

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION

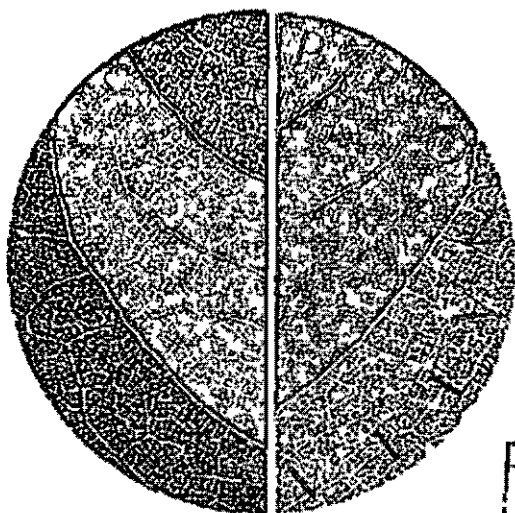
SB
608
G8
M4

III Taller Sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos

23 - 27 octubre de 2000

Centro Internacional de Agricultura Tropical
(CIAT), Cali, Colombia

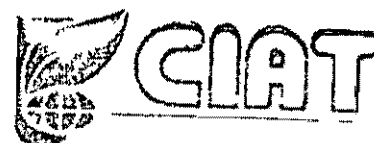
Daniel C. Peck



CIAT

Centro Internacional de Agricultura Tropical
International Center for Tropical Agriculture

Salivazo



UNIDAD DE INFORMACION Y
DOCUMENTACION

21 AGO 2001

98401



Centro Internacional de Agricultura Tropical
International Center for Tropical Agriculture
Apartado Aereo 6713 Cali Colombia

- Citacion -

Peck, Daniel C 2000 Memorias, III Taller sobre la Bioecología y Manejo del
Salvazo de los Pastos Cali, Colombia, 23-27 Octubre de 2000 Documento
no publicado, CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical)

ANEXOS

- 1 Temas a Considerar para Conocer un Taxon
- 2 Clave para Separar los Ordenes de Insectos
- 3 Clave para Separar Familias Seleccionadas del Orden Homoptera
- 4 Contribucion del Grupo Bioecología/MIP del Salivazo al Informe Annual CIAT 2000

COORDINADOR

Daniel C. Peck, Ph.D. (Entomólogo/Ecólogo)
Proyecto IP-5 de Gramíneas y Leguminosas Tropicales, CIAT
A.A. 6713 Cali, Valle del Cauca, Colombia
email: d.peck@cgiar.org

AGRADECIMIENTOS

- Colaboradores -

Ulises Castro
Paola Fory
Francisco Lopez

Anuar Morales
Reynaldo Pareja
Jairo Rodriguez

Guillermo Sotelo
Rosalba Tobon

- Conferencistas -

Cesar Cardona
Ulises Castro
Jaime Gaviria

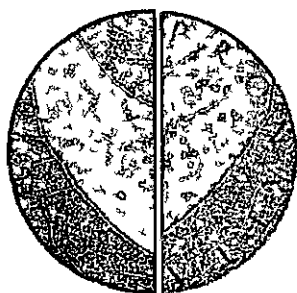
Federico Holmann
Francisco Lopez
John Miles

Anuar Morales
Jairo Rodriguez
Guillermo Sotelo

- Financiación -

PRONATTA
(Programa Nacional de Transferencia
de Tecnología Agropecuaria)

CIAT
(Centro Internacional de
Agricultura Tropical)



PROPOSITO

El mion o salivazo de los pastos (Homoptera: Cercopidae) es la plaga mas importante en la actividad agricola mas extensa en America tropical: gramineas forrajeras para la produccion de leche y carne. Tambien constituye una plaga dañina en caña de azucar y otras gramineas cultivadas. A pesar de su impacto y amplia distribucion, existe poca experiencia regional sobre su biologia y manejo, y el estado de conocimiento sobre su bioecologia en general es rudimentario. El objetivo del Taller es de fortalecer la capacidad cientifica, investigativa y tecnica de los participantes y sus instituciones en el manejo del salivazo con el proposito de proporcionarles los fundamentos y herramientas teoricos y practicas para el estudio del insecto en laboratorio y campo, asi como examinar los componentes del manejo integrado para aumentar el impacto de la investigacion nacional.

