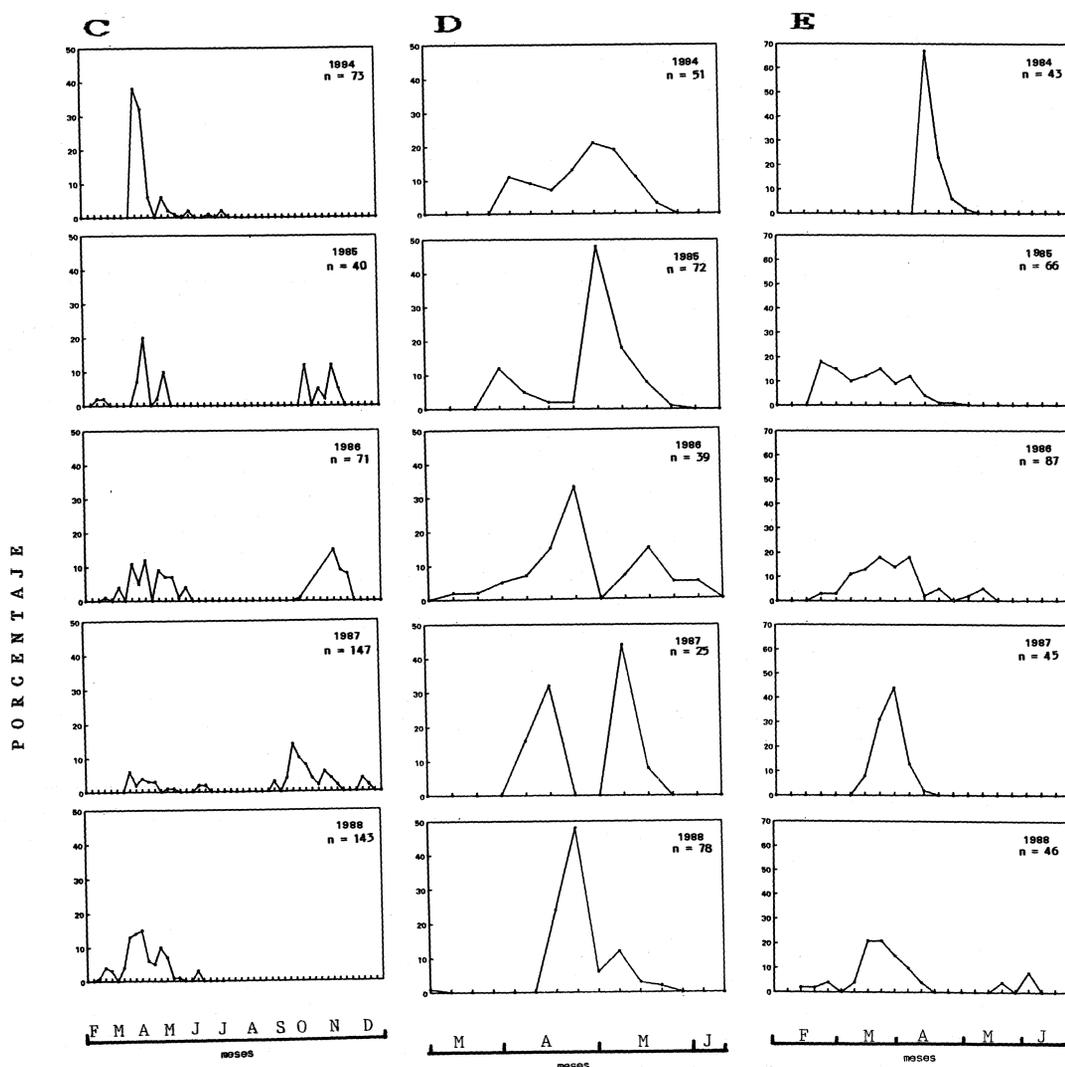


Fig. 3. Patrón de emergencia de adultos de *Anomala* sp. (C), *A. vanpatteni* (D) y *A. prob. inconstans* (E), 1984-1988, en Barva, Costa Rica.

