

Fenología de *Aeneolamia reducta* en la Costa Caribe de Colombia

Daniel C. Peck*, A. M. Pérez**, J. W. Medina***, M. Barrios^φ y J. Rojas^φ

Introducción

En las pasturas neotropicales, la actividad de las ninfas y los adultos de salivazo (Homoptera: Cercopidae) está estrechamente relacionada con la época lluviosa. La supervivencia durante la época seca depende de los huevos diapaúsicos (Byers, 1965; Fewkes, 1969; Koller y Honer, 1993). En estudios con *Deois flavopicta* Stal se observó que la posterior sincronización de la eclosión al inicio de la época lluviosa se alcanza en la fase posdiapaúsica, cuando los huevos se encuentran quiescentes y son capaces de responder a la llegada de las condiciones húmedas (Fontes et al., 1995; Sujii et al., 1995; Sujii, 1998; Pires et al., 2000).

Los brotes del salivazo en la Costa Caribe de Colombia ejercen una presión sobre las pasturas al inicio de la época de lluvias, precisamente cuando las pasturas se recuperan del estrés por sequía. En este ecosistema, el salivazo *Aeneolamia reducta* (Lallemand) predomina en pasturas de *Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus (colosuana) y alcanza altas poblaciones desde abril hasta diciembre, compitiendo con los animales por el mismo recurso forrajero. Las ninfas de este insecto alcanzan densidades hasta de 73/0.25 m² y los adultos de 1056/50 pases de jama (Peck et al., 2002b).

La dinámica poblacional del complejo salivazo fue estudiado en dos fincas representativas de los

departamentos de Córdoba y Sucre en la Costa Caribe de Colombia. La composición de especie, abundancia estacional, fluctuación poblacional e incidencia de enemigos naturales de esta plaga fueron presentados en otro estudio (Peck et al., 2002b). Sin embargo, aún no se conocen los resultados de un análisis de la fluctuación estacional considerando los diferentes estados de vida (instares) ninfal. Este estudio permitiría establecer las diferentes generaciones del insecto a través de los estados de vida. De esta manera sería posible confirmar o aclarar las dudas en las interpretaciones de los datos que se basan en ninfas totales y picos de poblaciones. Además, el desarrollo de la población local es caracterizado mediante el progreso de los instares, mientras que los análisis limitados a ninfas y adultos totales no se pueden separar de los efectos de movimientos, como los eventos de migración.

El objetivo de este estudio fue interpretar la fenología —i.e., los aspectos temporales de los fenómenos naturales y su relación con el clima— del insecto en los mismos sitios de muestreo. Se pretende describir la variación a nivel de finca, región y año en las épocas de aparición del salivazo y el desarrollo de generaciones mediante una comparación de la duración y temporada de los diferentes estados de desarrollo y su correspondencia con la precipitación. Se discutirán las implicaciones de esta nueva información detallada para el manejo del salivazo en la región de la Costa Caribe de Colombia.

Materiales y métodos

Las características de los sitios donde se realizó esta investigación fueron descritas previamente (Peck et al., 2002b). Los muestreos de todos los estados de vida ninfal y adulto se realizaron en 2 años consecutivos (1997-98) en tres parcelas (P1, P2, P3) de una finca representativa en el departamento de Córdoba, y otra en Sucre. En ambos sitios, las parcelas consistían principalmente de *B. pertusa* (82% a 87% biomasa

- * Entomólogo/Ecólogo, Ph.D., Proyecto de Gramíneas y Leguminosas Tropicales, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia. E-mail: d.peck@cgiar.org
- ** Ing. Agrónomo, Entomólogo, M.Sc., Universidad de Sucre, Apartado Aéreo 406, Sincelejo, Colombia. E-mail: amperazo@hotmail.com
- *** Ing. Agrónomo, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Regional 2, C.I. Turipaná, km 13 vía Montería-Cereté, Montería, Colombia.
- ^φ Estudiantes de Biología, Universidad de Sucre, Apartado Aéreo 406, Sincelejo, Colombia.

verde de la pradera). Para medir la abundancia absoluta de las ninfas se recolectaron los ejemplares de todas las masas de salivas presentes en ocho marcos de 0.25 m² cada uno. Se diferenciaron los instares I a V por ciertas características morfológicas externas; adicionalmente, en el instar V se diferenciaron los tempranos (Va) de los próximos a transformarse en adultos (Vb) (Peck, 2002). Se midió la abundancia relativa de los adultos mediante cuatro series de 50 pases de jama, anotando el sexo y la especie de cada individuo capturado. Los muestreos se realizaron aproximadamente dos veces a la semana.

Estos datos obtenidos fueron presentados en la forma de curvas poblacionales (fecha de recolección vs. abundancia del insecto) para los diferentes estados de vida. El análisis de la abundancia de ninfas y adultos totales aparece en otro estudio (Peck et al., 2002b). Para las comparaciones fenológicas entre parcelas y los diferentes estados, los datos de poblaciones fueron expresados en términos de días-insectos acumulativos (Ruppel, 1983; Peck, 1999). Esta es una medida del área debajo de la curva poblacional donde el pico, o máxima población, de cada estado de vida se consideró como la acumulación de 50% de los días-insectos, o cuando la mitad de los individuos han aparecido en el campo. La expresión de los resultados en estos términos, y no en abundancia, permitió una interpretación más exacta del progreso entre un estado de vida o generación y el siguiente.

Resultados

Interpretación de las generaciones

En 1997 en el departamento de Córdoba, las curvas de población del insecto mostraron que el primer pico ocurrido en el período abril-mayo (Peck et al., 2002b) representó una generación completa y sincronizada del insecto (Figura 1). El instar I generó al instar II, y en forma progresiva a los demás instares, incluyendo los instares Va y Vb, adultos tenerales y adultos. La correspondencia entre el pico del instar Va y los tenerales y adultos indicó que estos últimos fueron producto de las ninfas locales, no inmigrantes. Hubo una segunda generación de ninfas y adultos en el período junio-julio. Al comienzo de septiembre se inició una tercera generación de ninfas, pero desapareció en la fase de instar III, probablemente debido a las condiciones ambientales que afectaron negativamente la presencia de instares en esta fase y en los instares IV y V que no fueron detectados. Como consecuencia de lo anterior, este pico de ninfas no contribuyó a una población identificable de adultos. Los resultados confirmaron que sí ocurrieron dos generaciones de ninfas en octubre y noviembre, aunque la segunda fue

más pequeña, ya que no se observaron los instares I y II ni tenerales. Estos estados de vida en particular son muy difíciles de identificar en el campo porque son pequeños, se encuentran dentro de grietas en el suelo (instares I y II), o no duran mucho tiempo en el campo (adultos tenerales).

En 1998 en Córdoba sólo se analizaron en forma separada los resultados en las parcelas P1 y P2, debido a las diferencias en las curvas entre las tres parcelas (Peck et al., 2002b) y al aparente traslape de generaciones (Figura 2). Los resultados en la parcela P3 no fueron analizados debido a la escasa cantidad de individuos presente. Ambas parcelas presentaron una primera generación sincronizada y pequeña en junio (Figuras 3 y 4). Aunque posteriormente en la parcela P1 se presentaron brotes en julio, agosto y septiembre, la población no fue sincronizada debido al aparente traslape de generaciones y al débil patrón de progreso a través de instares. En julio y agosto en la parcela P2 se evidenciaron dos inicios de brotes traslapados representando la segunda generación, y luego una tercera generación en septiembre representada por todos los instares. Después de la primera generación, en las parcelas en finca se perdió la sincronización de la población del insecto debido al traslape de generaciones (Figura 2).

En mayo de 1997 en Sucre se presentó una primera generación, seguida por una generación sincronizada en junio-julio, una más pequeña en septiembre-octubre, una en octubre-noviembre, y una quinta menos sincronizada en noviembre-diciembre, la cual no generó un pico importante de adultos (Figura 5). Es posible que un adulto capturado el 7 de agosto pertenecía a una generación intermedia entre el segundo y tercer pico debido al período de tiempo transcurrido entre ellas; sin embargo, por la ausencia de ninfas no se encontró evidencia de un pico local de población del insecto.

En 1998 en Sucre también se hizo un análisis de los resultados por parcelas separadas debido a las diferencias entre ellas (Figura 6, Peck et al., 2002b). En las parcelas P3 se encontraron dos generaciones grandes iniciales bien sincronizadas, de acuerdo con el patrón de progreso entre un instar y otro (ver Figura 9). Posteriormente, ocurrieron cuatro generaciones distintas más, pero éstas no fueron tan sincronizadas como las dos primeras. El tamaño de estas seis generaciones disminuyó al comienzo de la época de sequía. Y maduraron aproximadamente cada mes y medio: al final de mayo, al comienzo de julio, mediados de agosto, al final de septiembre, mediados de noviembre y mediados de diciembre.

