

CROP PROTECTION

Dinámica Poblacional y Fenología del Salivazo de los Pastos *Zulia carbonaria* (Lallemand) (Homoptera: Cercopidae) en el Valle Geográfico del Río Cauca, Colombia

ULISES CASTRO¹, ANUAR MORALES¹ Y DANIEL C. PECK²

¹Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia

²Dept. Entomology, Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station, Geneva, NY 14456 USA
dp25@cornell.edu

Neotropical Entomology 34(3):459-470 (2005)

Population Dynamics and Phenology of the Pasture Spittlebug *Zulia carbonaria* (Lallemand) (Homoptera: Cercopidae) in the Cauca River Valley, Colombia

ABSTRACT - We studied the population fluctuation of nymphs, adults, eggs and natural enemies of the spittlebug *Zulia carbonaria* (Lallemand) (Homoptera: Cercopidae) associated with *Brachiaria dictyoneura* pastures of the Cauca River Valley, Colombia. Our objective was to describe spittlebug phenology under seasonal conditions of bimodal precipitation (March-May and September-November). Weekly, over two years, populations of spittlebugs and certain natural enemies were quantified using a sweep net (adults) and counts of nymphs in spittle masses. To obtain eggs and study their development, adult females were collected weekly and placed in petri dishes with moist filter paper to oviposit. In both survey years 3-4 generations of *Z. carbonaria* were documented with a mean life cycle of 66 days. Populations were most abundant in the first semester and decreased dramatically over the course of the second semester, even in the rainy months (September-November). Very few diapausing eggs were detected (0.5%). Natural enemies included the nymph predator *Salpingogaster nigra* Schiner (Diptera: Syrphidae), parasitic mites of adults (Acari: Erythraeidae) and fungi of various genera. Although *Z. carbonaria* synchronizes its life cycle with the rains of the first semester, no role of diapausing eggs was detected as is common in other spittlebug species under conditions of unimodal precipitation. Possible explanations for this synchrony and for the scarcity of the insect under the rainy conditions of the second semester are discussed.

KEY WORDS: *Brachiaria*, egg diapause, forage grass pest, *Salpingogaster nigra*, seasonality

RESUMEN - Se estudió la fluctuación poblacional de ninfas, adultos, huevos y enemigos naturales de *Zulia carbonaria* (Lallemand) (Homoptera: Cercopidae) asociado con pastos de *Brachiaria dictyoneura* en el valle geográfico del río Cauca, Colombia. El objetivo de este trabajo fue describir la fenología de *Z. carbonaria* bajo las condiciones estacionales de precipitación bimodal (marzo-mayo y septiembre-noviembre). Semanalmente, durante dos años, se cuantificaron las poblaciones del salivazo y ciertos enemigos naturales mediante pases de jama (adultos) y conteos de ninfas en masas de espuma. Para obtener huevos y estudiar su desarrollo, semanalmente se recolectaron adultos hembras que se pusieron a ovipositar en cajas de petri con papel filtro húmedo en su interior. En ambos años de muestreo se documentaron 3-4 generaciones de *Z. carbonaria* con un ciclo de vida promedio de 66 días. Las poblaciones fueron más abundantes en el primer semestre y disminuyeron dramáticamente en el transcurso del segundo semestre, aún en los meses lluviosos (septiembre-noviembre). Se encontró muy bajo número de huevos diapáusicos (0.5%). Los enemigos naturales encontrados fueron la mosca depredadora de las ninfas *Salpingogaster nigra* Schiner (Diptera: Syrphidae), ácaros parasitarios de los adultos (Acari: Erythraeidae) y hongos de varios géneros. Aunque *Z. carbonaria* sincroniza su ciclo de vida con las lluvias del primer semestre, no se detectó un papel de la diapausa en los huevos como es común en otras especies de salivazo en zonas bajo condiciones unimodales de precipitación. Se discuten posibles explicaciones por esa sincronización y por la escasez del insecto bajo las condiciones lluviosas del segundo semestre.

PALABRAS CLAVE: *Brachiaria*, diapausa de huevos, plaga de gramínea forrajera, *Salpingogaster nigra*, estacionalidad

Entre las especies forrajeras más difundidas en las sabanas del trópico americano se encuentra *Brachiaria decumbens* Stapf cv Basilisk. Esta gramínea africana está bien adaptada a los suelos pobres, ácidos y con alto contenido de aluminio intercambiable. Se estima que cerca de 40 millones de ha se hallan sembradas en Suramérica (Pizarro et al. 1996) y en Colombia existen cerca de 5,860,000 ha sembradas con *B. decumbens* u otras especies de *Bracharia* tanto en el trópico bajo húmedo como en el seco (Holmann & Peck 2002). Los pastos del género *Bracharia* han proporcionado ventajas económicas y agronómicas a los ganaderos de Suramérica. Sin embargo, la mayoría de las especies de este género son susceptibles al complejo salivazo de los pastos (Homoptera: Cercopidae). El salivazo es la limitante biótica más importante para la utilización de varias especies del género *Brachiaria* debido a su amplia distribución y nivel de daño (Lapointe & Sonoda 2001).

Este complejo de insectos nativos tiene un amplio rango de hospederos en el Neotrópico que incluye casi todos los géneros de gramíneas forrajeras tanto como caña de azúcar, césped y arroz (Guagliumi 1957, Fewkes 1969, Souza & Nilakhe 1985, Vittum et al. 1999). Su distribución se extiende desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina, y se encuentra desde el nivel del mar hasta cerca de los 3000 m de elevación (Peck 2001). En esta distribución se encuentra diversidad taxonómica y ecológica con al menos 11 géneros que contribuyen con especies que atacan gramíneas. La diversidad taxonómica, ecológica y la generalización de la información disponible a todas las especies de salivazo han propiciado un manejo inadecuado del insecto en los diferentes hospederos y hábitats donde es económicamente importante.

Información específica sobre la biología y ecología poblacional no existe para la mayoría de especies. Estos estudios básicos son requeridos para establecer los patrones de variación presentados por el complejo y así poder adaptar un manejo integrado. En fenología poblacional, estudios anteriores han determinado que el insecto sincroniza su ciclo de vida con las condiciones favorables para su desarrollo, principalmente por medio de la eclosión de los huevos diapáusicos. En el salivazo de los pastos, el desarrollo de los huevos diapáusicos se detiene en un estado morfológico en el cual el huevo es muy tolerante a la sequía (Wiedijk 1982). La baja temperatura y la sequía son dos factores implicados en la terminación de la diapausa. En la fase de quiescencia postdiapáusica, los huevos responden a la humedad de las primeras lluvias, continúan su desarrollo y esto contribuye a la eclosión sincronizada de la primera generación (Sujii et al. 1995). Los huevos no diapáusicos eclosionan en un período de 10-20 días mientras que los huevos diapáusicos pueden extender la eclosión hasta 500 días (Peck 1996). Según la especie y sitio geográfico en el cual se desarrolla el salivazo, alcanza desde una a seis generaciones al año (Byers 1965, Oomen 1975, Wiedijk 1982, Fontes et al. 1995, Peck 1998, Peck et al. 2002b).