DISCUSION

La abundancia estacional de adultos de los Scarabaeidae estudiados dependió estrechamente del régimen de precipitación. Hubo tres patrones de emergencia, dependientes de: 1. el primer pico de lluvias (*Phyllophaga* spp., *A. prob. inconstans*, *A. vanpatteni*, *P. costaricensis* y *Diploptaxis* sp.); 2. el patrón bimodal de lluvia de la zona (*A. discoidalis* y *A. prob. cincta*); 3. el segundo pico de lluvias (*Anomala* sp.).

El patrón de *Phyllophaga* spp. coincidió con el de otras especies congéneres, en áreas subtropicales de EE.UU. y México (Reinhard

1940, Teetes *et al.* 1976, Rodríguez del Bosque 1993). El efecto determinante de las primeras lluvias sobre la emergencia de *P. menetriesi* se documentó en Turrialba, Costa Rica (King 1984). Cuando la acumulación de lluvia en dos días consecutivos fue de 110 mm, se inició la emergencia fuerte, que se reforzó al acumularse unos 250 mm, hasta mediados de abril; antes de eso aparecieron algunos adultos, cuando en dos días consecutivos se acumularon unos 30 mm. El pico de emergencia de *P. menetriesi* en Barva siempre se presentó en abril (Fig. 2A), al acumularse cerca de 30-40 mm semanalmente. Esto sugiere que en Barva, que tiene un clima

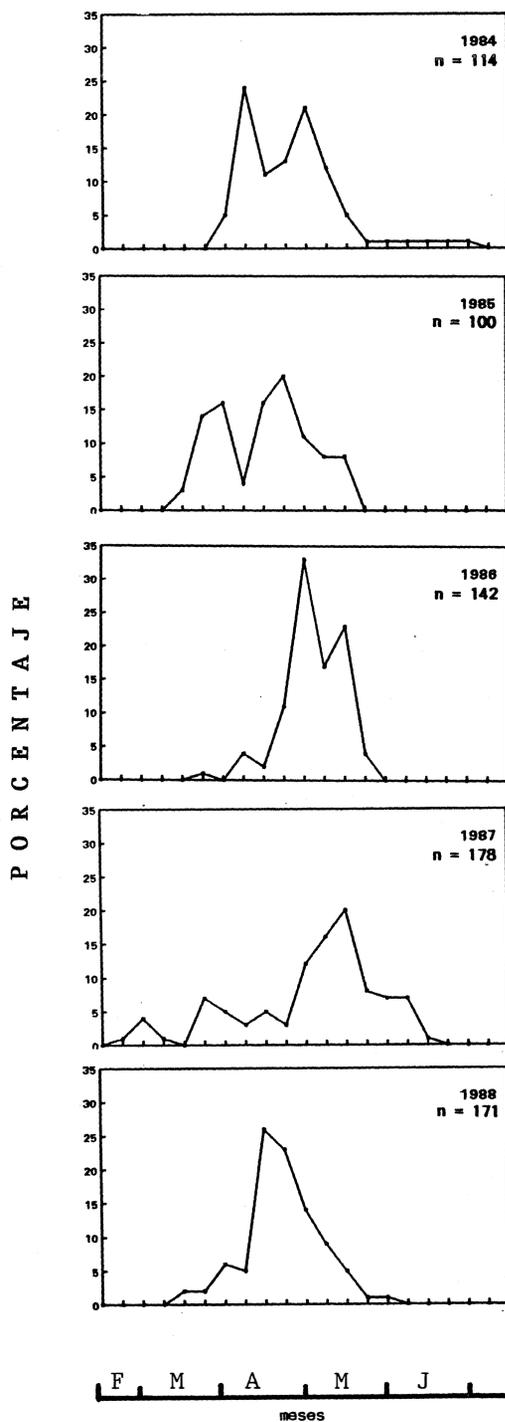
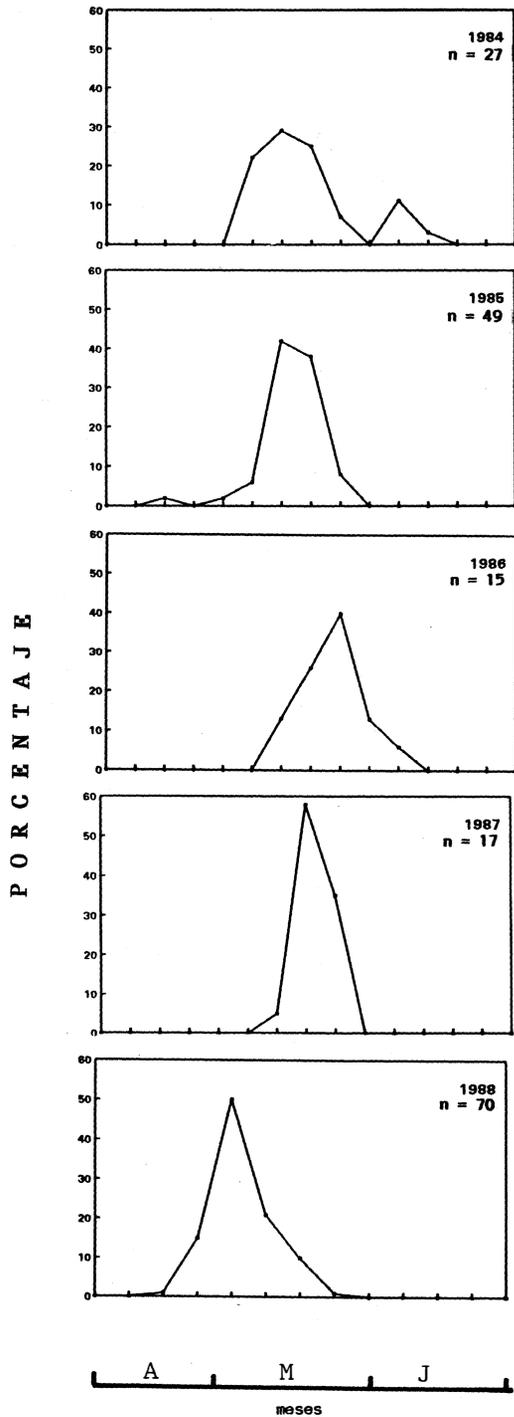