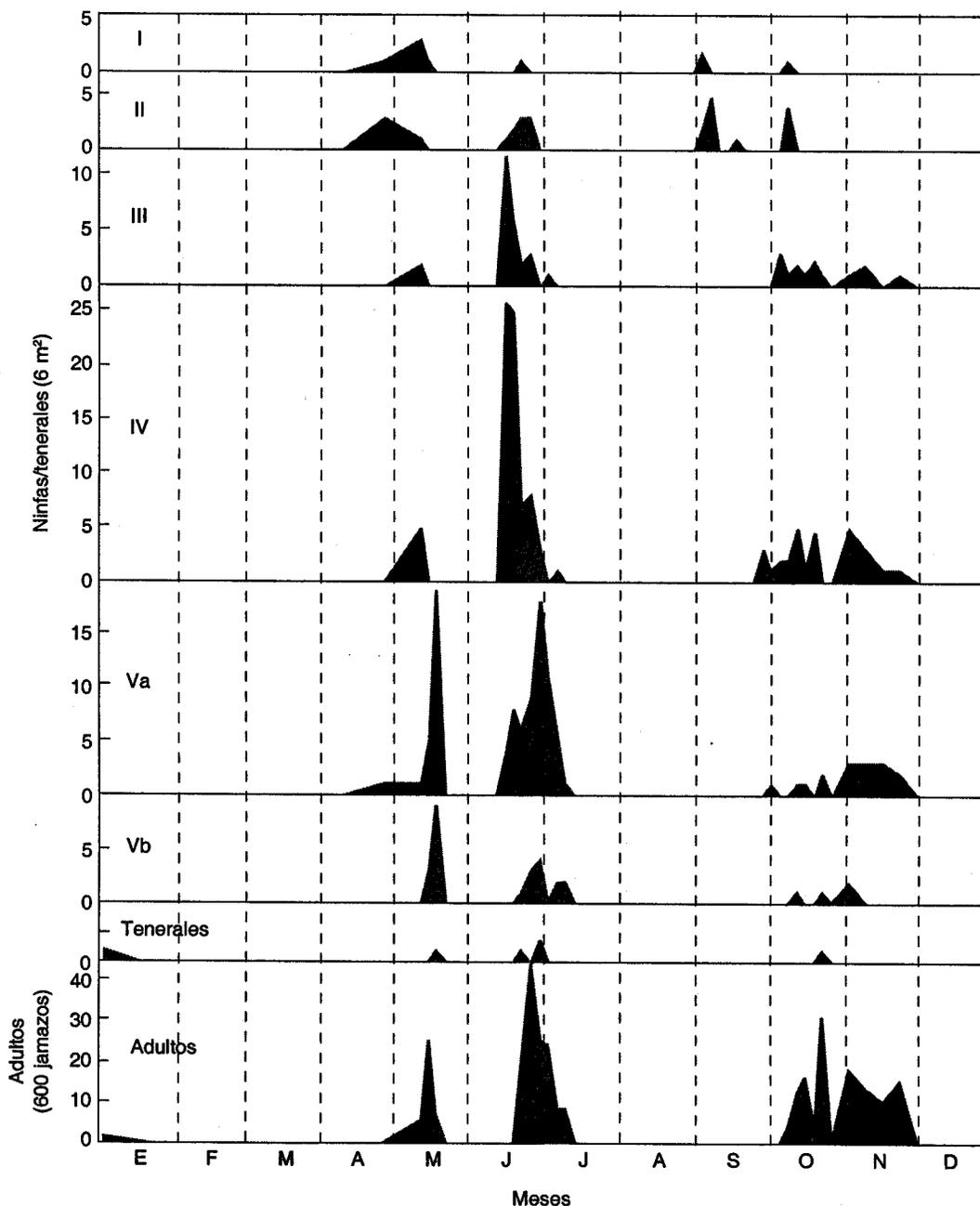


Figura 1. Curvas de fluctuación de las poblaciones de *Aeneolamia reducta* según estados de vida ninfal y adultos teneales totales durante 1997 en tres parcelas de Córdoba, región Caribe de Colombia.

En las parcelas P1 y P2 no ocurrieron los dos picos iniciales que se presentaron en la parcela P3 (ver Figuras 7 y 8), probablemente como consecuencia de una quema en enero que no afectó la parcela P3 (Peck et al., 2002b). Sin embargo, se observaron ninfas en mayo, que correspondieron a la primera generación en la parcela P3, lo que indica que la quema no destruyó todos los huevos y que sí hubo presencia de ninfas. Los datos en la parcela P1 sugieren una generación inicial al final de julio, traslapada por un segundo pico

en agosto. Es probable que estas ninfas correspondieran a los huevos colocados por adultos inmigrantes que aparecen en los dos picos al inicio de junio y a mediados de julio (Peck et al., 2002b). A partir de agosto fue difícil distinguir generaciones distintas, pero aparentemente se presentó por lo menos una generación en septiembre y otra en noviembre. En la parcela P2, la presencia del insecto hasta octubre fue baja. En octubre y noviembre se presentaron al menos dos generaciones de ninfas.

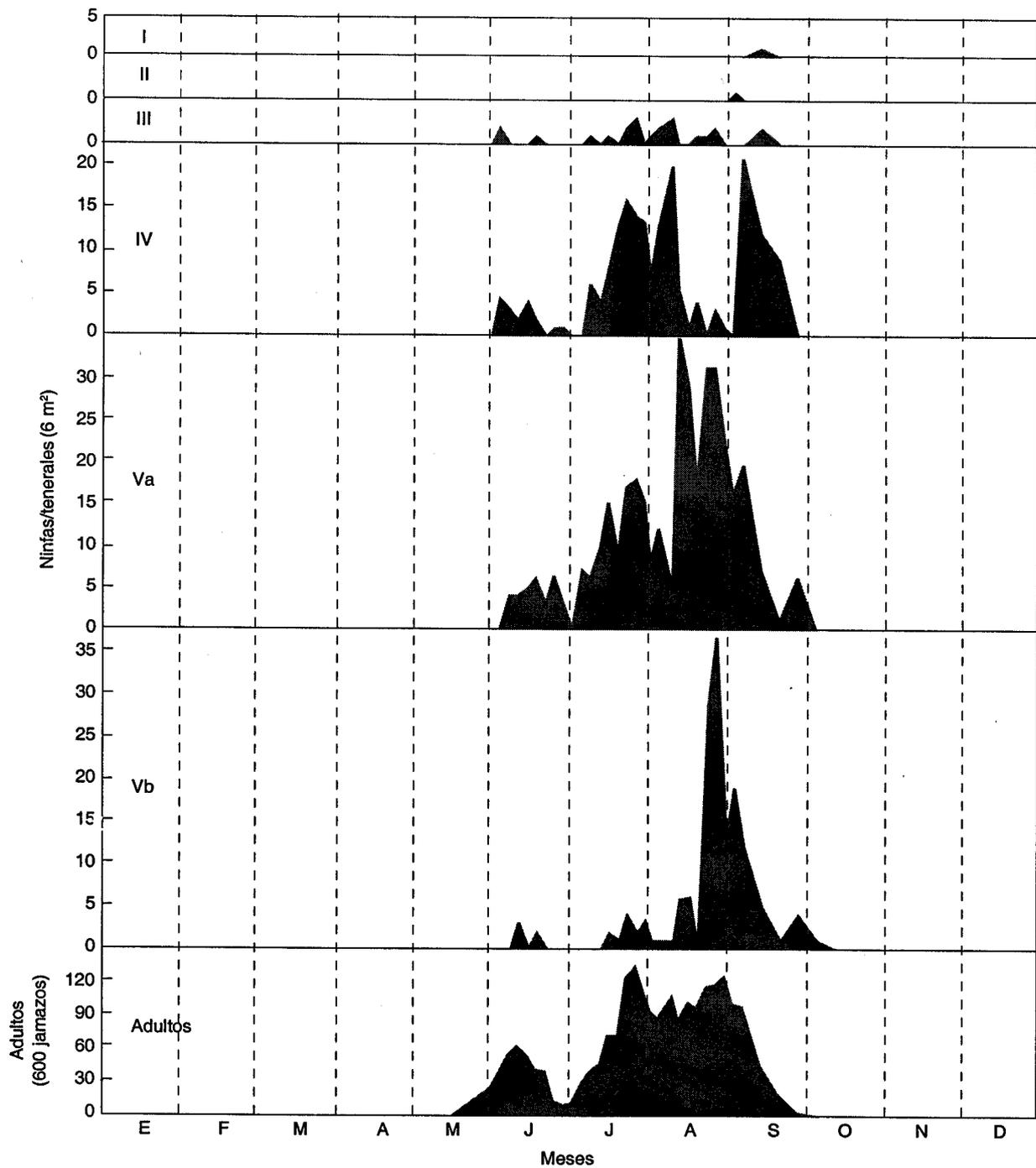


Figura 2. Curvas de fluctuación de las poblaciones de *Aeneolamia reducta* según estados de vida ninfal y adultos tenerales totales durante 1998 en tres parcelas de Córdoba, región Caribe de Colombia.

Fenología

Las fechas correspondientes a la época de la abundancia máxima de las distintas generaciones de ninfas y adultos —designado como la fecha de ocurrencia de 50% de los días-insectos acumulativos— cuantificaron y confirmaron el desarrollo generacional de *A. reducta* en las parcelas de muestreo (Cuadro 1).

Estos resultados se pueden observar en los fenogramas compuestos de las tres parcelas bajo muestreo en Córdoba y Sucre durante 1997 y 1998 (Figuras 10 y 11), y ofrecen un resumen del desarrollo de las poblaciones en ambos sitios.

Comparación entre regiones. En 1997, la fenología de *A. reducta* fue bastante similar tanto en Córdoba