En general, pocos estudios han identificado y clasificado el instar ninfal y otros estados de vida en el desarrollo poblacional. Esta resolución es necesaria para interpretar y describir ciertos aspectos de la ecología poblacional como

la fenología. En la mayoría, los datos consistieron en ninfas y adultos totales pero no diferenciaron el sexo de los adultos (Jiménez 1978, Enkerlin & Rosell 1979, Lyra et al. 1989, Fontes et al. 1995). Dos trabajos detallados tuvieron la resolución del instar ninfal mas no el sexo en los adultos (Oomen 1975, Martín et al. 1995). Hasta los estudios de Peck (1998, 1999) y Peck et al. (2002a, 2002b) ningún estudio tomó ventaja de la diferenciación de los diferentes instares ninfales, adultos teneales y el sexo de los adultos. Lograr una alta resolución del desarrollo poblacional depende de la diferenciación de los estados de vida y especies, número y frecuencia de los muestreos y la cantidad de lotes bajo muestreo.

Durante los últimos años el salivazo *Zulia carbonaria* (Lallemand) ha incrementado su impacto en las pasturas del valle geográfico del río Cauca. Esta especie no ha sido estudiada en condiciones de campo. Además, la ecología poblacional del salivazo no ha sido evaluada en un ecosistema de lluvia tipo bimodal hasta ahora. Esta región tiene dos periodos de lluvia al año y es estacionalmente diferente a las tierras del trópico bajo donde se presenta un período unimodal de lluvias.

Desde hace varios años *Z. carbonaria* ha sido conocida como *Z. colombiana* (Arango & Calderón 1981, Arango 1991); ésta fue una determinación errada ya que *Z. colombiana* es un sinónimo menor de la especie *Z. pubescens* (Fabricius) (Peck 2001). En Colombia *Z. carbonaria* se encuentra en los departamentos de Antioquia, Caldas, Caquetá, Cauca, Risaralda y Valle del Cauca.

Se documentó la dinámica poblacional de *Z. carbonaria* en el valle del río Cauca para ampliar el conocimiento de la ecología del complejo y para establecer las bases para avanzar en el manejo del insecto en esta región. Con el fin de describir la variación en el ámbito de la finca en ciertos parámetros de la ecología poblacional, se consiguió información sobre las condiciones climáticas y la relación de éstas sobre la fluctuación poblacional y fenología de *Z. carbonaria*, la incidencia de la diapausa en los huevos y la incidencia de los enemigos naturales durante dos años.

Materiales y Métodos

Sitio de los Muestreos. La investigación fue realizada en el sur del valle geográfico del río Cauca, en la hacienda "La Palma" (latitud 3.050° N, longitud 76.478° W; 1060 m de elevación), municipio de Santander de Quilichao, departamento del Cauca, Colombia. En esta ecoregión el régimen de precipitación es de tipo bimodal; los meses lluviosos son de marzo a mayo y de septiembre a noviembre. Entre los años 1990 al 2000, recibió un promedio de 1800 mm de precipitación anual, un promedio de temperatura diaria de $24.2 \pm 1.1^\circ\text{C}$, temperatura máxima de 29.9 ± 1.9 y mínima de $18.4 \pm 1.3^\circ\text{C}$.

Los muestreos se realizaron semanalmente durante dos años, desde el 20 de enero de 1999 hasta el 17 de enero de 2001 en tres lotes de 0.5 ha con *Brachiaria dictyoneura* (Fig. & De Not.) Stapf asociada con la leguminosa *Centrosema* sp. Cada lote estaba ubicado en un potrero diferente separado entre sí de 200-400 m y mantenido bajo el mismo sistema de

manejo como el resto del portrero. Para facilitar los muestreos, cada lote fue dividido visualmente en cuatro sublotes.

Recolección de las Ninfas y los Adultos. Los muestreos fueron idénticos a protocolos previamente establecidos para cuantificar la densidad absoluta de las ninfas, la densidad relativa de los adultos, y presencia de enemigos naturales (Peck 1999). Las recolecciones de ninfas consistieron de la selección de dos áreas de 0.25 m² (demarcados por un marco de la misma dimensión) y ubicadas al azar por sublote. En el área limitada por los marcos se recogieron las ninfas contenidas en las masas de espuma, normalmente localizadas en las raíces superficiales o parte basal de las gramíneas. También se recogieron los adultos tenerales (adultos recién emergidos que se hallan en el interior de la masa de espuma) y los enemigos naturales asociados.

Las recolecciones de adultos consistieron en 50 pases sencillos de jama (aro de 40 cm de diámetro, mango 90 cm de largo) por sublote entre las 9:00h-11:00h de la mañana. Los adultos y enemigos naturales capturados en la jama fueron almacenados por separado. Las ninfas y los adultos se almacenaron en alcohol etílico (70%) hasta la posterior determinación de cada instar (I, II, III, IV, Va y Vb) y el sexo y especie para el caso de los tenerales y demás adultos. Las ninfas del instar Vb son las próximas a mudar al estado adulto, mientras que las ninfas del instar Va no mostraron ese estado de madurez.

Recolección de los Huevos. Para documentar el patrón de oviposición y eclosión de los huevos durante el transcurso de las generaciones presentes en el campo, se capturaron de 1-25 hembras (según lo disponible en la fecha de muestreo). Por lote, se colocaron dos grupos de hembras a ovipositar durante tres días, cada grupo de hembras en una caja de petri (15 cm de diámetro, 2 cm de alto) que tenía como sustrato de oviposición papel filtro húmedo. Los insectos se alimentaron con hojas y tallos de *Brachiaria* insertados en un vial con agua. Una vez retiradas las hembras, los huevos insertados en el papel filtro se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 2% durante 2 min, se lavaron con agua destilada, sellaron y almacenaron en una incubadora a 27°C en oscuridad total. Durante el desarrollo del ensayo se mantuvo húmedo el papel filtro de la caja de petri. Las evaluaciones consistieron en contabilizar los huevos dañados y eclosionados (coriones) dos veces por semana. Para los términos de este trabajo, los huevos eclosionados durante los primeros 30 días se clasificaron como no diapáusicos (ND) y los que eclosionaron después como diapáusicos (D). Se estableció la incidencia de diapausa y el tiempo de eclosión de los huevos ND y D.

Micro-Hábitat del Salivazo. A causa del cambio en la frecuencia del pastoreo en los lotes, a partir del 11 de noviembre de 1999 se clasificó el micro-hábitat del insecto. Los dos micro-hábitats descritos fueron: césped (C), menor a 10 cm de altura y mixto (M), césped junto con pasto alto de más de 10 cm de altura. Este parámetro se midió en el sitio donde caía el marco para el muestreo de ninfas.

Análisis Poblacional. Para visualizar los cambios en abundancia a través del tiempo se realizaron curvas de fluctuación poblacional (fecha juliana contra abundancia del insecto) para cada estado de vida del insecto en cada lote tanto como para la finca (todos los lotes sumados) durante los dos años. Para describir la fenología, se calculó los “días insecto acumulados” para los diferentes estados de desarrollo, basado en el área bajo la curva poblacional (Ruppel 1983, Peck 1999). Este análisis permitió la comparación de la abundancia entre sitio y año, a pesar de la variación entre el número y la frecuencia de los muestreos. Se calculó el tiempo generacional como la diferencia hallada del día donde había el 50% días insecto acumulados de una generación que precedió a la anterior.