Fig. 4. Patrón de emergencia de adultos de *Pelidnota costaricensis* 1984-1988, en Barva, Costa Rica.

Fig. 5. Patrón de emergencia de adultos de *Diplotaxis* sp. 1984-1988, en Barva, Costa Rica.

más estacional y menos húmedo, se requiere una menor cantidad de agua para inducir la emergencia; Turrialba está ubicada a 600 msnm, en la zona de vida de bosque muy húmedo de premontano (Tosi 1969).

Las tres especies de *Phyllophaga* estudiadas tienen ámbitos de distribución amplios. *P. obsoleta* se extiende desde el sur de EE.UU. hasta América del Sur, *P. aequata* desde México hasta Costa Rica y *P. menetriesi* desde América Central hasta América del Sur. La primera generalmente aparece a partir de 1000 msnm, y la última de 500 hasta 1800 msnm (King 1984). Es posible que los hábitos básicos de estas especies no varíen sustancialmente en relación con la localidad. Para *P. menetriesi* en Turrialba, el desarrollo larval se completa en noviembre, para cuando todos los individuos han construido una celda en el suelo, a 20-30 cm de profundidad; dentro de esta celda empupan en febrero o marzo, y la pupa dura unos 35 días. El adulto madura y permanece quiescente dentro de la celda, hasta que su emergencia sea inducida por el agua de lluvia que empapa el suelo (King 1984).

Los datos de esta investigación sugieren que existe rigidez en la secuencia de eventos fisiológicos propios del ciclo de vida de *Phyllophaga* spp. Las tres especies estudiadas siempre emergieron en un período definido del año, desde finales de marzo, aun cuando la cantidad de lluvia necesaria para inducir la emergencia (valores semanales de precipitación superiores a 20 mm) se presentara anticipadamente, como en 1986 y 1988. Esto implicaría que, para que actúe como "disparadora" de la emergencia, esa cantidad de lluvia debe coincidir con un momento particular del desarrollo, posiblemente asociado con factores hormonales y reproductivos del adulto quiescente bajo tierra.