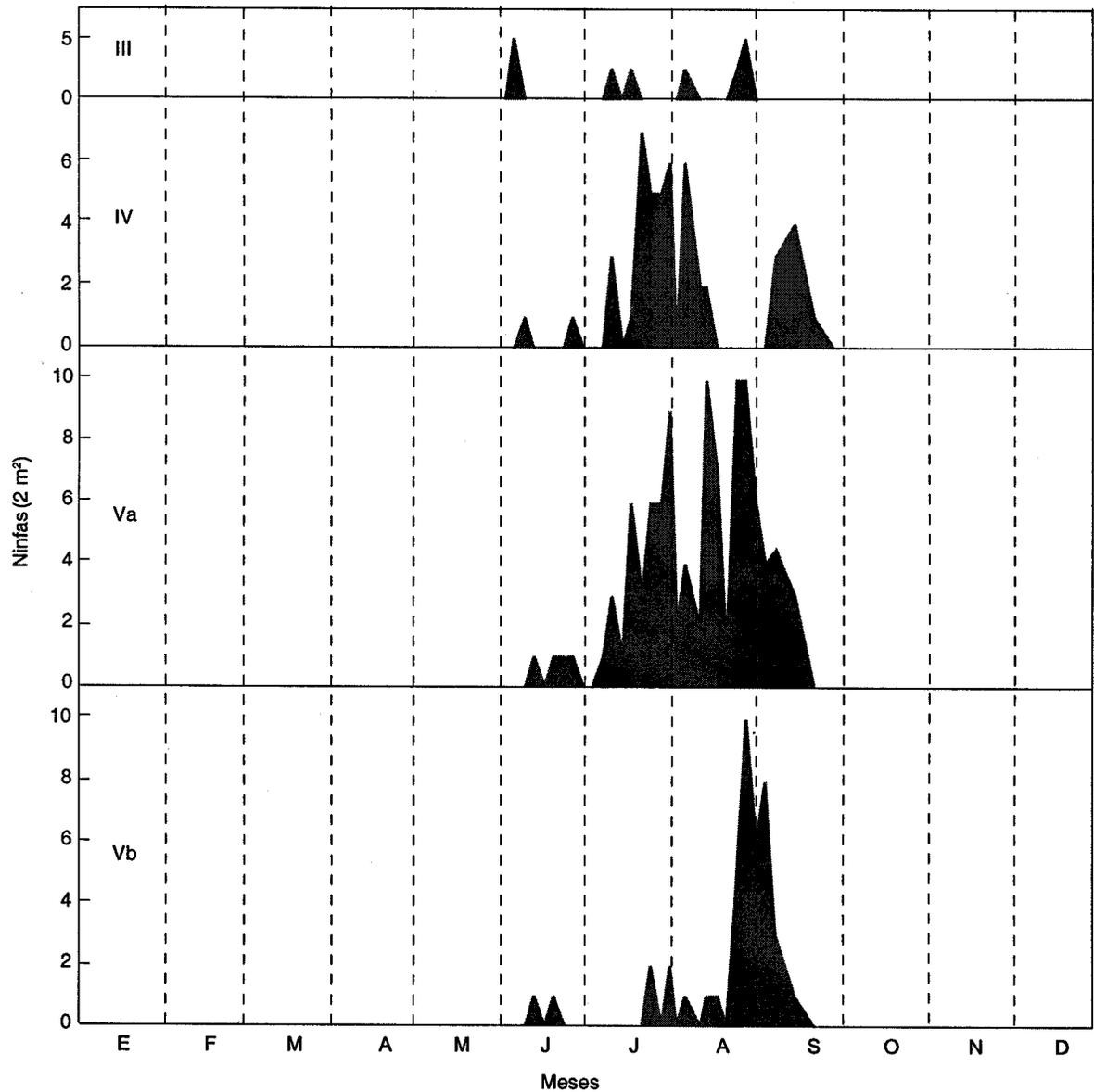


Figura 3. Curvas de fluctuación de las poblaciones de los estados de vida ninfal de *Aeneolamia reducta* durante 1998 en la parcela P1 de Córdoba, región Caribe de Colombia.

como en Sucre. No obstante, en Sucre las primeras dos generaciones de ninfas alcanzaron su punto máximo 7 y 5 días y los adultos 14 y 6 días más temprano que en Córdoba (Cuadro 1). Se observó una sincronización de poblaciones entre regiones con el inicio de la época lluviosa y con la producción de la segunda generación. En cada sitio se experimentó una disminución dramática en la presencia del insecto entre el final de julio e inicio de agosto cuando se observó un solo adulto en Sucre 1997 (Figura 4). Las poblaciones del insecto en Córdoba se recuperaron antes que en Sucre, produciendo tres picos de población de ninfas 26, 22 y 24 días antes que los picos correspondientes en Sucre.

En 1998, las formas de las curvas de las fluctuaciones de las poblaciones fueron distintas. En Córdoba, las ninfas de la primera generación llegaron a su punto máximo 4 días después que los adultos (Figura 5). Es posible que una proporción significativa de estos adultos fueran colonizadores provenientes de otros sitios. Posteriormente se presentaron 2 ó 3 picos de población con bastante traslape entre ellos, que representaban la segunda y la tercera generaciones. En Sucre, las ninfas de la primera generación ocurrieron 32 días antes que en Córdoba. Se presentó una serie de seis generaciones, empezando con el pico inicial de ninfas en mayo, que generó un pico inicial de adultos 11 días después. Se presentaron otras cinco parejas de ninfas y adultos hasta el final de diciembre.

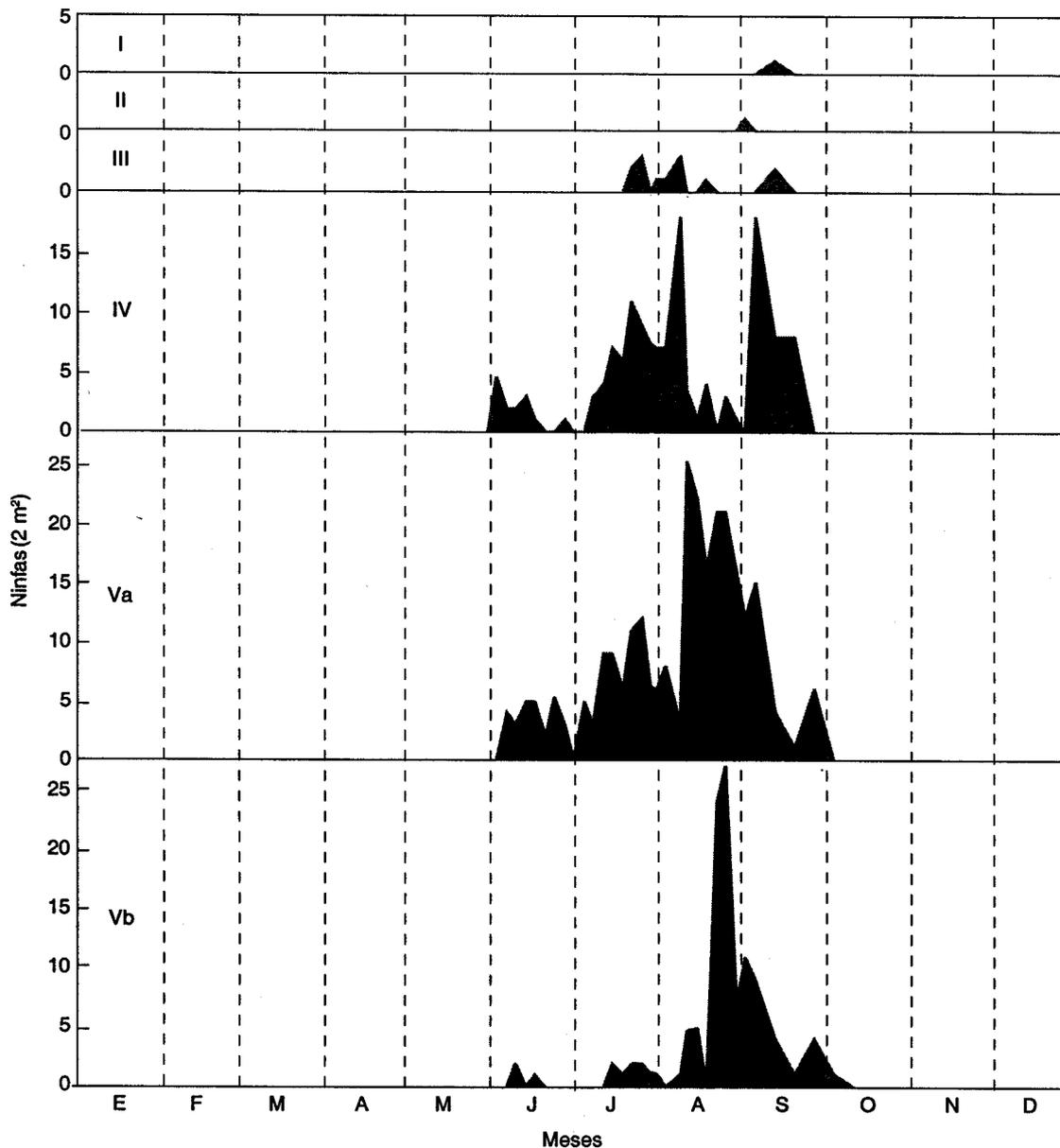


Figura 4. Curvas de fluctuación de las poblaciones de los estados de vida ninfal de *Aeneolamia reducta* durante 1998 en la parcela P2 de Córdoba, región Caribe de Colombia.

Correspondencia entre estados de vida. Al comparar los picos apareados de ninfas y adultos de la misma generación, se observa que los adultos aparecieron, en promedio, 7.7 días ($n = 15$, rango -4 a 19 días) después de las ninfas, lo que no corresponde con el tiempo generacional, como se discute más adelante. Para la fenología de los sexos de los adultos, las curvas de fluctuación de población no demostraron diferencias notables (Figuras 12 y 13). Sin embargo, los machos alcanzaron más temprano el punto máximo que las hembras ($n = 15$, $P < 0.0158$), siendo la diferencia de 1.04 días (rango -1.9 a 4.8) más temprano, indicando que *A. reducta* es una especie

protándrica, en la que los machos emergen o completan su desarrollo más temprano que las hembras.

Correspondencia con las lluvias. Las condiciones de lluvia que estimularon la eclosión de la primera generación deberían haber sucedido 29.9 días antes del 50% de los días-insectos acumulativos de las ninfas. Este período representa el desarrollo de las fases S3 y S4 de los huevos (8.5 días), más el tiempo de desarrollo de los instares I a IV (21.4 días) (Peck et al., 2002a). Se utilizó el tiempo transcurrido hasta el instar IV, porque en 1997 y 1998 aproximadamente la mitad (48%) de las ninfas recolectadas fueron del instar