El taller ha sido diseñado de forma integral con el objeto de que los participantes adquieran un conocimiento detallado de la familia Cercopidae para que esten en capacidad de interpretar y entender el subgrupo de salivazo como insectos de importancia economica. El taller ofrecera conferencias dirigidas a mostrar la variacion y generalidades del salivazo, actualizando a los participantes en el conocimiento actual del grupo. Se realizaran practicas para conocer los aspectos mas criticos sobre la identificacion, biologia, comportamiento y cria. Los participantes tendran acceso a literatura seleccionada sobre el tema y sobre las nuevas metodologias de investigacion para estudios de bioecologia y manejo. Tambien participaran en discusiones sobre las bases cientificas de los avances en su manejo integrado.

Una vez concluido el evento, los participantes estaran en condiciones de

- Diferenciar los estados de desarrollo y especies del salivazo en Colombia
- Conocer el grado de similitud y variacion en la biologia, ecologia, comportamiento e impacto del complejo
Conocer las tecnicas para estudiar la bioecologia y manejo del insecto en el laboratorio y el campo
- Identificar las diferentes tacticas de manejo, sus ventajas y desventajas
- Formular y estructurar proyectos de acuerdo a protocolos modernos sobre bioecologia y tacticas de manejo del salivazo
- Llevar a cabo proyectos de investigacion dirigidos a un mejor entendimiento y manejo de la familia Cercopidae

ANTECEDENTES

Este evento originalmente surgió de la necesidad de reunir y capacitar un equipo de personas nuevamente vinculado con el proyecto "Biocología y ecología comparativa del mion de los pastos" que inició en septiembre de 1996 como convenio entre el CIAT y CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria en Colombia). Los dos primeros talleres, realizados en 1997 y 1998 en las instalaciones del CIAT, constó de la participación de un total de 32 personas formado por un grupo diverso de estudiantes, profesores y profesionales que representaron 7 entidades nacionales. Desde entonces el Taller ha sido dictado en Puyo, Ecuador (1998) con la colaboración y financiación del Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuario (SESA).

Participantes 1997, CIAT, Cali, Colombia

Yara Ballesteros	Universidad de la Amazonia	Florencia
Juan Barreto	Universidad de la Amazonia	Florencia
Magda Blanco	Universidad de la Amazonia	Florencia
Ulises Castro	Universidad Nacional	Palmira
Claudia Gallego	Universidad de la Amazonia	Florencia
Fidel Gamboa	Universidad de los Llanos	Villavicencio
Beatriz Giraldo	Universidad de la Amazonia	Florencia
Alfredo Hincapié	Universidad de los Llanos	Villavicencio
Nora Jiménez	CORPOICA C.I. Turipana	Cerete
Wilson Medina	CORPOICA C.I. Turipana	Cerete
Nora Cristina Mesa	Universidad Nacional	Palmira
Francisco Negrete	CORPOICA C.I. Turipana	Cerete
Antonio Pérez	Universidad de Sucre	Sincelejo
Arsenio Romero	CIAT	Cali
Gustavo Ruiz	Universidad de la Amazonia	Florencia
William Puentes	Universidad de la Amazonia	Florencia
Elias Troncoso	Universidad de la Amazonia	Florencia

Participantes 1998, CIAT, Cali, Colombia

Marcos Barrios	Universidad de Sucre	Sincelejo
Juan Correa	Universidad de la Amazonia	Florencia
Carlos Delgado	LAVERLAM S.A.	Cali
Giovanni Díaz	Universidad de los Andes	Bogotá
Omar Fcheverri	Universidad Nacional	Palmira
Martha Gutierrez	CIAT	Cali
Clara Ramirez	Universidad de la Amazonia	Florencia
Bibiana Leon	Universidad de los Llanos	Villavicencio
Francisco Lopez	Universidad del Valle	Cali
Johana Rojas	Universidad de Sucre	Sincelejo
Liliana Rojas	Universidad de los Llanos	Villavicencio
Luis Romero	LAVERLAM S.A.	Ibagué
Julio Rubio	Universidad de los Llanos	Villavicencio
Alvaro Salamanca	Universidad Nacional	Palmira
Shirley Ioto	Universidad Nacional	Palmira
Ivan Zuluaga	Universidad Nacional	Palmira