Resultados

Material Examinado. Se recolectaron en total 10,546 ninfas y 2241 adultos en 107 días de muestreo durante el transcurso del estudio. En el año 1999 se recolectaron 9076 ninfas y 1694 adultos en 47 días de muestreo mientras en el año 2000 se recolectaron 1470 ninfas y 547 adultos en 60 días de muestreo. Durante los dos años la especie predominante en la región fue *Z. carbonaria*. En una sola ocasión se capturó un adulto hembra de *Prosapia simulans* (Walker).

Abundancia. En el año 1999 la densidad máxima de ninfas y de adultos se encontró en el lote 2 con 246 ninfas/0.25 m² y 60 adultos/50 pases sencillos de jama. En el año 2000 la densidad máxima de ninfas y de adultos se encontró en el lote 1 con 98 ninfas/0.25 m² y 45 adultos/50 pases. Comparado con las hembras, los machos fueron más frecuentes en los muestreos de jama. La relación macho:hembra para todos los adultos recolectados fue 2.7, ó 71% machos, con 2.2 para el año 1999 y 3.2 para el 2000. En el lote por año la relación varió desde 1.6 hasta 4.3 (Tabla 1).

En la finca (suma de los tres lotes) la carga insecto para los días insecto acumulados fue mayor en 1999. Hubo 2.3 veces más ninfas y 2.0 veces más adultos en 1999 comparado con el 2000. En el lote, en 1999 la abundancia de ninfas y adultos fue mayor en el lote 2 al superar a los lotes 1 y 3 por 7.5 y 2.2 veces para las ninfas y 3.0 y 1.1 veces para los adultos. En 2000 la carga insecto fue mayor en el lote 1, al superar a los lotes 2 y 3 por 3.2 y 1.3 veces para las ninfas, y 2.3 y 1.3 veces para los adultos (Tabla 1).

Hubo una alta correlación positiva entre la abundancia de las ninfas y los adultos por lote, basado en la medida de días insecto acumulados (ln-transformados) (Fig. 1). La correlación (coeficiente de correlación de Pearson) fue significativa para la finca ($n = 19$, $P < 0.0001$). El coeficiente de determinación, R^2 , de la regresión lineal de abundancia (ln-transformados) de los adultos y ninfas por lote mostró que el 67% de la variación en la abundancia de los adultos se pudo explicar por la abundancia de las ninfas.

Correspondencia con las Lluvias. En los dos años de muestreo las poblaciones de ninfas y adultos se presentaron durante la época de mayor precipitación, que correspondió

Tabla 1. Número de ninfas y adultos de *Z. carbonaria* recolectados en muestreos en el pasto *B. dictyoneura*, en Santander de Quilichao, Cauca, Colombia.

Año	Lote	Ninfas	Adultos			Relación M:H
			Total	Machos	Hembras	
1999	1	760	253	205	48	4.3
	2	5704	757	513	244	2.1
	3	2612	683	452	231	2.0
	1, 2, 3	9076	1693	1170	523	2.2
2000	1	703	251	201	50	4.0
	2	218	108	78	30	1.6
	3	549	188	138	50	2.8
	1, 2, 3	1470	547	417	130	3.2

al primer semestre de cada año (Figs. 2 y 3). En el segundo semestre de 1999 y de 2000 las poblaciones del insecto en campo disminuyeron dramáticamente a partir de la época seca en los meses de junio, julio y agosto. En los últimos tres meses del año 2000 las poblaciones desaparecieron desde el 20 de septiembre para las ninfas y 6 de diciembre para los adultos. Este fenómeno se observó a pesar que desde septiembre a diciembre de cada año hubo un segundo período de lluvias que debería proporcionar condiciones adecuadas para el incremento y desarrollo de otras generaciones del insecto.

Fluctuación Poblacional. Durante 1999, en la finca las curvas de fluctuación poblacional mostraron cuatro picos de ninfas con el cuarto pico muy pequeño (Fig. 2). Esta tendencia también se observó en cada lote (Fig. 3).

En la finca, cada uno de los picos de ninfas originó un pico posterior de adultos (Fig. 2) y la misma correspondencia fue observada en las curvas de los lotes (Fig. 3). En el lote 1, el segundo pico de las ninfas y de los adultos fue el más grande. En los lotes 2 y 3 el primer pico fue el más grande y después los otros picos decayeron progresivamente en

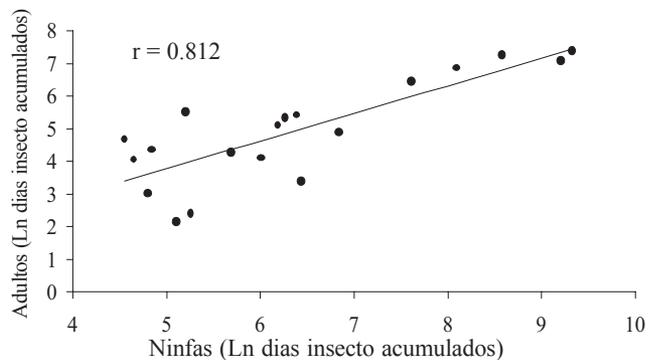


Figura 1. Correlación entre abundancia de ninfas y adultos de *Z. carbonaria* en Santander de Quilichao, Cauca, Colombia. Abundancia está en "días insectos acumulados"; repeticiones son generación, lote, año. El grado de correlación está medido por "r", coeficiente de Pearson donde 1 = perfectamente correlacionado y 0 = no correlacionado.

tamaño. En todos los lotes apenas se observó una pequeña población de adultos en el tercero de los picos. El cuarto pico de ninfas y adultos durante el segundo semestre fue el más pequeño de todos.

En el 2000, las curvas de fluctuación poblacional en la finca mostraron varios picos de ninfas y adultos pero no estaban tan definidas como en 1999. A pesar de esto, se pudo generalizar que las ninfas se presentaron entre el período 7-264 días julianos, detectadas por última vez el 20 de septiembre. Los adultos estuvieron presentes entre los días 7-143, con un pequeño brote adicional entre los días 258-286 (Fig. 2).

Las curvas de fluctuación poblacional en los lotes mostraron siete picos poblacionales aunque menos definidos y con mayor traslape entre ellos comparados con 1999 (Fig. 3). También hubo correspondencia entre los picos de ninfas y los picos posteriores de adultos. Los mayores picos en el lote 1 se presentaron durante el período de febrero-abril, en el lote 2 de enero-abril y de mayo-junio, en el lote 3 de febrero-agosto.

Fenología. Para interpretar los picos poblacionales en términos de desarrollo generacional, se analizaron las curvas de fluctuación poblacional de cada estado de desarrollo. Debido a la similitud entre los lotes, en 1999 se analizó las curvas y se llevaron al ámbito de la finca. Esto mostró cuatro generaciones completas y sincronizadas (Fig. 3). La aparición de cada uno de los estados de desarrollo estuvo precedida por el de menor desarrollo. El surgimiento del primer instar indicó el comienzo de la primera generación en 1999 (Fig. 4). La segunda generación empezó al eclosionar los huevos originados por los adultos de la primera generación y así en forma sucesiva para las generaciones tres y cuatro.