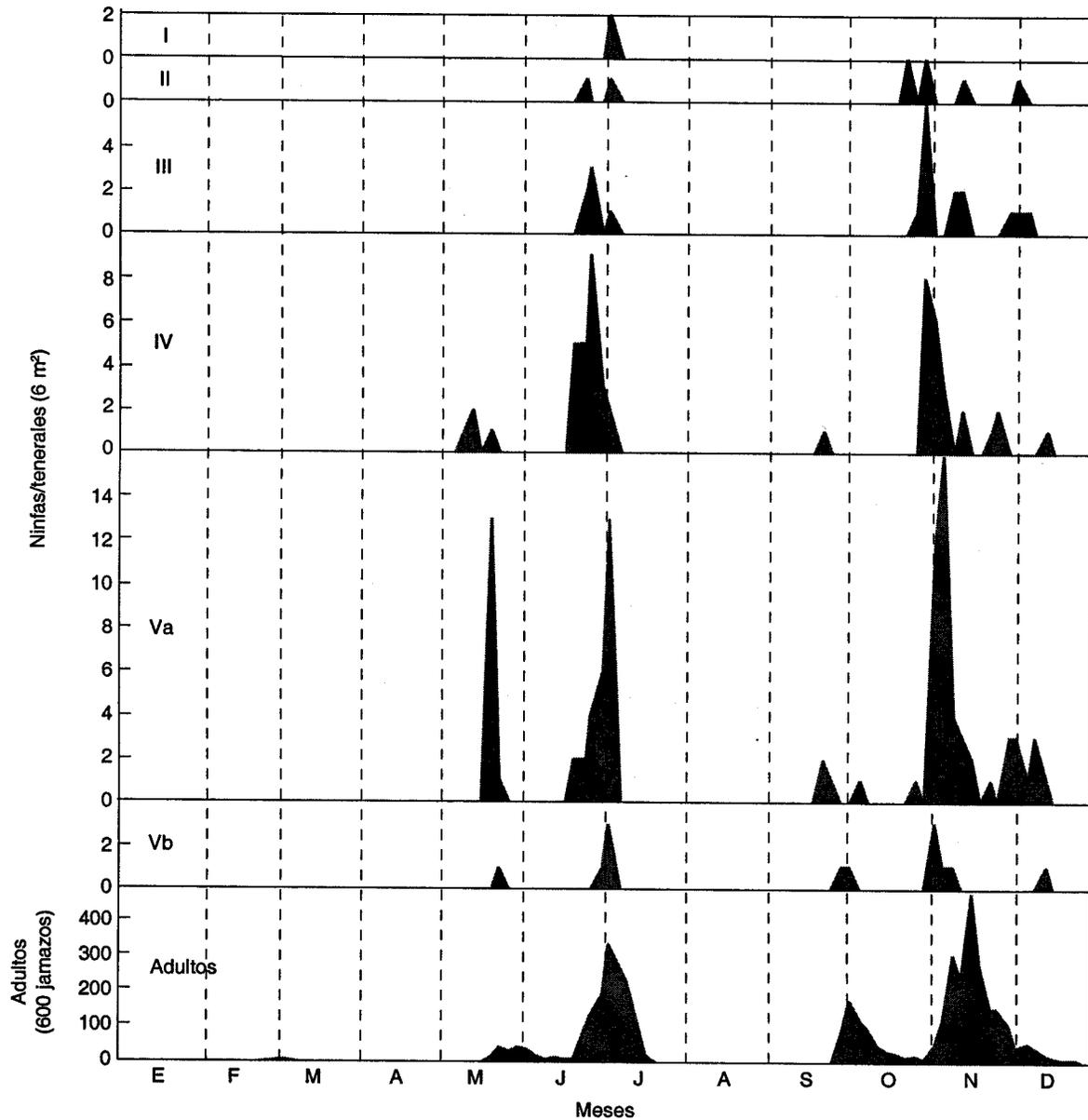


Figura 5. Curvas de fluctuación de las poblaciones de *Aeneolamia reducta* según estados de vida ninfal y adultos tenerales totales durante 1997 en tres parcelas de Sucre, región Caribe de Colombia.

V. De la misma manera, estas condiciones deberían haber sucedido 37.9 días antes del 50% de los días-insectos acumulativos de los adultos. Este período representa las fases S3 y S4 de los huevos, instares I a V (26.1 días) y la mitad de la longevidad de los adultos (3.3 días).

En 1997 en Córdoba, la época de lluvias se inició con precipitaciones durante los días 18 y 19, 21 y 23 de abril (25, 5, 50, 40 mm, respectivamente). Los picos de población (50% días-insectos acumulativos) de la primera generación de ninfas ocurrieron 27.8 y 38.0 días después, correspondiendo bien con el ciclo

de vida conocido. No se detectaron ninfas o adultos después de un período inicial de precipitación durante los días 30 de enero, 3 y 4 de febrero (50, 28, 30 mm, respectivamente) (Figura 10).

En 1998, igualmente en Córdoba, las lluvias se iniciaron de manera esporádica (Figura 11). Las precipitaciones ocurrieron el 9 y 11 de abril (24 y 27 mm, respectivamente), el 22 de abril (12 mm) y los días 28 de abril y 1, 3 y 5 de mayo (34.2, 19.8, 25, 83 mm, respectivamente). Los picos de población de la primera generación de ninfas y adultos ocurrieron los días 16 y 12 de junio. Aunque la aparición de los

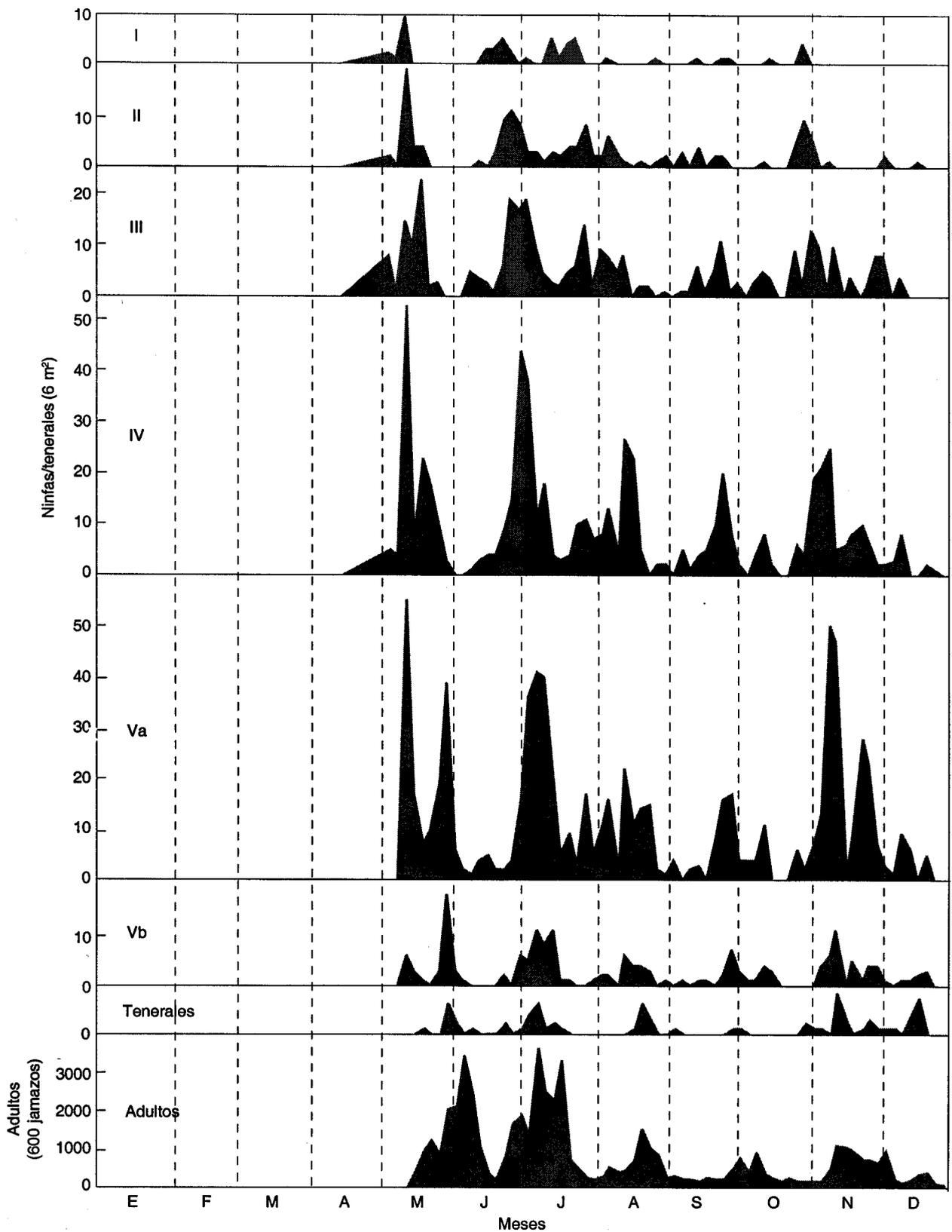


Figura 6. Curvas de fluctuación de las poblaciones de *Aeneolamia reducta* según estados de vida ninfal y adultos tenerales totales durante 1998 en tres parcelas de Sucre, región Caribe de Colombia.

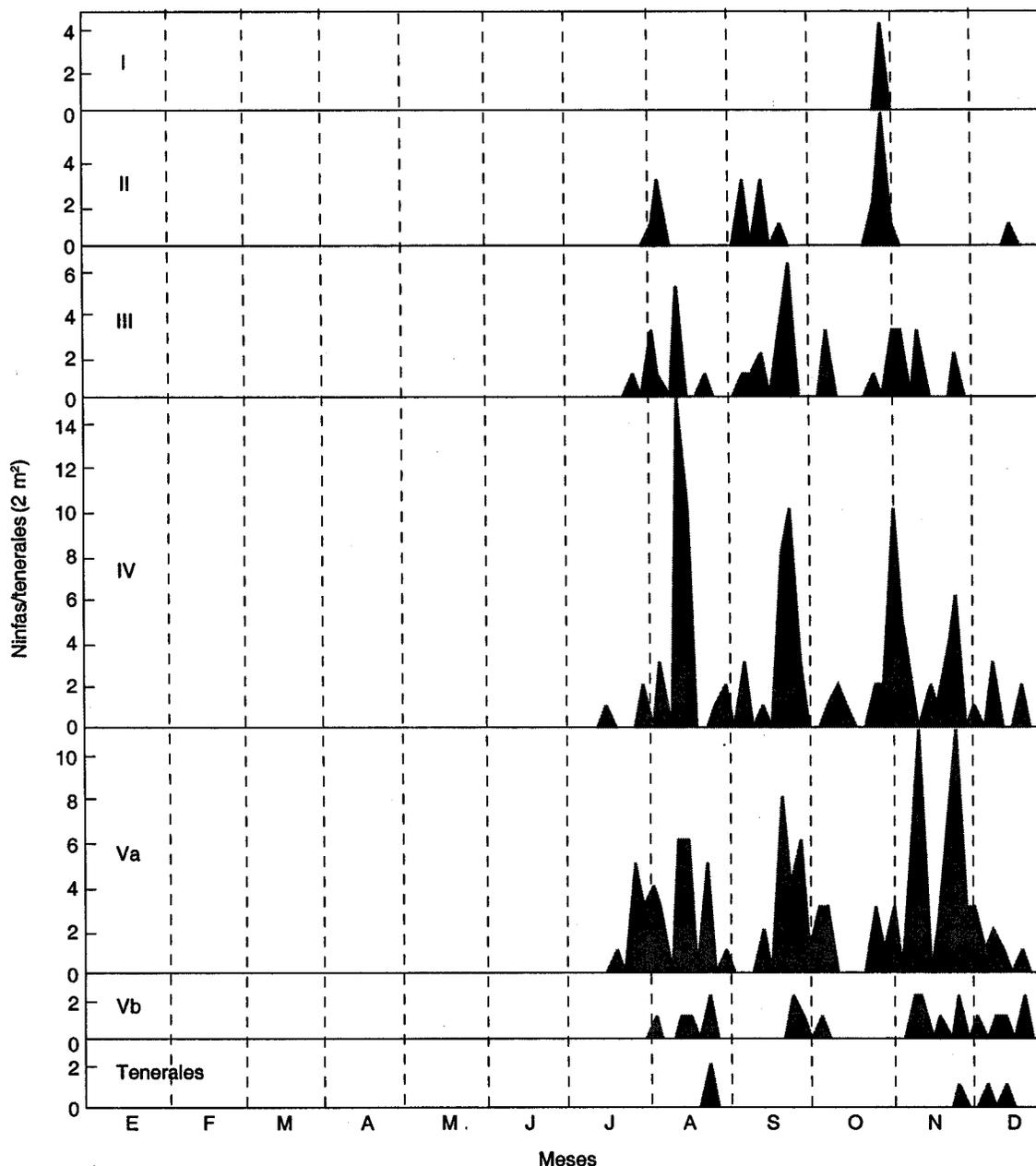


Figura 7. Curvas de fluctuación de las poblaciones de los estados de vida ninfal y adultos tenerales de *Aeneolamia reducta* durante 1998 en la parcela P1 de Sucre, región Caribe de Colombia.