Participantes 1998, SESA, Puyo, Ecuador

Leodoro Calle
Silvia Castañeda
Humberto Castelo
Wilfrido de la Cruz
Farley Figueroa
Wagner Monar
Celos Muñoz
Franklin Pita
Rodrigo Silva
Wilson Suescun
Jose Zambrano
Bella Velez
Jorge Vinuesa
Homero Zambrano
David Sandoval

PERSONAS E INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Participante	Institucion	Sede
Aristipo Betancourt	CIAT	Florencia
Ana Cristina Bolaños	Particular	Cali
Roberto Bravo	Universidad de Sucre	Sincelejo
David A. Camargo B.	Universidad Nacional	Medellin
Arnulfo Gomez Carabali	Universidad del Pacifico	Buenaventura
Arturo Carabali M.	Universidad del Valle	Cali
Maria Luisa Cortes	Particular	Cali
Carlos Espinel	CORPOICA	C. I. Tibairata, Bogota
Jaime D. Gaviria	Asesor (particular)	Cali
Miguel Alberto Gonzalez	LAVERLAM, S. A.	Cali
Yolanda Gutierrez Hernandez	INCAUCA, S. A.	Cali
Luz Adriana Lastra	CENICAÑA	Cali
Otoniel Perez Lopez	CORPOICA	C. I. Carimagua
Viviana Pizo	Universidad del Cauca	Popayan
Camilo Plazas	CIAT	Villavicencio
Alejandro Pobon	Universidad Nacional	Palmira
Gustavo Ruiz	Universidad de la Amazonia	Florencia
Jose Francisco Zelaya	Universidad Nacional	Palmira

PROGRAMACION

Domingo LLEGADA DE PARTICIPANTES

(22 Oct)

Lunes DIVERSIDAD Y DISTRIBUCION

(23 Oct)

- 0800 Inauguración del Taller (Anthony Bellotti - CIAT, Oscar Alzate - PRONATTA)
0810 Introducción del Organizador (Daniel Peck)
0830 Seminario 1 *Diversidad y distribución* (Daniel Peck)
1030 Receso
1100 Conferencia 1 *Primer reporte de Prosapia simulans en Suramérica* (Iaino Rodríguez)
1130 Conferencia 2 *Diversidad y distribución del salvazo asociado con gramíneas en Colombia y Ecuador* (Daniel Peck)
1200 Almuerzo
1300 Práctica 1 *Morfología e identificación*
1430 Receso
1500 Asuntos administrativos (David Salgado)
1600 Práctica 2 *Reconocimiento de las especies y los adultos*
1800 Coctel

Martes BIOLOGIA Y COMPORTAMIENTO

(24 Oct)

- 0800 Seminario 2 *Biología y comportamiento* (Daniel Peck)
1000 Receso
1030 Conferencia 3 *Biología comparada de tres especies del género Zulia* (Iaino Rodríguez)
1100 Conferencia 4 *Aspectos biológicos de la comunicación vibracional en el salvazo* (Francisco López)
1200 Almuerzo
1300 Práctica 3 *Reconocimiento de los estados de desarrollo de ninfas y huevos*
1500 Receso
1530 Práctica 4 *Mecanismos de defensa*

Miércoles ECOLOGIA Y CRÍA

(25 Oct)

- 0800 Seminario 3 *Ecología* (Daniel Peck)
0930 Conferencia 5 *Avances en el cría del salvazo* (Anuar Morales)
1000 Receso

- 1030 Conferencia 6 *Fenología de Zulia carbonaria en el valle del Rio Cauca como modelo para otras regiones* (Ulises Castro)
 1100 Conferencia 7 *Impacto económico del salivazo sobre la producción animal en Brachiaria decumbens de Colombia* (Federico Holmann)
 1130 Conferencia 8 *Avances en la evaluación y uso de hongos entomopatógenos al salivazo en condiciones de invernadero* (Anuar Morales)
 1200 Almuerzo
 1300 Practica 5 *Cria y estudios biológicos*
 1430 Practica 6 *Manejo de huevos*
 1500 Receso
 1500 Practica 7 *Reconocimiento de enemigos naturales*