Posteriormente estas curvas fueron analizadas por lote para establecer los fenogramas (Fig. 3). La fecha de aparición de las ninfas y los adultos en cada generación fue calculada por los 50% días insecto acumulados (Tabla 2). En cada uno de los lotes, la primera generación de ninfas fue detectada en la misma época pero la fecha donde se presentó los 50% días insecto acumulados correspondió en 47, 60 y 51 días para los lotes 1, 2 y 3 respectivamente, en un intervalo de

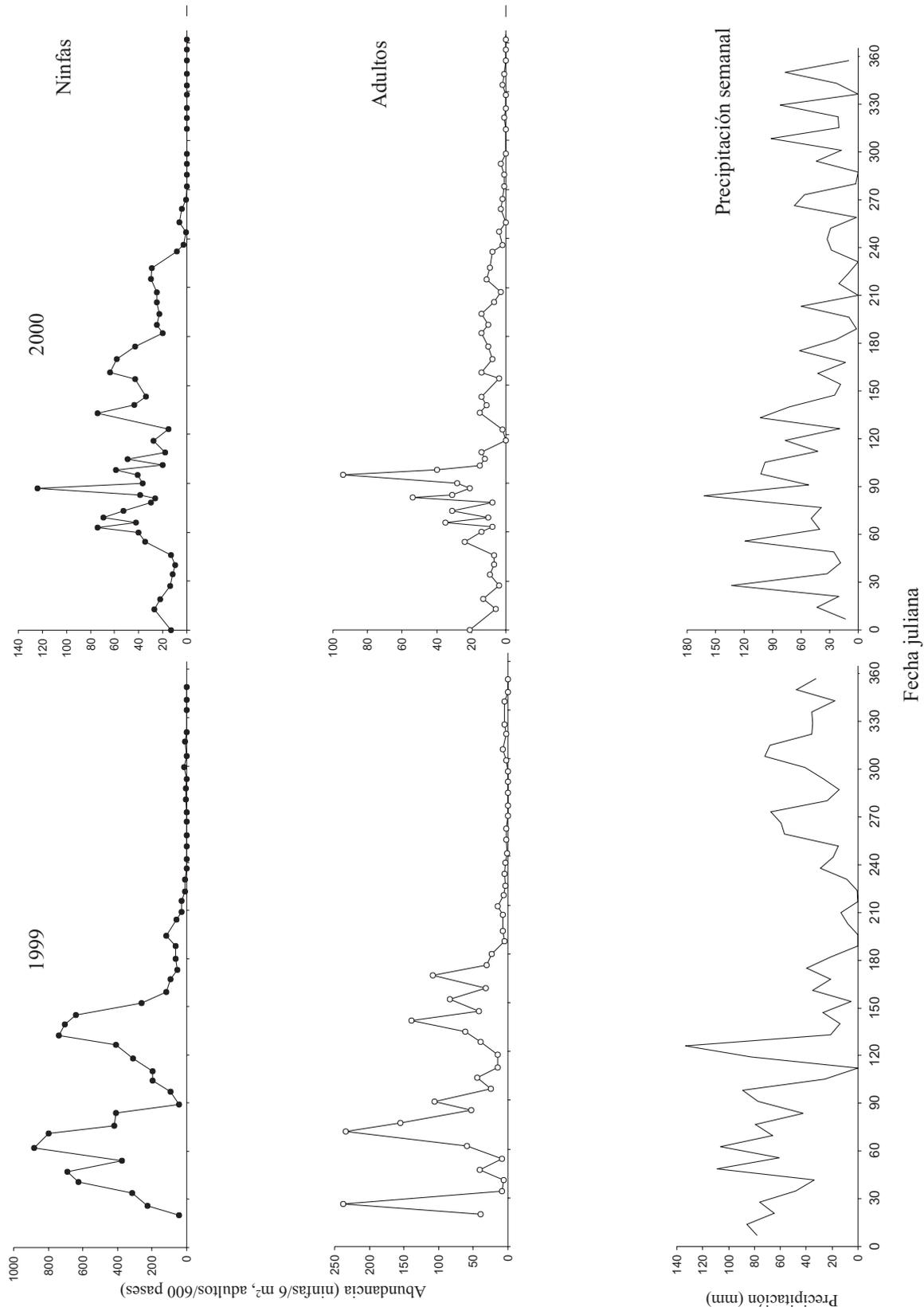


Figura 2. Curvas de fluctuación poblacional de ninfas y adultos de *Z. carbonaria* y precipitación en Santander de Quilichao, Cauca, Colombia. Los datos de abundancia representan la suma de los tres lotes bajo muestreo.