adultos correspondió aproximadamente al tercer evento de lluvias (41.6 días después), las ninfas aparecieron más tarde que los adultos, lo cual dificultó la correspondencia con un período específico de lluvias.

En 1997 en Sucre, las precipitaciones que ocurrieron entre el 2 y el 5 de febrero (11.7, 1.9, 13.4, 56.6 mm, respectivamente) probablemente fueron suficientes para estimular la eclosión de una parte de la población (Figura 10); aunque no se observaron ninfas, el 3 de marzo sí se capturaron tres adultos en la parcela P1. Posteriormente continuaron las condiciones de

sequía, la cual probablemente contribuyó a una alta mortalidad en las ninfas que eclosionaron, resultando en la producción de muy pocos adultos. Las precipitaciones siguientes entre el 18 y 21 de abril (1.1, 6.1, 15.2, 5.8 mm, respectivamente) probablemente provocaron la aparición de la primera generación. Los picos de las poblaciones de ninfas y adultos ocurrieron 28.8 y 39.0 días después y correspondieron con el ciclo de vida. Las precipitaciones anteriores del 15 y 17 marzo (4.5, 23.4 mm, respectivamente) y del 10 de abril (24 mm) aparentemente no fueron suficientes o constantes para estimular el brote inicial.

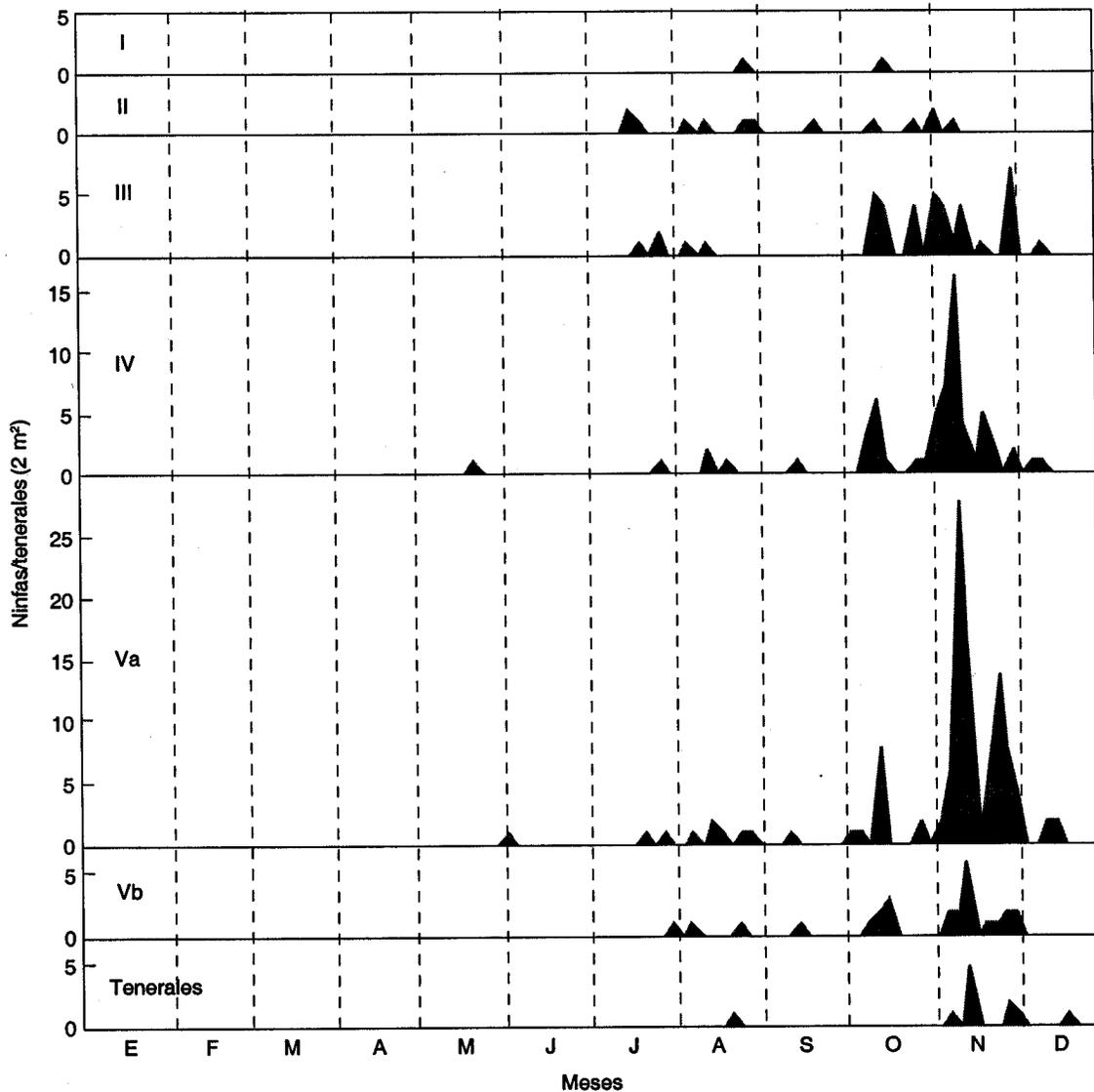


Figura 8. Curvas de fluctuación de las poblaciones de los estados de vida ninfal y adultos tenebrales de *Aeneolamia reducta* durante 1998 en la parcela P2 de Sucre, región Caribe de Colombia.

En 1998 en Sucre, las primeras precipitaciones entre el 13 y 16 abril (0.7, 6.1, 1.3, 7.2 mm, respectivamente) probablemente estimularon la aparición de la primera generación (Figura 11). Los picos de población de ninfas y adultos cayeron 30.1 y 49.5 días después. Las curvas de fluctuación de la población del insecto fueron del tipo bimodal para la primera generación de adultos, lo que sugiere que un evento de precipitación posterior al período entre el 1 y 4 de mayo (12.7, 1.3, 2.6, 12.2 mm, respectivamente) favoreció la eclosión de otros huevos que no habían eclosionado como consecuencia de las primeras lluvias. Si éste fue el caso, los dos picos de poblaciones de adultos (22 mayo, 5 junio) fueron 37.5 y 33.5 días después del respectivo evento de precipitación.

Correspondencia entre generaciones. Si se consideran todos los estimativos del tiempo transcurrido entre generaciones consecutivas durante los 2 años de estudio, *A. reducta* completó su ciclo de vida en campo en un promedio de 41.6 días ($n = 27$ generaciones medidas) (Cuadro 1). El promedio calculado para las generaciones de las ninfas fue 41.9 ($n = 15$) y para los adultos 41.6 ($n = 12$). Estos resultados coinciden con los 45.2 días obtenidos en estudios biológicos (Peck et al., 2002a). Entre las generaciones 1 a 4, las hembras colocaron huevos que fueron, respectivamente, 92%, 98%, 100% y 100% no-diapaúsicos, los cuales eclosionaron, en promedio, 27.7, 18.0, 15.2 y 16.3 días después de la oviposición (Peck et al., 2002a). Cada generación, en consecuencia, pasó directamente a la siguiente. Se esperaba que los últimos adultos que

Cuadro 1. Desarrollo generacional de *Aeneolamia reducta* durante 2 años de muestreos, región Caribe de Colombia.

Sitio/año	Generación	Épocas ^a		Tiempo transcurrido (días)		
		Ninfas	Adultos	Picos consecutivos de ninfas y adultos ^b	Generaciones consecutivas ^c	
					Ninfas	Adultos
Córdoba 1997	1	11 mayo	15 mayo	4		
	2	23 junio	29 junio	6	43	45
	3	9 sept.	—	—	78	—
	4	13 octubre	21 octubre	8	34	58 ^d
	5	9 nov.	11 nov.	2	27	21
Córdoba 1998	1	16 junio	12 junio	—	—	—
	2a	24 julio	14 agosto	—	38	—
	2b	12 agosto	14 agosto	—	—	—
	3a	3 sept.	14 agosto	—	41	—
Sucre 1997		—	(3 marzo)		—	—
	1	18 mayo	29 mayo	11	—	—
	2	28 junio	5 julio	7	40	37
	3	—	(7 agosto) ^e	—	—	30
	4	25 sept.	5 octubre	10	44 ^d	62
	5	4 nov.	17 nov.	13	40	43
	6	3 dic.	—		30	—
Sucre 1998	1	15 mayo	3 junio	19		
	2	3 julio	9 julio	6	49	36
	3	7 agosto	22 agosto	15	35	44
	4	27 sept.	3 octubre	6	51	42
	5	12 nov.	21 nov.	9	46	49
	6	15 dic.	19 dic.	4	33	29
Promedio				7.7	41.9	41.3

- Fecha de ocurrencia de 50% días-insectos acumulativos.
- Diferencia en la fecha de 'picos' de ninfas y adultos de la misma generación.
- Diferencia en la fecha con respecto a la generación anterior.
- Se calculó como la mitad de los días transcurridos desde la segunda generación.
- Fechas entre paréntesis indican 'picos' distintos, pero muy pequeños comparado con los demás.

aparecieron al inicio de la época seca colocaran huevos diapaúsicos para asegurar su sobrevivencia durante la larga época seca. Sin embargo, estos huevos no fueron recolectados para análisis.