La curva de emergencia de *P. aequata* se desfasó con respecto a las de *P. menetriesi* y *P. ca. obsoleta*, pero hubo coincidencia interespecífica en casi todas las demás características de la emergencia. En general las diferencias fueron leves, y algunas obedecieron a aspectos metodológicos. Así, es posible que las bajas capturas de *P. obsoleta* y *P. aequata* impidieran obtener un patrón unimodal de emergencia, como el de *P. menetriesi*. En Barva, la variabilidad entre años pudo deberse a la disponibilidad de alimento para las especies, o a cambios en los factores de mortalidad de las

tres especies estudiadas. En la región central de Costa Rica, tanto *P. menetriesi* como *P. ca. obsoleta* tienen ciclos de vida de un año (King 1984). *P. menetriesi*, es muy abundante en suelos volcánicos con pastizales y cafetales, a altitudes de 500-1800 m (King 1984), lo cual coincide con las condiciones del sitio de estudio. Las 20 ha de pastizales, 4 ha de cafetales y la mayoría de las 6 ha restantes en la Estación, se mantuvieron constantes de 1984 a 1988, por lo que es posible que muchos de los adultos provinieran de áreas vecinas, donde también predominan los pastizales y el café.

El patrón de *P. costaricensis* es análogo al de *Phyllophaga* spp. Lo observado con las lluvias tempranas en 1986 y 1988 sugiere que la especie requiere una cantidad abundante de agua para emerger, o que su respuesta al estímulo de las primeras lluvias es rígida. La situación con *Diploptaxis* sp. es incierta, pues a pesar de su capacidad para emerger sin el estímulo de la lluvia, al igual que *Anomala discoidalis* y *A. prob. cincta*, en esos años demoró mucho para emerger.

En *Anomala* existe mayor flexibilidad que en *Phyllophaga* en la respuesta a la lluvia. Su patrón bimodal se documentó también en *A. flavipennis luteipennis*, *A. foraminosa*, *A. cavifrons* y *A. insitiva* en Tamaulipas, México (Rodríguez del Bosque 1993), donde ellas coexisten con siete especies de *Phyllophaga*. Sobre el tercer patrón no se ha informado en la literatura, para los trópicos.

Anomala sp. y *A. vanpatteni*, aunque con patrones contrastantes, tienen un comportamiento estacional menos flexible que sus congéneres, que responden a aquella de manera variable (Cuadro 3). *A. prob. inconstans* inicia la emergencia pocas semanas antes del comienzo de las lluvias, pero su pico mayor se da cuando se han iniciado éstas. Esto sugiere una menor dependencia con respecto a la lluvia, aunque quizás baste con cantidades mínimas de agua para que empiece la emergencia.

A. discoidalis y *A. prob. cincta* pueden anticiparse al inicio de las lluvias (Cuadro 3) y originan dos períodos de emergencia anualmente, asociados con el patrón bimodal de precipitación del Valle Central. En Turrialba, ambas especies emergen durante todo el año, pero muestran picos definidos en ciertas épocas (Funes 1990). En dicha zona, la primera especie tuvo el pico mayor en noviembre-diciembre, y dos picos más en marzo-abril y junio-julio, todos a

las 2-3 semanas después de valores altos de precipitación; la segunda tuvo un pico mayor en marzo-abril, y dos menores en junio-julio y noviembre-diciembre. Aunque es clara su dependencia de la precipitación, se desconoce el mecanismo mediante el cual la lluvia favorece la emergencia en ambas especies. Estos datos sugieren que la humedad alta favorece la presencia de adultos de *A. discoidalis* y *A. prob. cincta*, pues aparecen todo el año, lo cual no sucede en Barva, que tiene un clima más estacional y menos húmedo que Turrialba.