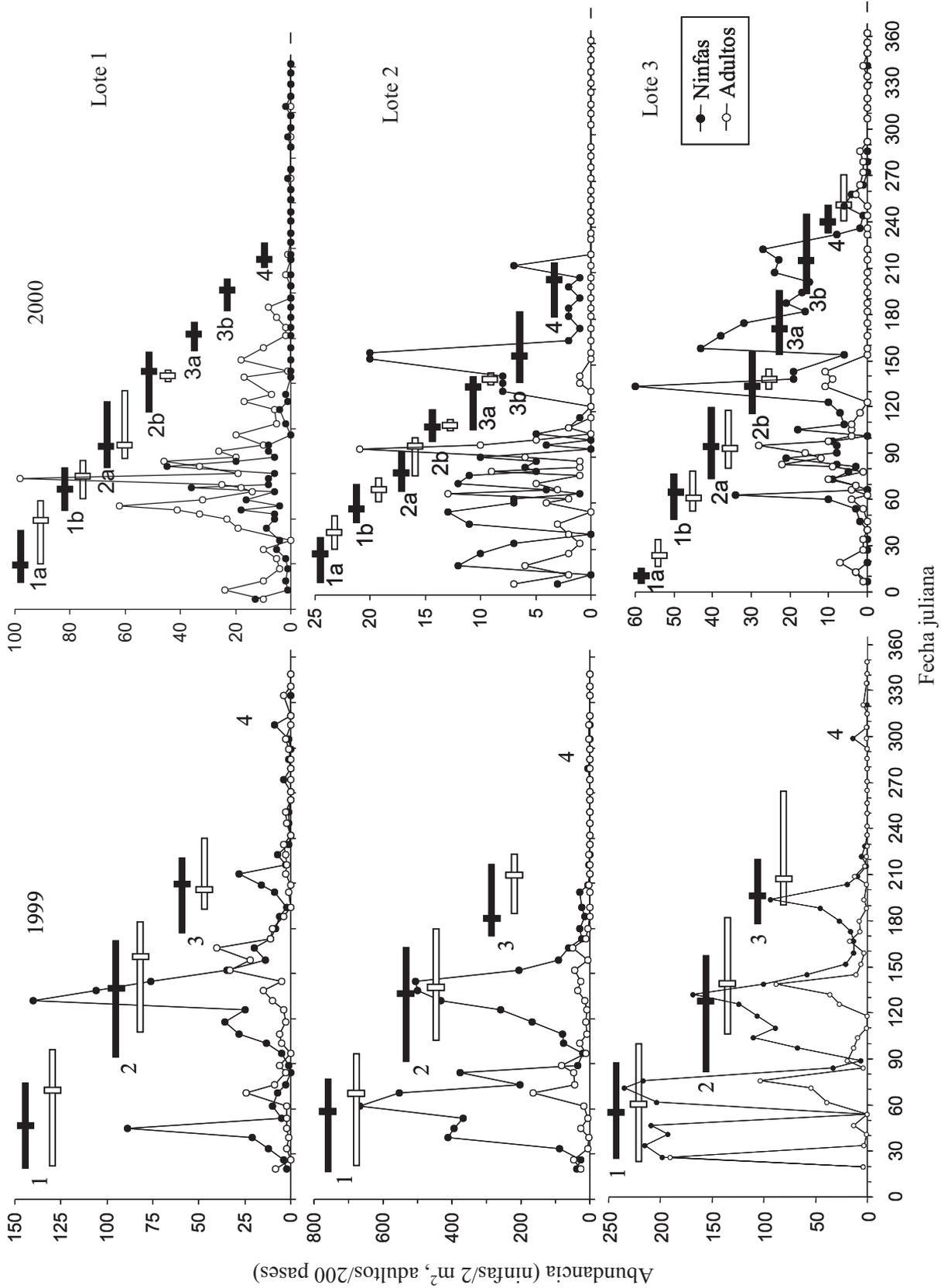


Figura 3. Fluctuación poblacional de ninfas y adultos y período de ocurrencia de las generaciones de *Z. carbonaria* en Santander de Quilichao, Cauca, Colombia. Las barras horizontales indican el período de ocurrencia de las ninfas (negras) y los adultos (blancas). Las barras verticales indican la fecha de acumulación del 50% de la población de cada estado de vida.

tiempo de 13 días de diferencia. Las cuatro generaciones se desarrollaron en las épocas de enero-abril, marzo-junio, junio-agosto y noviembre-diciembre, respectivamente. Al comparar los picos apareados de ninfas y adultos (50% días insecto acumulados) las poblaciones de adultos aparecieron en promedio 12.8 ± 10.3 días después de las poblaciones de ninfas correspondientes ($n = 9$, rango 4 días antes a 30 días después).

Distinto a 1999, en el 2000 las curvas poblacionales en la finca fueron más difíciles de interpretar porque no mostraron generaciones tan definidas y sincronizadas (Fig. 3). Se pudo distinguir una primera generación en que la aparición de cada uno de los estados de vida estuvo precedida por el de menor desarrollo. Igual que en 1999 el surgimiento del instar I indicó el comienzo de la primera generación en 2000 (Fig. 4). La segunda generación empezó al eclosionar los huevos originados por los adultos de la primera generación. Después de la primera generación no fue posible discriminar generaciones distintas bajo el ámbito de la finca.

Igual que en 1999, se establecieron los fenogramas para el 2000 basado en una interpretación de generaciones por lote. Así se pudo visualizar generaciones distintas. Como se explica a continuación, la primera, segunda y tercera generaciones presentaron dos picos traslapados de emergencia de ninfas y adultos (Tabla 2). La primera generación originada por la cuarta generación del año 1999 produjo dos poblaciones de ninfas y adultos. Estas no representaron generaciones consecutivas sino dos épocas de emergencia de la primera generación, 1a y 1b. La generación 1a se presentó en promedio los días 17 y 37 para las ninfas y adultos, respectivamente; la generación 1b de ninfas y adultos se presentó en los días 61 y 68. La diferencia de 44 y 31 días para las ninfas y los adultos entre las generaciones 1a y 1b es muy poco tiempo para explicar que la generación 1b fuera originada por la generación 1a, máxime si se tiene en cuenta el ciclo de vida de *Z. carbonaria* de 72 días (Rodríguez *et al.* 2002). En su lugar, es probable que la generación 1b fuese originada por la eclosión tardía de huevos que junto a los huevos eclosionados de la generación 1a contribuyeron en conjunto a la primera generación. Esta misma tendencia continuó en la segunda y tercera generaciones pero se perdió toda separación clara en la cuarta generación (Fig. 3).

En cada uno de los lotes la primera generación de ninfas se detectó al mismo tiempo pero el 50% días insecto acumulados de las ninfas se dio a 17, 24 y 10 días para los lotes 1, 2 y 3, respectivamente, con un intervalo de tiempo de 14 días de diferencia. Las generaciones 1a y 1b iniciaron y finalizaron durante enero-marzo en los tres lotes. Después, los picos de las generaciones 2a hasta la 4 en los lotes 1 y 2 se desarrollaron en el periodo marzo-agosto. En el lote 3, las generaciones 2a hasta la 4 abarcaron el periodo marzo-octubre. Al comparar los picos apareados de ninfas y adultos (50% de la población en campo) de la misma generación, los adultos aparecieron en promedio 8.6 ± 9.5 días después de las ninfas ($n = 13$, rango 2 días antes a 31 días después).

El tiempo generacional, o período de tiempo que tomó en aparecer una generación después de la otra, para el año 1999 fue de 71 días ($n = 12$). Durante el año 2000, el tiempo calculado fue 63 días ($n = 17$) con un promedio general de

66 días ($n = 29$) (Tabla 2).

Incidencia de la Diapausa. De los huevos recolectados en el transcurso del estudio ($n = 12,955$), el 99.6% fueron huevos no diapáusicos (ND), eclosionando en un promedio de 18.4 días después de la oviposición (Tabla 3). Los diapáusicos (D) eclosionaron a un promedio de 50.7 y 48.2 días para 1999 y 2000, respectivamente. En los dos años en estudio, la eclosión de los huevos ND coincidió con periodos de lluvias. El alto porcentaje de huevos ND explicaría la aparición de las generaciones posteriores a la primera generación. Sin embargo, el bajo porcentaje de huevos D implicaría que *Z. carbonaria* tuviera otro mecanismo de defensa para soportar el período de sequía.

Enemigos Naturales. Se encontraron tres clases de enemigos naturales en los muestreos poblacionales: moscas depredadoras, ácaros parasitarios y hongos entomopatógenos. En 1999, se encontró 74 larvas, 40 pupas y nueve adultos de la mosca depredadora *Salpingogaster nigra* Schiner (Diptera: Syrphidae), 79 ácaros parasitarios (Acari: Erythraeidae) y hongos aislados de 13 cadáveres de adultos y 3 de ninfas con evidencia de micosis. En 2000, se observó una marcada disminución de los enemigos naturales. Solo se encontraron seis larvas de *S. nigra*, seis ácaros parasitarios y ningún cadáver con micosis. El parasitismo de los ácaros sobre los adultos de *Z. carbonaria* se encontró un promedio de 1.7 por macho y 1.6 por hembra con un rango que varió de 1-12 y 1-3 ácaros para los machos y las hembras, respectivamente. Los hongos aislados de los cadáveres del insecto correspondieron a *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vullemin, *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin, *Metarhizium* sp., *Paecilomyces crustaceus* (Apinis & Chesters) Stolk, *Paecilomyces lilacinus* (Thom) y *Penicillium* sp. Se incorporaron al cepario del Centro Internacional de Agricultura Tropical para su posterior evaluación patogénica.