Resumen de la fenología

En Córdoba durante 1997. En esta zona, *A. reducta* alcanzó tres o cuatro generaciones (Cuadro 1, Figura 10). La primera generación de ninfas ocurrió el 11 de mayo y de adultos el 15 del mismo mes, correspondiendo con las lluvias de mediados de abril. El tiempo transcurrido hasta la segunda generación coincidió con el período requerido para el desarrollo de huevos no-diapaúsicos. No fue posible determinar si la posterior población de ninfas representó una tercera generación tardía (78 días después del pico ninfal anterior) o una cuarta generación temprana donde no se detectó la tercera generación. No obstante, este grupo de ninfas probablemente sufrió una alta mortalidad al final de la fase ninfal, ya que no se observó un posterior pico de adultos. Es posible que un

período de sequía de 8 días al final de junio haya ocasionado una alta mortalidad y disminuido las posibilidades de identificar las generaciones. La siguiente generación de ninfas fue observada 34 días después junto con una generación de adultos. La última generación apareció más temprano de lo que se anticipó, sugiriendo un traslape de generaciones como resultado de la pérdida de sincronización que la población de insectos mostró al inicio de la época.

En Córdoba durante 1998. En esta zona durante 1998, *A. reducta* presentó entre dos y cuatro generaciones (Cuadro 1, Figura 11). En junio se presentó una generación inicial, pero los adultos llegaron a su punto máximo antes que las ninfas. Debido a que las lluvias ocurrieron en forma dispersa, es posible que el brote inicial no fue muy sincronizado. Posteriormente, ocurrieron tres picos sucesivos de ninfas separados 19 y 22 días, lo que es demasiado rápido para representar generaciones distintas, sugiriendo la presencia de generaciones traslapadas.

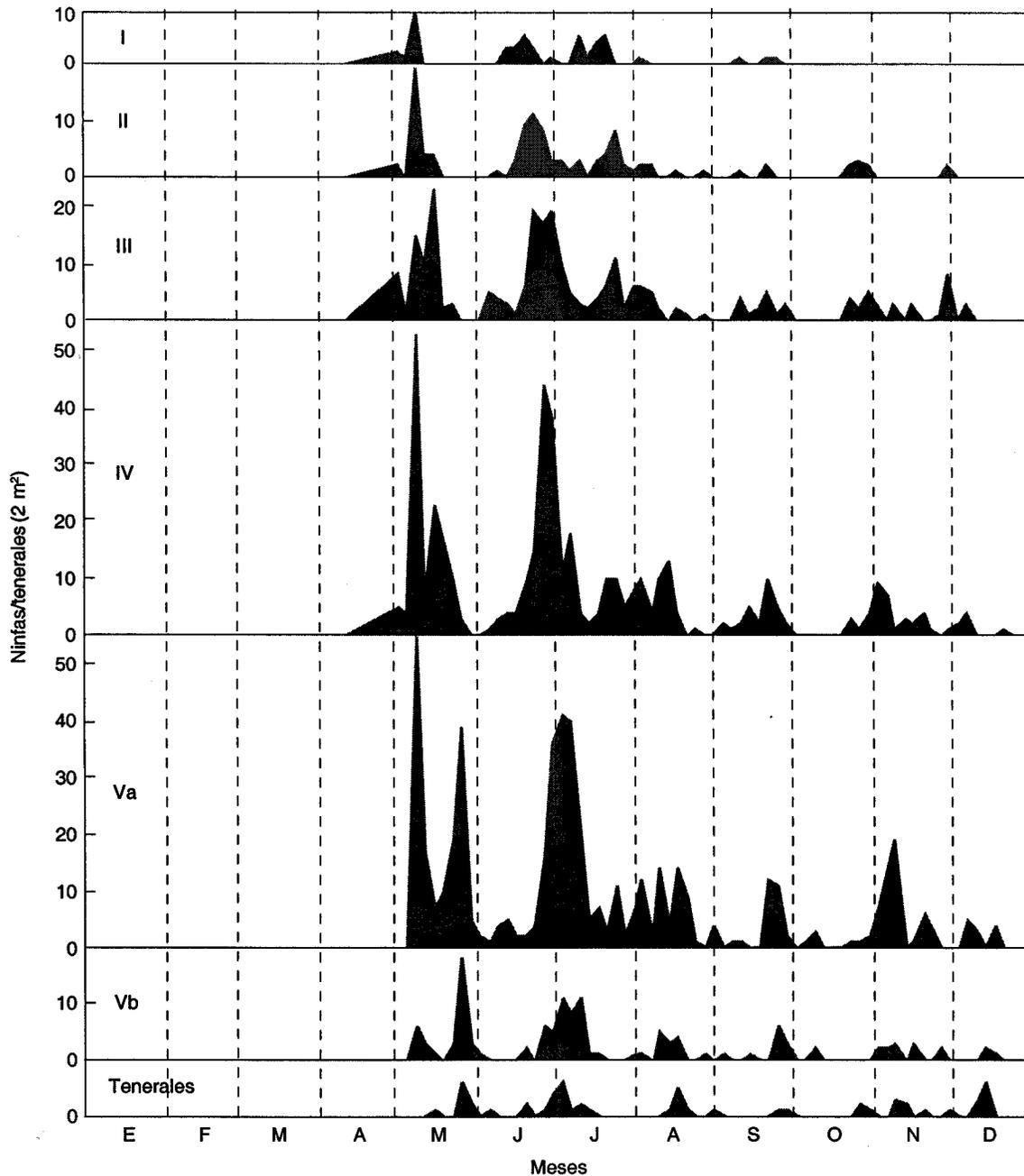


Figura 9. Curvas de fluctuación de poblaciones de los estados de vida ninfal y adultos tenerales de *Aeneolamia reducta* durante 1998 en la parcela P3 de Sucre, región Caribe de Colombia.

En Sucre durante 1997. *Aeneolamia reducta* logró cinco o seis generaciones (Cuadro 1, Figura 10). Las lluvias en abril favorecieron el brote sincronizado de la primera generación de ninfas que a su vez produjo el primer brote de adultos 11 días después. Los huevos de esta población de adultos dieron lugar a una segunda generación de ninfas y adultos. No fue posible observar la tercera generación de ninfas posiblemente debido a las condiciones secas al final de julio y comienzo de agosto. El clima adverso pudo ocasionar una alta mortalidad de ninfas o éstas se refugiaron en

capas profundas en el suelo, donde fueron difíciles de observar y capturar. Sin embargo, la presencia de unos pocos adultos en la primera semana de agosto sugirió que una pequeña población de ninfas logró su desarrollo. Este pico se presentó antes de lo esperado (considerando un ciclo de vida de 45 días), probablemente debido a que sólo se encontraron dos adultos o, alternativamente, porque los adultos eran colonizadores. No obstante, existió la posibilidad de una generación verdadera debido a la alta presencia de ninfas y adultos 89 y 93 días después de la segunda

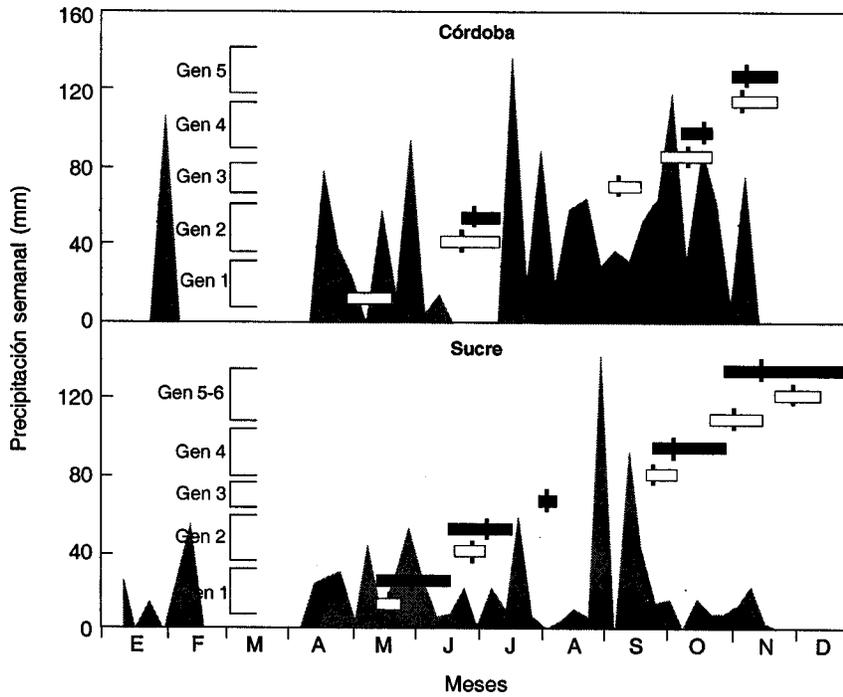


Figura 10. Fenograma de las poblaciones de *Aeneolamia reducta* en pasturas de *Bothriochloa pertusa* en dos sitios de muestreo en 1997, región Caribe de Colombia. Las barras horizontales indican el período de ocurrencia del estado de vida; las líneas verticales indican la acumulación de 50% de los individuos del grupo. Los datos de precipitación semanal fueron tomados del IDEAM.