El conocimiento de la biología y ecología de *Anomala* en los trópicos es prácticamente nulo (Ritcher 1958, King & Saunders 1984), lo que dificulta la interpretación de los datos. No obstante, se puede hipotetizar que varias de sus especies tienen un desarrollo continuo durante el año y que, debido a sus hábitos polífagos, el alimento no es un factor limitante clave. Los adultos de *Anomala* spp. pueden consumir flores, a veces en frijol, mientras que las larvas se alimentan de materia orgánica en descomposición o de raíces de pastos, maíz y plantas ornamentales (King & Saunders 1984). En cambio, la humedad podría ser clave, como lo ilustra el hecho de que en Barva el desarrollo se interrumpe en épocas más secas, a diferencia de Turrialba, donde las condiciones de sequía estacional no son severas.

No está claro, sin embargo, por qué hay períodos de emergencia notorios después de épocas de lluvias fuertes, como sucede con *A. discoidalis* y *A. prob. cincta*. Aunque *A. vanpatteni*, *A. prob. inconstans* y *Anomala* sp. muestran un solo período anual, lo cual las clasificaría como especies con ciclos de uno o dos años, al igual que sucede con algunas congéneres de zonas extra-tropicales (Ritcher 1958), *A. discoidalis* y *A. prob. cincta* parecen tener más de dos generaciones anualmente. Es posible que estas especies no tengan la rigidez de *Phyllophaga* spp., lo que sumado a un ciclo breve, quizás de 3-4 meses, les permitiría tener dos o tres generaciones por año, con poco traslape de estadios. Así, hipotéticamente, el pico de precipitación de marzo-abril podría actuar como sincronizador de la emergencia para la mayor parte de la población y, a partir de él, aparecerían nuevos picos de emergencia, inducidos por cantidades elevadas de lluvia.

En general, las capturas de *Phyllophaga* spp. y *Anomala* spp. fueron bajas, en comparación

con otros habitats y especies. Por ejemplo, en Texas se capturaron 4792 adultos de *P. crinita* en una semana (Teetes *et al.* 1976), y en Tamaulipas, México, 12000 adultos en una noche (Rodríguez del Bosque 1993); en ambos casos se utilizó una trampa de 15 watts. En Cartago, Costa Rica, se capturaron casi 800 adultos de *P. menetriesi* en una noche, cerca de un potrero, con una trampa de 6 watts (King 1981). En tres localidades de este país, los picos máximos para dos especies de *Anomala* no superaron 37 adultos por noche (King 1980). En Tamaulipas se capturaron 25000 adultos de *A. flavipennis* en una noche (Rodríguez del Bosque 1993); a pesar de tan altas capturas, en muestras de suelo de campos de maíz y sorgo hubo pocas larvas, por lo que dicho autor sugiere que la especie prefiere ovipositar en áreas no cultivadas.

Las bajas capturas, sumadas a las limitaciones intrínsecas de las trampas de luz para el muestreo de insectos, especialmente en noches nubladas y lluviosas, posiblemente impidieron obtener tendencias estacionales mejor definidas para todas las especies. Sin embargo, los índices de estabilidad fueron altos (Cuadro 2). Los mayores valores calculados por Wolda (1983) fueron de -2,159 y -1,614, para arañas en Canadá e insectos forestales en Alemania; en los trópicos fue de -0,829, para Mantidae en Panamá. El índice de *Diplotaxis* sp. (-2,567) fue mayor que todos estos, y los de *Anomala* spp. y *Phyllophaga* spp. (-1,94) inferiores solamente al primero (Cuadro 2).

El conocimiento de la estacionalidad de *Phyllophaga* spp., *Anomala* spp., *P. costaricensis*, *Diplotaxis* sp. y otros Scarabaeidae es aún incipiente. Esta no se podrá entender hasta que no se estudien con profundidad aspectos claves de su fisiología, ciclos de vida, habitats, preferencias alimentarias de larvas y adultos, y su relación con la fenología de los cultivos atacados. Asimismo, ello permitiría evaluar mejor su importancia como plagas, que actualmente es incierta.

AGRADECIMIENTOS

A D. Angel Espinoza, su atención de la trampa todos los días, durante cinco años. A Tarsicio Ufión y Elsa Pérez, su ayuda en los recuentos de insectos durante una parte del estudio. A Daniel Coto (CATIE), la identificación de las especies. A Pedro Oñoro (CATIE), el

cálculo de los índices de estabilidad. A Joseph L. Saunders, Andrew King y Philip J. Shannon, sus comentarios a una versión previa del artículo. A Gonzalo Valverde y Domingo Loaiza (CATIE), la confección de las figuras. A las escuelas de Ciencias Ambientales y Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional (UNA), su apoyo.