Micro-Hábitat del Salivazo. En el año 1999, los potreros estaban conformados por *Centrosema* sp. y pastos de más de 15 cm de altura correspondientes al micro-hábitat mixto (M) y cubría el 58% de los lotes. En el 2000, los potreros cambiaron a micro-hábitat césped (C) con pasto de 5-10 cm de altura y sin la leguminosa asociada el cual conformó el 100% de la cobertura en los potreros.

Discusión

El número de generaciones que alcanza el salivazo varía según la región, época e intensidad del período de lluvias como también de la especie. La mayoría de especies de salivazo estudiadas logran de una a tres generaciones al año, como en las especies *Aeneolamia albofasciata* (Lallemand), *Deois flavopicta* (Stal), *Prosapia* sp., *P. simulans* y *P. bicincta* Say (Byers 1965, Oomen 1975, Fontes *et al.* 1995, Peck 1998). En Colombia, *A. varia* alcanza cuatro generaciones en el Piedemonte de la Orinoquía y *A. reducta* (Lallemand) hasta seis en la Costa Caribe, sitios donde hay una larga temporada de precipitaciones de tipo unimodal (Peck *et al.*

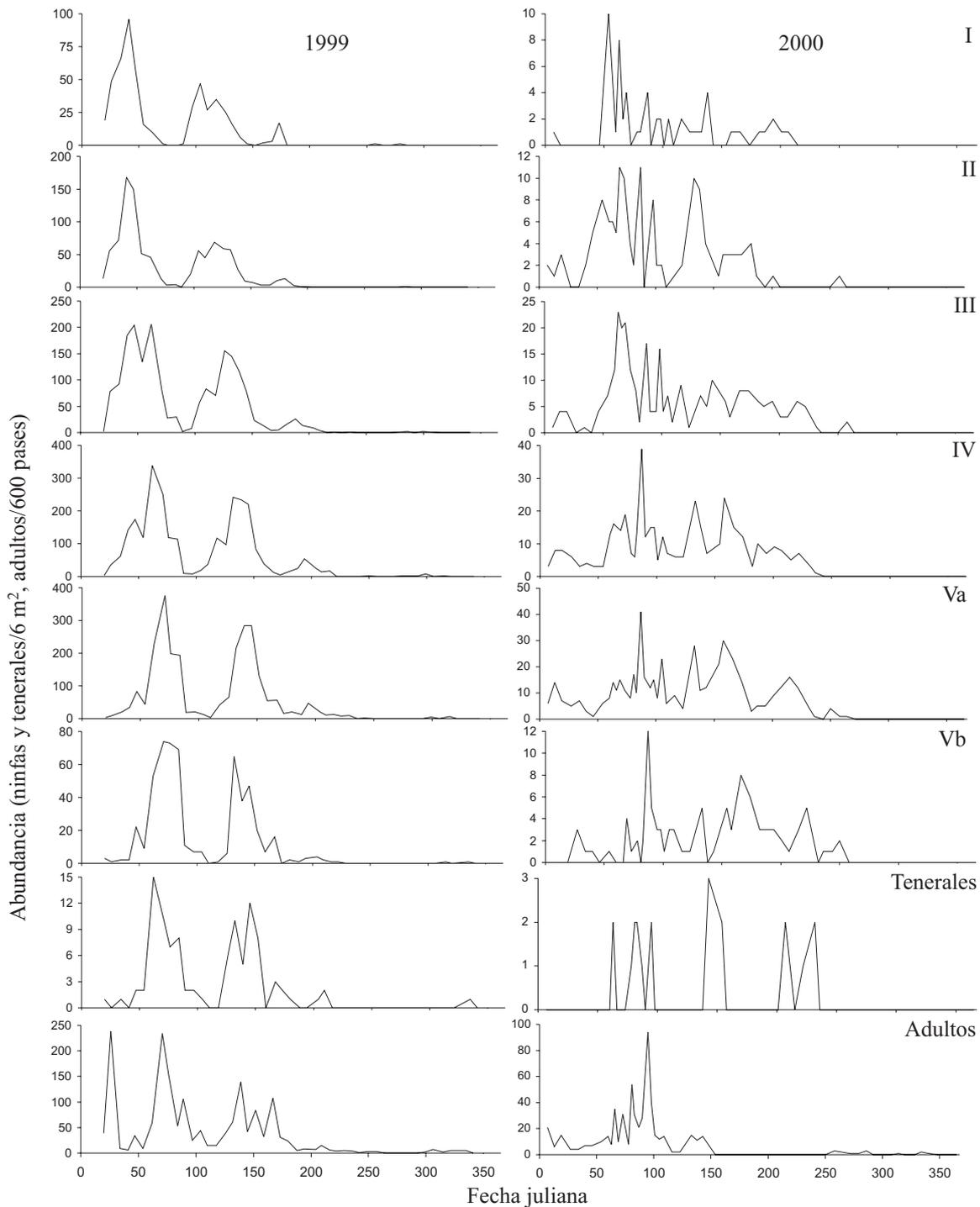


Figura 4. Fluctuación poblacional de *Z. carbonaria* en Santander de Quilichao, Cauca, Colombia durante 1999 y 2000 según estado de desarrollo. Los datos de abundancia representan la suma de los tres lotes bajo muestreo.

2002a, 2000b). En el valle geográfico del río Cauca con precipitación bimodal, *Z. carbonaria* es multivoltina y alcanza hasta cuatro generaciones al año sobre *B. dictyoneura*.

Como se ha confirmado para varias especies bajo

condiciones unimodales de lluvia (King 1975, Jiménez 1978, Fontes et al. 1995, Peck 1999, Peck et al. 2002b), el período de aparición de las ninfas y adultos de *Z. carbonaria* corresponde a la primera época lluviosa de cada año. El brote de la primera generación está sincronizado en el tiempo y en

Tabla 2. Fecha de aparición (fecha juliana) de *Z. carbonaria* en el pasto *B. dictyonera*, en Santander de Quilichao, Cauca, Colombia. No se muestra la fecha de la cuarta generación de 1999 debido a su tamaño pequeño.

Año	Generación	Estado ⁴	Fecha juliana ¹			Tiempo generacional ²			Tiempo picos apareados ³		
			Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 1	Lote 2	Lote 3
1999	1	N	47	60	51	---	---	---	23	11	7
	2	A	70	71	57	---	---	---	---	---	---
	3	N	136	136	124	89	76	73	20	4	12
2000	1a	N	17	24	10	---	---	---	31	14	15
	1b	N	67	53	63	---	---	---	10	13	-2
	2a	N	94	77	93	77	53	83	3	17	-1
Promedio	2b	N	142	106	133	75	53	70	-2	1	5
	3a	N	168	132	170	74	55	77	---	8	---
	3b	N	195	154	215	53 ⁵	48	82 ⁵	---	---	---
Promedio		A	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Promedio general						n = 17	n = 29	62.6 ± 13.3	n = 13	n = 22	8.61 ± 9.5
								65.9 ± 13.5			10.36 ± 9.8

¹50% día insectos acumulados

²Diferencia en fecha con respecto a la generación anterior

³Diferencia en fecha del pico de ninfas y adultos de la misma generación

⁴N = ninfas; A = adultos

⁵No se tuvo en cuenta para el cálculo del tiempo generacional

Tabla 3. Cambios estacionales en la incidencia de diapausa y tiempo de eclosión de los huevos no diapáusicos (ND) y diapáusicos (D) de *Z. carbonaria* en el pasto *B. dictyoneura*, en Santander de Quilichao, Cauca, Colombia.