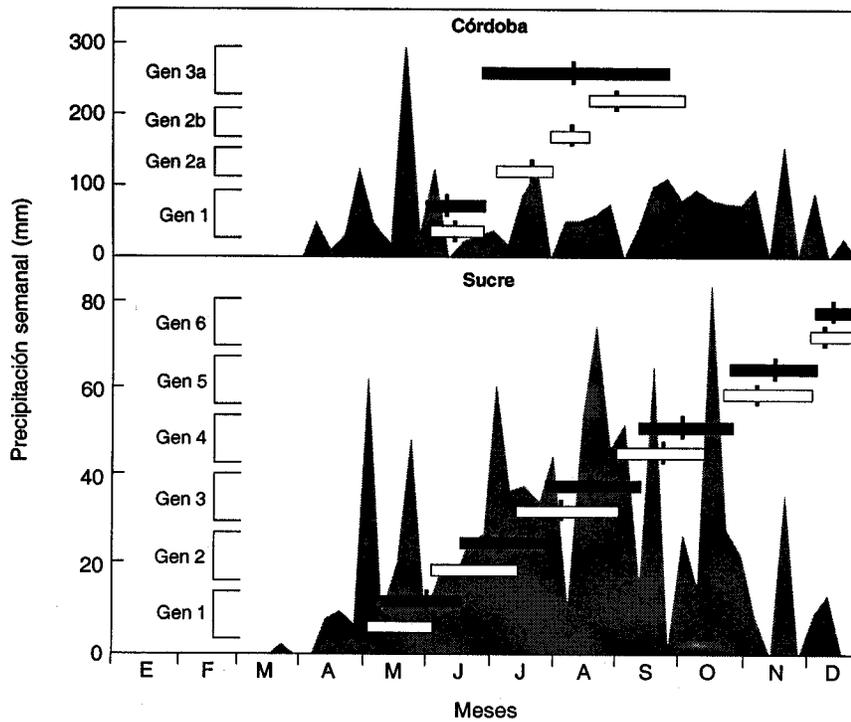


Figura 11. Fenograma de las poblaciones de *Aeneolamia reducta* en pasturas de *Bothriochloa pertusa* en dos sitios de muestreo en 1998, región Caribe de Colombia. Las barras horizontales indican el período de ocurrencia del estado de vida; las líneas verticales indican la acumulación de 50% de los individuos del grupo. Los datos de precipitación semanal fueron tomados del IDEAM.

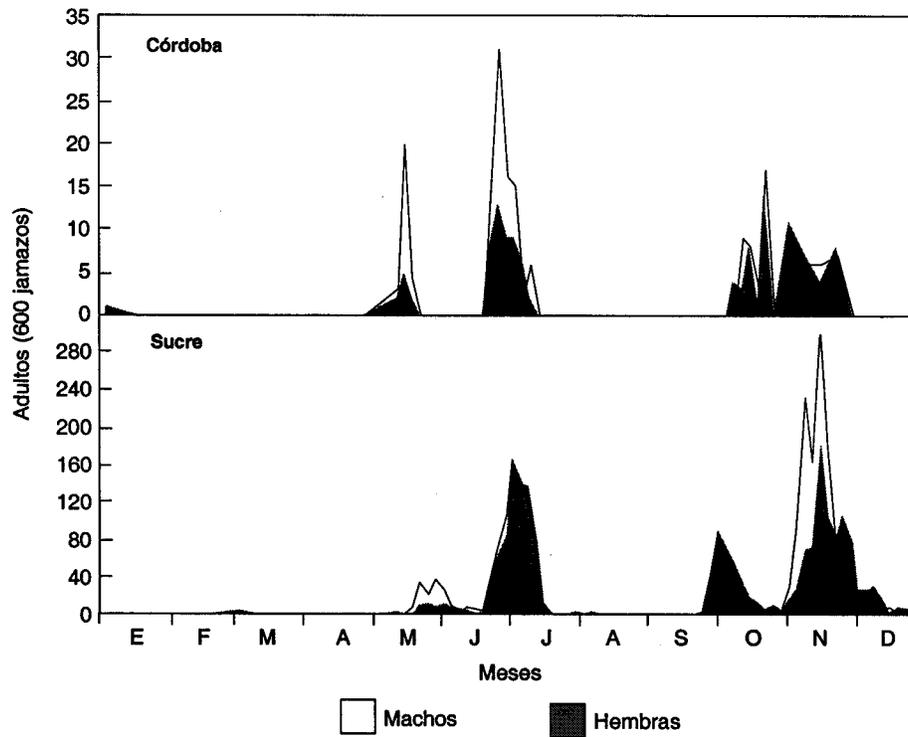


Figura 12. Curvas de fluctuación durante 1997 de las poblaciones totales de adultos machos y hembras de *Aeneolamia reducta* en tres parcelas, región Caribe de Colombia.

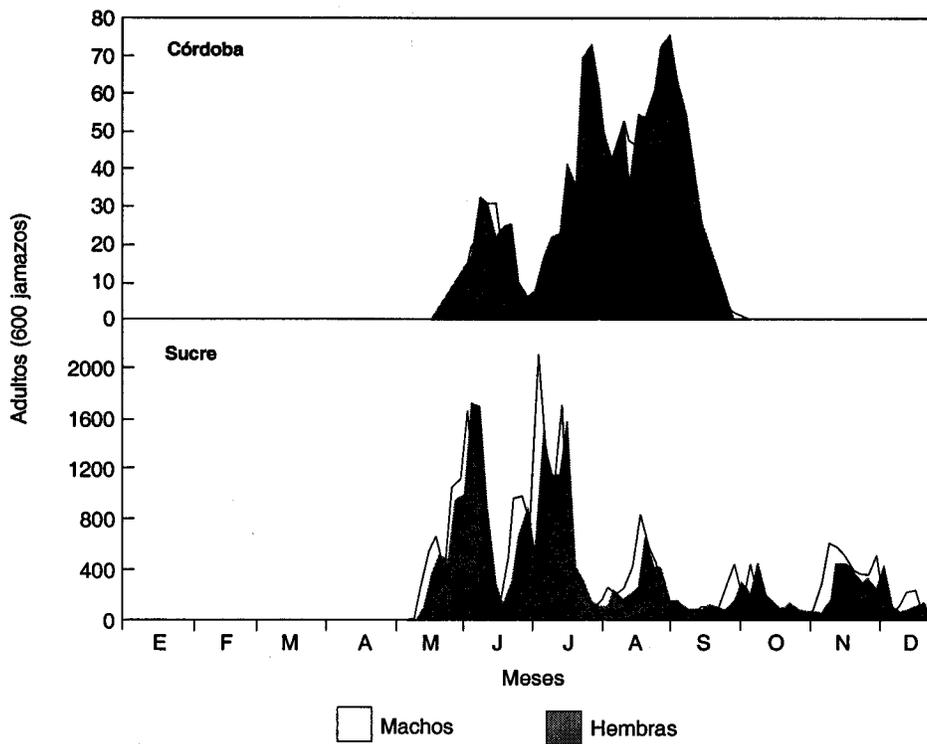


Figura 13. Curvas de fluctuación durante 1998 de las poblaciones totales de adultos machos y hembras de *Aeneolamia reducta* en tres parcelas y dos sitios de muestreo, región Caribe de Colombia.

generación, lo que coincidió con dos ciclos de vida. También ocurrió una quinta generación de ninfas y adultos, originando esta población de adultos otro pico de ninfas que probablemente no avanzó más debido a la época seca. Es posible, igualmente, que a esta situación contribuyeron adultos que se traslaparon con los de la quinta generación. En total, ocurrieron cinco generaciones completas y una sexta que probablemente desapareció antes de producir muchos adultos.

En Sucre durante 1998. *Aeneolamia reducta* completó seis generaciones en forma consecutiva (Cuadro 1, Figura 11). La primera generación de ninfas ocurrida en mayo en la parcela P3 coincidió con las lluvias de mediados de abril y comienzo de mayo, y contribuyó con un pico de adultos que apareció 19 días más tarde. La segunda generación de ninfas y adultos se presentó 49 y 36 días después; su presencia en las parcelas P1 y P2 fue el resultado de la colonización por adultos de la primera generación. Posteriormente se presentó en las tres parcelas una tercera generación que fue seguida por tres generaciones más hasta la sexta, coincidiendo bien con el ciclo de vida, excepto los adultos de la última generación que aparecieron más temprano. Este último evento puede ser explicado por el inicio de la época seca que afectó el desarrollo de las poblaciones de ninfas y adultos; por tanto, los pocos ejemplares recuperados en los muestreos, especialmente los adultos, representaban solamente el inicio de la generación.

Discusión

La nueva información obtenida en estos estudios permite ampliar los conocimientos sobre la fenología de salivazo asociado con pastos en la región Caribe de Colombia. Además de *A. reducta*, *A. flavilatera* es la otra especie de salivazo que logra completar seis generaciones por año, aunque esto sólo ocurre bajo condiciones constantes de humedad; en caña de azúcar, *A. flavilatera* está limitado generalmente a cuatro generaciones (Wiedijk, 1982). *Aeneolamia reducta* es aún más precoz logrando hasta seis generaciones en esta región, que se caracteriza por una marcada estacionalidad de la época seca de 3 meses de duración, tiempo durante el cual el insecto no tiene condiciones adecuadas para su desarrollo. En los años de menor precipitación o con una época seca de larga duración, *A. reducta* completaría menos generaciones, como ocurre con *A. albofasciata* (Lallemand) que completa sólo una o dos generaciones en el norte de México, dependiendo de la precipitación (Martin et al., 1995). *Prosapia* sp. nov. representa el caso opuesto a *A. reducta*, ya que la primera especie aparentemente sólo completa una generación por año, como resultado de la diapausa de todos los huevos,

que dura entre 89 y 537 días (Peck, 1996). Las demás especies de salivazo estudiadas hasta ahora completan una a cuatro generaciones por año.

La metodología utilizada en estos estudios fue adecuada para describir la dinámica poblacional del insecto y ofrece suficiente resolución para interpretar los picos en términos de desarrollo de generaciones (Peck et al., 2002b), su relación con las lluvias y la fenología. Los estudios que no analizan todos los estados de vida ninfal o en los que se realizan muestreos con una menor frecuencia no son suficientes para describir y entender la fenología del insecto. Sin embargo, como parte de un programa de control integrado, el sistema de muestreo debe ser lo suficientemente balanceado para permitir una interpretación precisa dentro del ambiente de los usuarios (productores y ganaderos).

Estos resultados confirman la correspondencia entre el ataque de salivazo (ninfas y adultos) y la época lluviosa. Durante los 2 años de muestreo, nunca se presentó en el mes de febrero, uno de los 3 meses más secos al año. También abren posibilidades para predecir la época de aparición del primer brote de la plaga, teniendo en cuenta los patrones de precipitación. A pesar de la relación entre la aparición de ninfas y adultos de la primera generación con los períodos de precipitación, en este estudio no se evaluaron las condiciones de lluvias necesarias para estimular el brote de esta primera generación. La ausencia de un brote poblacional como respuesta a un evento de precipitación se puede deber a: (1) precipitación insuficiente para promover la eclosión; (2) falta de lluvia en las parcelas experimentales, a pesar de su registro en la estación meteorológica de la zona; (3) fallas en la detección de las ninfas que eclosionaron debido a su alta mortalidad o porque se ocultaron en el subsuelo como respuesta a condiciones posteriores de sequía; y (4) la mayoría de los huevos estaban en diapausa (vs. quiescencia posdiapausica), por lo que no respondieron a los cambios en humedad.