Jueves	MÉTODOS DE CAMPO
---------------	-------------------------

(26 Oct)

- 0800 Practica 8 *Muestreo y métodos de campo*
 1200 Almuerzo
 1400 Practica 9 *Análisis de muestras del campo y datos poblacionales*

Viernes	MANEJO
----------------	---------------

(27 Oct)

- 0800 Conferencia 9 *Estrategias de manejo integrado del salivazo de los pastos* (Guillermo Sotelo)
 0830 Conferencia 10 *Desafíos y nuevas perspectivas para el manejo integrado del salivazo en pastos* (Daniel Peck)
 0900 Conferencia 11 *Mejoramiento de Brachiaria* (John Miles)
 0930 Conferencia 12 *Resistencia varietal como método de control de insectos* (Cesar Cardona)
 1000 Receso
 1030 Conferencia 13 *Avances en la resistencia varietal al salivazo* (Cesar Cardona)
 1115 Conferencia 14 *Manejo integrado de ceropidos en caña de azúcar de Centroamérica* (Jaime Gaviria)
 1200 Almuerzo
 1300 Practica 10 *Evaluación de resistencia varietal*
 1430 Receso
 1500 Practica 11 *Hacia el manejo integrado* (Discusión de mesa redonda)
 1600 Clausura

Conferencias – Sala Nariño

Prácticas – Sala Calima

Visitas – salen de la Sala Calima

LISTADO DE CONFERENCIAS

- | | | |
|----|--|------------------|
| 1 | Primer reporte de <i>Protoparva simulans</i> en Suramérica | Jairo Rodríguez |
| 2 | Diversidad y distribución del salivazo asociado con gramíneas en Colombia y Ecuador | Daniel Peck |
| 3 | Biología comparada de tres especies del género <i>Zulia</i> | Jairo Rodríguez |
| 4 | Aspectos biológicos de la comunicación vibracional en el salivazo | Francisco López |
| 5 | Avances en el cría del salivazo | Anuar Morales |
| 6 | Fenología de <i>Zulia carbonaria</i> en el valle del Río Cauca como modelo para otras regiones | Ulises Castro |
| 7 | Impacto económico del salivazo sobre la producción animal en <i>Brachiaria decumbens</i> de Colombia | Federico Holmann |
| 8 | Avances en la evaluación y uso de hongos entomopatógenos al salivazo en condiciones de invernadero | Anuar Morales |
| 9 | Estrategias de manejo integrado del salivazo de los pastos | Guillermo Sotelo |
| 10 | Desafíos y nuevas perspectivas para el manejo integrado del salivazo en pastos | Daniel Peck |
| 11 | Mejoramiento de <i>Brachiaria</i> | John Miles |
| 12 | Resistencia varietal como método de control de insectos | Cesar Cardona |
| 13 | Avances en la resistencia varietal al salivazo | Cesar Cardona |
| 14 | Manejo integrado de cercopídeos en caña de azúcar | Jaime Gaviria |

LISTADO DE PRACTICAS

- 1 Morfología e identificación
- 2 Reconocimiento de las especies y los adultos
- 3 Reconocimiento de los estados de desarrollo de ninfas y huevos
- 4 Mecanismos de defensa
- 5 Cría y estudios biológicos
- 6 Manejo de huevos
- 7 Reconocimiento de enemigos naturales
- 8 Muestreo y métodos de campo
- 9 Análisis de muestras del campo y datos poblacionales
- 10 Resistencia varietal
- 11 Hacia el manejo integrado