Año	Mes	Número de huevos		Proporción (%)		Días a la eclosión	
		ND	D	ND	D	ND	D
1999	Ene	2610	11	99.6	0.4	17.8	49.0
	Feb	772	0	100	0.0	18.5	0.0
	Mar	1144	4	99.7	0.3	18.9	35.2
	Abr	4171	3	99.9	0.1	18.3	71.5
	May	1056	22	98.0	2.0	18.5	57.4
	Jun	1518	11	99.3	0.7	18.3	39.2
	Jul	58	0	100	0.0	19.5	0.0
	Nov	130	0	100	0.0	14.9	0.0
2000	Mar	96	0	100	0.0	19.0	0.0
	Abr	183	0	100	0.0	21.2	0.0
	May	351	0	100	0.0	17.4	0.0
	Jun	531	0	100	0.0	16.8	0.0
	Jul	170	4	97.7	2.3	17.4	48.2
	Ago	110	0	100	0.0	20.6	0.0
	Total		12900	55	99.6	0.4	18.4

el ámbito de la finca. No obstante, en el sistema bimodal *Z. carbonaria* aparentemente no aprovecha las buenas condiciones proporcionadas por las precipitaciones del segundo semestre. Se observó durante los dos años del estudio que el descenso de la población sucede en el breve período de sequía y no se recupera. Esto se debió posiblemente a que bajo esas circunstancias los huevos de corto desarrollo y las ninfas recién emergidas experimentaron alta mortalidad al quedar expuestas a la sequía, al sol y a las altas temperaturas.

La alta proporción de huevos ND es la que explica las generaciones posteriores a la primera generación de cada año (Tabla 3, Figs. 2 y 3). De otro lado, un fenómeno anormal observado en el sistema de precipitación bimodal y que no se ha documentado en otras especies de salivazo, fue la poca incidencia de huevos diapáusicos. No se detectó un incremento en la incidencia de huevos diapáusicos en la última generación antes de la época seca de mitad de año. En general, en otras especies de salivazo la aparición masiva de la primera generación se logra con la sincronización de huevos diapáusicos que fueron ovipositados por hembras de la última generación antes de la época seca. Lo anterior explica que al terminar la diapausa, los huevos quedan en una fase de quiescencia post-diapáusica. En esta fase, son tolerantes a la sequía y son capaces de responder cuando las condiciones de humedad retornan; los huevos continúan de nuevo el desarrollo y eclosionan de una manera simultánea para originar la primera generación en la siguiente temporada de lluvias (Fontes et al. 1995, Sujii et al. 1995).

¿Entonces, cómo *Z. carbonaria* logra la gran abundancia y la sincronización de la primera generación al inicio de las lluvias del año siguiente si hay pocos huevos diapáusicos? Es posible que la metodología empleada para la oviposición

no ha sido la adecuada para medir la diapausa en *Z. carbonaria*. También, el bajo porcentaje de diapausa hallado, todavía representaría un número suficiente de huevos diapáusicos en el campo que daría origen a la primera generación. Otra explicación posible, es que la baja población encontrada en el segundo semestre (como la cuarta generación de 1999) provenga de los pocos huevos diapáusicos que soportaron el período más seco y sería la responsable de la aparición de la primera generación del año siguiente.

El tiempo generacional hallado (66 días) es similar al tiempo de ciclo de vida encontrado en el laboratorio (72 días) (Rodríguez et al. 2002). Demuestra la precisión de la metodología empleada para describir la fenología y dinámica poblacional de *Z. carbonaria*. La clave es la frecuencia y el tamaño del muestreo de la dinámica poblacional mediante la diferenciación y análisis de los diferentes estados de vida. Esto permite interpretar los picos poblacionales de ninfas y adultos totales como generaciones distintas, descrito por el progreso de los estados de vida.

La drástica disminución en la abundancia de *Z. carbonaria* y la incidencia de enemigos naturales de un año a otro podría estar relacionada por cambios en el hábitat. El sobre pastoreo en los meses finales de 1999 originó un cambio dramático porque la leguminosa asociada desapareció y el micro-hábitat césped terminó por cubrir la totalidad del potrero. Es posible que estas condiciones convirtieron el hábitat en algo menos favorable para el insecto mediante un aumento en la penetración de los rayos solares, una reducción en la humedad del suelo e incremento en mortalidad debido al pisoteo del ganado sobre las ninfas. Valério y Koller (1993) hallaron que una mayor carga animal redujo significativamente las poblaciones de ninfas y adultos. También, Koller y Valério (1988) hallaron que la remoción

del pasto seco del suelo en algunos lotes hizo que la cantidad de ninfas y adultos decayera en promedio 60 y 30%, respectivamente, con relación a los lotes donde no fue removida. Con respecto al principal enemigo natural, *S. nigra*, la disminución en abundancia podría estar relacionado con la menor disponibilidad de presa para las larvas, o sitios protegidos para las pupas; esta especie empupa sobre los mismos tallos del pasto y debieron estar susceptibles al efecto del pisoteo del ganado.

Los datos recolectados para la fenología y fluctuación de *Z. carbonaria* amplían el conocimiento del insecto en este aspecto básico y abre la posibilidad para estudiar tácticas apropiadas de manejo, por ejemplo, el manejo del exceso de biomasa en las pasturas a través del pastoreo. Aunque no había sido objetivo inicial, se tuvo la oportunidad de documentar en este trabajo, el posible efecto del pastoreo sobre la abundancia de *Z. carbonaria*; e indica la dirección de los futuros trabajos sobre esta táctica de manejo para disminuir la abundancia o la carga del salivazo y reducir el impacto y daño a las pasturas. La relación entre las condiciones ambientales y la fenología de *Z. carbonaria* en especial con las precipitaciones podría en el futuro permitir el pronóstico de la aparición de la primera generación del insecto y así en combinación con otras tácticas de manejo enfrentar esa generación que es responsable de las futuras generaciones, dispersión y colonización del insecto a otras áreas de la finca. Finalmente, es necesario determinar en futuros trabajos sobre cual mecanismo de defensa entre la quiescencia o bajas poblaciones en hábitas apropiados durante la época seca es el usado por *Z. carbonaria* para sobrevivir los dos períodos de sequía que se presentan en el valle geográfico del río Cauca.

Agradecimientos

Se agradece a PRONATTA (Programa Nacional para la Transferencia de Tecnología Agropecuaria) por el apoyo financiero; a Carlos Lascano, líder del proyecto de Forrajes y Leguminosas Tropicales del CIAT; a Armando Vélez, propietario de la "La Palma"; a James Silva por la orientación estadística, a Guillermo Sotelo y Maribel Cruz por la revisión del manuscrito, y al grupo de Bioecología y MIP del Salivazo del CIAT: Rosalba Tobón, Francisco López, Jairo Rodríguez, Oscar Yela y Wester Guerrero.