Se encontró evidencia de que las lluvias influyen en la abundancia y sincronización de las poblaciones del insecto, pero todavía no es claro cuál es su papel. En Sucre en 1997, por ejemplo, una proporción de los huevos eclosionaron debido a un evento temprano de precipitación, pero murieron en la época seca inmediata, lo que podría contribuir a las diferencias en abundancia entre años. La evidencia también sugiere que un inicio abrupto y continuo de la época de lluvias contribuye a una alta sincronización de la población del insecto y a una correspondiente carga alta del insecto, como se observó en 1998 en Sucre. Esto contrasta con la situación ocurrida en 1998 en Córdoba, donde el inicio esporádico de las lluvias correspondió a una baja sincronización de la población.

A nivel de región no se encontró variación importante en la aparición del brote inicial. En cada finca, aparentemente, las diferencias en hábitat de las tres parcelas bajo muestreo no fueron suficientes para influir sobre la época de la primera generación, bajo las condiciones de precipitación al comienzo de las épocas lluviosas en 1997 y 1998. Sin embargo, se debe esperar que el hábitat (suelos, drenaje, composición botánica) sea variable entre fincas, lo que favorece un mayor grado de variación en abundancia, fluctuación de la población y fenología del insecto (Peck, 1999).

En 1998 en Sucre, los muestreos de poblaciones demostraron claramente que el movimiento local es un factor importante para la dinámica del insecto. Este caso es la evidencia más fuerte que existe sobre un foco inicial del insecto que logró infestar el resto de las pasturas en la misma finca donde originalmente no había presencia de la plaga. En consecuencia, es crítico predecir los brotes iniciales en formas temporal y espacial. En forma temporal sería posible predecir la época del brote inicial de ninfas tomando en cuenta los datos de precipitación y la naturaleza del inicio de la época lluviosa. En forma espacial dependerá del establecimiento de un sistema de monitoreo en finca para conocer las áreas donde se espera encontrar brotes. Así, con la combinación de ambas formas se determina el dónde y cuándo del brote inicial, para su posterior manejo y control.

El grado de variación de *A. reducta* a nivel de finca, región y año es importante para establecer las prácticas de manejo. La nueva información resultante de estos trabajos amplía y profundiza el conocimiento de la bioecología del salivazo de los pastos y su asociación con el hábitat, fortaleciendo el fundamento necesario para evaluar tácticas de manejo y reducir su impacto en gramíneas cultivadas.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados de este estudio se puede concluir lo siguiente:

- *Aeneolamia reducta* presenta hasta seis generaciones distintas por año en pasturas de *B. pertusa*, con una nueva generación, en promedio, cada 41.6 días. Este período corresponde bien al ciclo de vida (45.2 días) determinado en casa de malla.
- Las ninfas de la primera generación de salivazo alcanzan su punto máximo de desarrollo aproximadamente entre 3 y 4 semanas después del inicio de las lluvias. Se encontró evidencia de que la naturaleza de estas lluvias influye en la

abundancia y la sincronización de la población del insecto.

- A nivel de finca no se observaron variaciones importantes sobre la aparición del brote inicial. Las diferencias en hábitat en las parcelas y fincas bajo muestreo aparentemente no fueron suficientes para influir en la fenología de la primera generación, bajo las condiciones de precipitación que se presentaron en 1997 y 1998.
- Para cada generación discreta de *A. reducta*, los adultos llegan a su punto máximo, en promedio, 7.7 días después de las ninfas. Los adultos machos llegan 1 día antes de las hembras, indicando que *A. reducta* es una especie protándrica cuyos machos aparecen o completan su desarrollo más temprano que las hembras.
- El movimiento local del insecto puede ser un factor importante en la dinámica de poblaciones, porque a partir de un foco inicial del insecto puede ocurrir una infestación en las pasturas de la finca donde originalmente no había presencia de la plaga.
- En general, de acuerdo con la nueva información obtenida sobre la fluctuación de las poblaciones y la fenología del salivazo, la estrategia de manejo en regiones con clima de tipo estacional como la Costa Caribe de Colombia, se debe basar en la predicción espacial y temporal de la primera generación del insecto con el fin de desarrollar tácticas de manejo para suprimir el tamaño del brote inicial y disminuir la contribución a generaciones posteriores o la invasión de nuevas áreas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a J. Calume (finca El Olivo), E. Muñoz (finca Tarapacá) y A. Narváez (finca Bella Luz) por facilitar las pasturas para los trabajos en el campo; a N. Jiménez (C.I. Turipaná-Corpoica), C. Lascano (CIAT) y U. Castro por su apoyo y las facilidades brindadas para la realización de esta investigación.

En especial se agradece a la Organización de los Estados Americanos (OEA) por la beca PRG otorgada a Daniel Peck durante el tiempo de trabajo de campo y estudio en laboratorio.

Este trabajo fue financiado principalmente por el Fondo Nacional de Ganado de Colombia dentro del Proyecto Alternativas para el Manejo Integrado del Mión de los Pastos en la Región Caribe, bajo la coordinación de N. Jiménez.

Summary

To further characterize the population dynamics of the grass-feeding spittlebug complex in *Bothriochloa pertusa* pastures on the Caribbean Coast of Colombia, the phenology of *Aeneolamia reducta* (Lallemand) was described. Data were obtained from intensive surveys of nymphs and adults designed to quantify on-farm, regional, and annual variation in certain components of population ecology, including population synchrony, number and timing of generations, and correspondence with precipitation. Population development was assessed by evaluating the progression of the different nymph and adult life stages and through analysis of cumulative insect-days. *Aeneolamia reducta* completed up to six generations per year with a life cycle of 41.6 days, highly prolific given the extended dry season and relative to other species in pastures. First generation nymphs peaked in abundance 3-4 weeks after start of the rainy season and the nature of those rains influenced population synchrony. Little on-farm variation in timing of the first outbreak was detected. For each discrete generation, adults arrived 7.7 days after nymphs and adult males 1.0 days after females (protandry). Local movement was an important factor in population dynamics because spittlebug-free areas of the farm were colonized by adults from focal outbreaks. Relative to other ecoregions of Colombia, this site highly seasonal in precipitation experiences a greater number of generations and higher population synchrony. Based on this new understanding of spittlebug population fluctuation and phenology, management strategies in highly seasonal sites such as the Caribbean Coast of Colombia should emphasize temporal and spatial prediction of the first generation and thereby target control tactics that suppress population development before these outbreaks contribute to subsequent generations or invasion of previously uninfested areas.

Referencias

- Byers, R. A. 1965. Biology and control of a spittlebug, *Prosapia bicincta* (Say), on Coastal bermudagrass. Tech. Bull. Georgia Agric. Exp. St. 42:26.
- Fewkes, D. W. 1969. The biology of sugar cane froghoppers. En: Williams, J. R.; Metcalfe, J. R.; Mungomery, R. W.; y Mathes, R. (eds.). Pests of sugar cane. Elsevier, Amsterdam, Países Bajos. p. 283-307.
- Fontes, E. G.; Pires, C. S.; y Sujii, E. R. 1995. Mixed risk-spreading strategies and the population dynamics of a Brazilian pasture pest, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). J. Econ. Entomol. 88(5):1256-1262.
- Koller, W. W. y Honer, M. R. 1993. Correlações entre fatores climáticos e a dinâmica de produção de ovos diapáusicos de duas espécies de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae). An. Soc. Entomol. Bras. 22(3):597-612.
- Martin, R. M.; Cox, J. R.; Alston, D. G.; e Ibarra, F. F. 1995. Spittlebug (Homoptera: Cercopidae) life cycle on buffelgrass in Northwestern Mexico. Ann. Entomol. Soc. Am. 88(4):471-478.
- Peck, D. C. 1996. The association of spittlebugs with grasslands: Ecology of *Prosapia* in upland dairy pastures of Costa Rica. Tesis de Doctorado. Departamento de Entomología, Cornell University, Ithaca, E.U. 234 p.
- _____. 1999. Seasonal fluctuations and phenology of *Prosapia* spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in upland dairy pastures of Costa Rica. Environ. Entomol. 28(3):372-386.
- _____. 2002. Distribución y reconocimiento del salivazo de los pastos (Homoptera: Cercopidae) en la Costa Caribe de Colombia. Pasturas Tropicales 24(1): 4-15.
- _____; Pérez, A. M.; y Medina, J. W. 2002a. Biología y hábitos de *Aeneolamia reducta* y *A. lepidior* en la Costa Caribe de Colombia. Pasturas Tropicales 24(1):16-26.
- _____; Pérez, A. M.; Medina, J. W.; Rojas, J.; y Barrios, M. 2002b. Fluctuación poblacional y enemigos naturales de *Aeneolamia reducta* en la Costa Caribe de Colombia. Pasturas Tropicales 24(1):27-38.
- Pires, C. S.; Sujii, E. R.; Fontes, E. M.; Tauber, C. A.; y Tauber, M. J. 2000. Dry-season embryonic dormancy in eggs of *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae): Roles of temperature and moisture in nature. Environ. Entomol. 29(4):714-720.
- Ruppel, R. F. 1983. Cumulative insect-days as an index of crop protection. J. Econ. Entomol. 76:375-377.
- Sujii, E. R. 1998. Modelagem e simulação da dinâmica populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). Tesis de Doctorado. Ciencias Biológicas. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
- _____; García, M. A.; Fontes, E. M.; y Carvalho, V. 1995. Efeito da temperatura e umidade sobre o término da diapausa de ovos e densidade populacional da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta* (Stål) (Homoptera: Cercopidae). An. Soc. Entomol. Bras. 24(3):465-478.
- Wiedijk, F. 1982. Variability in the occurrence of the sugar cane froghopper, *Aeneolamia flavilatera* (Homoptera: Cercopidae), on sugar estates in Guyana and Surinam. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen. 7:1-55.