RESUMEN

La emergencia de adultos de Scarabaeidae mostró tres patrones, asociados con la precipitación: unimodal, con el primero (*Phyllophaga* spp., *A. prob. inconstans*, *A. vanpatteni*, *Pelidnota costaricensis* y *Diplotaxis* sp.) o segundo pico de lluvias (*Anomala* sp.) y bimodal, con ambos picos (*A. discoidalis* y *A. prob. cincta*). Casi todas las características de la emergencia fueron similares en *Phyllophaga* spp., lo cual sugiere que, para que actúe como "disparadora" de aquella, la cantidad inicial de lluvia debe coincidir con un momento particular del desarrollo. En cambio, en *Anomala* spp. hubo mayor flexibilidad en la respuesta a la lluvia. El artículo explora algunas hipótesis acerca de los mecanismos de acción de la precipitación. Los índices de estabilidad de Wolda en *Diplotaxis* sp., *Anomala* spp. y *Phyllophaga* spp. fueron mayores que los previamente calculados para cualquier especie tropical de insectos.

REFERENCIAS

- Anónimo. 1989. Taller Regional de Manejo Integrado de Plagas Insectiles del Suelo, con Énfasis en *Phyllophaga*. Memoria de Resúmenes, Conclusiones y Recomendaciones. CENTA-CATIE, San Salvador, El Salvador. 26 p.
- Borror, D.J., D.M. DeLong & C.A. Triplehorn. 1976. An introduction to the study of insects. 4 ed. Holt, Rinehart & Winston, Nueva York. 852 p.
- Eberhard, W.G. 1993. Copulatory courtship and morphology of genital coupling in seven *Phyllophaga* species (Coleoptera: Melolonthidae). *J. Nat. Hist.* 27: 683-717.
- Funes, R. 1990. Monitoreo con trampa de luz de Scarabaeidae en Turrialba, Costa Rica, y contribuciones al desarrollo de metodologías de crianza para *Anomala cincta* (Say), *Cyclocephala amazona* Linnaeus y *Anomala discoidalis* Bates (Coleoptera: Scarabaeidae). Tesis Mag. Sci., CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- King, A.B.S. 1981. Cropping Systems Entomology, Costa Rica. Progress Report, June 1979-October 1980. ODA-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 70 p.
- King, A.B.S. 1984. Biology and identification of white grubs (*Phyllophaga*) of economic importance in Central America. *Trop. Pest Manag.* 30: 36-50.
- King, A.B.S. & J.L. Saunders. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Overseas Development Administration, Londres. 182 p.
- Reinhard, H.J. 1940. The life history of *Phyllophaga lanceolata* (Say) and *Phyllophaga crinita* Burmeister. *J. Econ. Entomol.* 33: 572-578.
- Ritcher, P.O. 1958. Biology of Scarabaeidae. *Ann. Rev. Entomol.* 3: 311-334.
- Rodríguez del Bosque, L.A. 1993. Abundancia estacional y ecología de coleópteros rizófagos: un estudio durante 15 años en agroecosistemas del norte de Tamaulipas, p. 7-15. In M.A. Morón (ed.). Diversidad y manejo de plagas subterráneas. Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología, México, D.F.
- Saunders, J.L., A.B.S. King & C.L. Vargas. 1983. Plagas de cultivos en América Central. Una lista de referencia. Serie Técnica. Boletín Técnico No. 9. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 90 p.
- Teetes, G.L., L.J. Wade, R.C. McIntyre & C.A. Schaefer. 1976. Distribution and seasonal biology of *Phyllophaga crinita* in the Texas High Plains. *J. Econ. Entomol.* 69: 59-63.
- Tosi, J. A., Jr. 1969. Mapa ecológico de Costa Rica, basado en la clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica.
- Wolda, H. 1983. "Long-term" stability of tropical insect population. *Res. Popul. Ecol. Suppl* 3: 112-126.