Literatura Citada

- Arango, G. 1991.** Antibiosis en *Brachiaria jubata* a los cercópodos *Zulia colombiana* Lallemand y *Aeneolamia reducta* Lallemand. Rev. Colomb. Entomol. 17: 16-20.
- Arango, G. & M. Calderón. 1981.** Biología y hábitos de *Zulia colombiana* (Lallemand) plaga del pasto *Brachiaria* spp. Rev. Colomb. Entomol. 7: 3-11.
- Byers, R.A. 1965.** Biology and control of a spittlebug, *Prosapia bicincta* (Say), on Coastal bermudagrass. Tech. Bull. Georgia Agric. Exp. Sta. n. 42, 26p.
- Enkerlin, D. & F.J. Rosell. 1979.** Fluctuación de la población de dos especies de mosca pinta *Aeneolamia albofasciata* (Lallemand) y *Prosapia simulans* (Walker) bajo las condiciones ambientales de 1976, en Apodaca, N.L. Division de Ciencias Agropecuarias y Marítimas, Instituto Tecnológico de Monterrey 16: 85-88.
- Fewkes, D.W. 1969.** The biology of sugar cane froghoppers, p.283-307. In J.R. Williams, J.R. Metcalfe, R.W. Montgomery & R. Mathes (eds), Pests of sugar cane. Amsterdam, Elsevier, 568p.
- Fontes, E.G., C.S.S. Pires & E.R. Sujii. 1995.** Mixed risk-spreading strategies and the population dynamics of a Brazilian pasture pest, *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae). J. Econ. Entomol. 88: 1256-1262.
- Guagliumi, P. 1957.** Contribuciones al estudio de la candelilla de las gramíneas en Venezuela. III. Cuadro de distribución geográfica de las especies de *Aeneolamia* Fennah y sus plantas hospederas señaladas en Venezuela. Agron. Trop. 6: 165-194.
- Holmann, F. & D.C. Peck. 2002.** Economic damage of grassland spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in Colombia: A first approximation of impact on animal production in *Brachiaria decumbens* pastures. Neotrop. Entomol. 31: 275-284.
- Jiménez, J.A. 1978.** Estudios tendientes a establecer el control integrado de las salivitas de los pastos. Rev. Colomb. Entomol. 4: 19-33.
- King, A.B.S. 1975.** Factors affecting the phenology of first brood of the sugar-cane froghopper *Aeneolamia varia saccharina* (Dist.) (Homoptera: Cercopidae) in Trinidad. Bull. Entomol. Res. 65: 359-372.
- Koller, W.W. & J.R. Valério. 1988.** Efeito da remoção da palha acumulada ao nível do solo sobre a população de cigarrinhas (Homoptera: Cercopidae) em pastagens de *Brachiaria decumbens*. An. Soc. Entomol. Brasil 17: 209-215.
- Lapointe, S. & R.M. Sonoda. 2001.** The effect of arthropods, disease, and nematodes on tropical pastures, p.201-218. In A. Sotomayor-Rios & W.D. Pitman (eds.), Tropical forage plants: Development and use. Boca Raton, CRC Press, 391p.
- Lyra Netto, A.M.C., A.D. Araujo, J.F. Warumby & I.M.R. Marques. 1989.** Fluctuação populacional da cigarrinha de pastagens *Deois schach* (Fabricius, 1787) (Homoptera: Cercopidae) em capim pangola (*Digitaria decumbens*) no estado de Pernambuco. An. Soc. Entomol. Brasil 18: 35-41.
- Martin, R.M., J.R. Cox, D.G. Alston & F.F. Ibarra. 1995.** Spittlebug (Homoptera: Cercopidae) life cycle on

- buffelgrass in Northwestern Mexico. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 88: 471-478.
- Oomen, P.A. 1975.** A population study of the spittle bugs *Aeneolamia occidentalis* (Walk.) and *Prosapia simulans* (Walk.) (Homoptera: Cercopidae) in Mexican pangola pastures. *Z. Ang. Entomol.* 79: 225-238.
- Peck, D.C. 1996.** The association of spittlebugs with grasslands: ecology of *Prosapia* (Homoptera: Cercopidae) in upland dairy pastures of Costa Rica. Doctoral thesis, Department of Entomology. Cornell University, Ithaca, USA. 233p.
- Peck, D.C. 1998.** Natural history of the spittlebug *Prosapia* nr *bicincta* (Homoptera: Cercopidae) in association with dairy pastures of Costa Rica. *Ann. Entomol. Soc. America* 91: 435-444.
- Peck, D.C. 1999.** Seasonal fluctuations and phenology of *Prosapia* spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in upland pastures of Costa Rica. *Environ. Entomol.* 28: 372-386.
- Peck, D.C. 2001.** Diversidad y distribución geográfica del salivazo (Homoptera: Cercopidae) asociado con gramíneas en Colombia y Ecuador. *Rev. Colomb. Entomol.* 27: 129-136.
- Peck, D.C., A.M. Pérez, J.W. Medina, J. Rojas & M. Barrios. 2002a.** Fluctuación poblacional y enemigos naturales de *Aeneolamia reducta* en la Costa Caribe de Colombia. *Past. Trop.* 24: 27-38.
- Peck, D.C., A.M. Pérez, J.W. Medina, M. Barrios & J. Rojas. 2002b.** Fenología de *Aeneolamia reducta* en la Costa Caribe de Colombia. *Past. Trop.* 24: 39-55.
- Pizarro, E.A., C.B. do Valle, G. Keller-Grein, R. Shultze-Kraft & A.H. Zimmer. 1996.** Regional experience with *Brachiaria*: tropical America – savannas, p.225-243. In J.W. Miles, B.L. Maass & C.B. do Valle (eds.), *Brachiaria: Biology, agronomy, and improvement*. Cali, International Center for Tropical Agriculture (CIAT), 288p.
- Rodríguez Ch., J., D.C. Peck & N. Canal. 2002.** Biología comparada de tres especies de salivazo de los pastos del género *Zulia* (Homoptera: Cercopidae). *Rev. Colomb. Entomol.* 28: 17-25.
- Ruppel, R.F. 1983.** Cumulative insect-days as an index of crop protection. *J. Econ. Entomol.* 76: 375-377.
- Souza, A.R.R. & S.S. Nilakhe. 1985.** Damage evaluation and chemical control of spittlebugs in rice crops. *An. Soc. Entomol. Brasil* 14: 177-188.
- Sujii, E. R., M.A. Garcia., E.M.G. Fontes & V. Carvalho. 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. Brasil* 24: 465-478.
- Valério, J.R. & W.W. Koller. 1993.** Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens. *Past. Trop.* 15: 10-16.
- Vittum, P.J., M.G. Villani & H. Tashiro. 1999.** Turfgrass insects of the United States and Canada, 2nd edition. Ithaca, Cornell University Press, 422p.
- Wiedijk, F. 1982.** Variability in the occurrence of the sugar cane frog hopper, *Aeneolamia flavilatera* (Homoptera: Cercopidae), on sugar estates in Guyana and Surinam. *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen* 7: 1-55.

Received 26/VII/04. Accepted 02/II/05.