PERSONAS E INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Participante	Institucion	Sede
Aristipo Betancourt	CIAT	Florencia
Roberto Bravo	Universidad de Sucre	Sincelejo
David A. Camargo B.	Universidad Nacional	Medellin
Arnulfo Gomez Carabali	Universidad del Pacifico	Buenaventura
Arturo Carabali M.	Universidad del Valle	Cali
Maria Luisa Cortes	Particular	Cali
Carlos Espinel	CORPOICA	C.I. Tibaitata, Bogota
Jaime D. Gaviria	Asesor (particular)	Cali
Miguel Alberto Gonzalez	LAVERLAM, S.A.	Cali
Yolanda Gutierrez Hernandez	INCAUCA, S.A.	Cali
Luz Adriana Lastra	CENICAÑA	Cali
Maria Antonia Montilla	Universidad de la Amazonia	Florencia
Otoniel Perez Lopez	CORPOICA	C.I. Carimagua
Viviana Pizo	Universidad del Cauca	Popayan
Camilo Plazas	CIAT	Villavicencio
Alejandro Pobon	Universidad Nacional	Palmira
Andres Jose Rendon	Universidad de la Amazonia	Florencia
Gustavo Ruiz	Universidad de la Amazonia	Florencia
Jose Francisco Zelaya	Universidad Nacional	Palmira

Seminario 1:

**DIVERSIDAD y
DISTRIBUCION**

Daniel Peck

III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salvazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000

Seminario 1 DIVERSIDAD Y DISTRIBUCION

I Introduccion

- A Diversidad biológica y ecológica
 - ej. Monteverde, Costa Rica
- B Una interpretación de esta diversidad depende de
 - 1 Conocimiento de los patrones de variación: generalidades y diferencias
 - 2 Conocimiento de los grupos de insectos relacionados
- C El objetivo de este seminario es de analizar la relación entre el salivazo de los pastos y los parientes más cercanos según aspectos morfológicos, biológicos y biogeográficos

II Clasificación

- A Clasificación - esquema sistemático para arreglar diversidad entre grupos
- B Categorías: orden, suborden, superfamilia, familia, subfamilia, tribu, género, especie
- C Otras definiciones
 - 1 Sistématica - el estudio de la diversidad de organismos y las relaciones entre ellos
 - 2 Taxonomía - el estudio de cómo se describe, clasifica y nombra los organismos
 - 3 Taxon - agrupación de especies basado en estimativos de similitud o relación

III Taxonomía y Morfología

- A Ordenes: Homoptera/Hemiptera vs. otros órdenes
 - 1 Morfología del aparato bucal picador-chupador
 - 2 Morfología de las alas
 - 3 Morfología de las antenas
- B Homoptera vs. Hemiptera
 - 1 Morfología del aparato bucal y las alas
 - 2 Especies representativas
- C Subórdenes: Auchenorrhyncha vs. Sternorrhyncha
 - 1 Morfología de los tarsos y antenas
 - 2 Especies representativas

- D Filogenia/clasificación actual de Hemiptera y Homoptera, Auchenorrhyncha y Sternorrhyncha (Sorensen et al 1995)
 - Filogenia - la historia evolutiva de un grupo o linaje
- E Superfamilias Cercopoidea vs Membracoidea, Cicadoidea, Fulgoroidea
 - 1 Filogenia
 - 2 Características de las superfamilias
 - a Los "Saltadores"
 - 1) familia Cicadellidae (Cicadoidea) - 'leafhopper' ('saltahoja')
 - 2) familia Membracidae (Membracoidea) - 'treehopper' ('salta-arbol')
 - 3) familia Delphacidae (Fulgoroidea) - 'planthopper' ('saltaplanta')
 - 4) super familia Cercopoidea - 'froghopper' ('saltarana')
 - b Características de la super familia Cercopoidea
 - 1) morfología de la cabeza
 - 2) morfología de las patas
 - 3) ninfas se cubren con los desechos de alimentación
- F Familias Cercopidae vs Aphrophoridae, Clastopteridae, Machaerotidae
 - 1 Filogenia
 - a Clasificación a nivel de familia es tentativa
 - b Clastopteridae y Machaerotidae grupos hermanos
 - c Cercopidae y Aphrophoridae grupos hermanos
 - d Filogenia alternativa
 - Aphrophoridae considerado como grupo polifilético
 - 2 Características de las familias
 - a Morfología de las alas
 - b Morfología de la cabeza

IV Diversidad y Distribución

- A Cercopoidea 2380 especies descritas (Hodkinson y Casson 1992), 535 en Nuevo Mundo (Metcalf 1960, 1962)
- B Machaerotidae
 - 1 Características claves
 - a Escutelo largo, a veces con forma de espina
 - b Cuerpo bastante pesado
 - c Antenas salen de fosas profundas
 - d Las ninfas viven en pequeños tubos calcáreos que están llenos de líquido
 - e Hacen masas de espuma solamente para facilitar la última muda
 - 2 Diversidad taxonómica 107 especies en 27 géneros, 4 tribus, 2 subfamilias
 - 3 Biogeografía
 - a Tropicales del Viejo Mundo, especialmente bosque lluvioso, algunas en zonas más templadas y bosques bajos y abiertos
 - b No se encuentran en Polinesia, Micronesia, suroeste de Asia o norte de África

- 4 Hospederos
 - a Árboles (incl *Eucalyptus*) y probablemente otros
 - b Son plagas de plantas de clavo de olor en Indonesia (transmiten una enfermedad, la bacteria *Pseudomonas*)
 - c La historia natural es poco resumido
- C Clastopteridae
 - 1 Características claves
 - a Pequeños, redondos
 - b Pronoto con arrugas transversas, alas terminadas en una membrana terminal ancha
 - c Antenas salen de fosas profundas
 - d Masa de espuma con mucha agua y pocas burbujas
 - 2 Diversidad taxonomica
 - a Monogenerico (Clastoptera)
 - b 85 especies a nivel mundial
 - c 79 especies en el Nuevo Mundo (32 Neotropical, 35 Caribe, 19 Neartico)
 - 3 Biogeografía
 - a Solo en el Nuevo Mundo (con la excepción de 2 especies en las Filipinas)
 - b Tropicos y templados
 - 4 Hospederos arbustos, árboles, ornamentales, cítricos, cassava, *Casuarina*
- D Aphrophoridae
 - 1 Características claves
 - a Cabeza tan ancha como el pronoto
 - b Borde anterior del pronoto redondo o angular
 - c Colores crípticos
 - d Masa de espuma con mucho aire y burbujas
 - 2 Diversidad taxonomica
 - a 820 especies a nivel mundial
 - b 97 especies en el Nuevo Mundo (43 Neotropical, 35 Caribe 19 Neartico)
 - 3 Biogeografía
 - a Nuevo y Viejo Mundo
 - b Mas abundante en las zonas templadas pero bien representados en los tropicos
 - 4 Hospederos muy diversos, de hierbas hasta árboles
- E Cercopidae
 - 1 Características claves
 - a Cabeza mas estrecha que pronoto
 - b Margen anterior del pronoto recto
 - c Apice de eltro reticulado
 - d Colores llamativos en general

- 2 Diversidad taxonomica
 - a 1359 especies mundial
 - b 359 especies en el Nuevo Mundo (294 Neotropical, 65 Caribe, 1 Neartico)
 - 3 Biogeografía
 - a Nuevo y Viejo Mundo
 - b Principalmente tropical
 - 4 Hospederos gramíneas, hierbas, árboles
- F La familia Cercopidae
- 1 Subfamilia Tomaspidae vs Cercopinae
 - 2 Tribus y generos de Tomaspidae
 - a Fennah (1968)
 - b Adición de Notozulia por Carvalho (1995)
 - 3 Caracteres claves con importancia taxonomica para las especies asociadas con gramíneas (Fennah 1968)
 - a cabeza
 - 1) postclipeo comprimido lateralmente vs inflado, perfil convexo hasta tener forma de pico
 - 2) anteclypeo largo en relación con el postclipeo
 - 3) antenas forma del segmento 3
 - 4) pronoto márgenes anterolaterales rectos vs convexos
 - b torax
 - 1) metatibias número de espinas en el margen apical (4-28)
 - 2) elitros venación, patrón de color, pilosidad
 - c genitalia
 - 1) edcago del macho forma, espinas, gonoporo
 - 2) estiletes y placas genitales del macho forma
 - 3) ovipositor de la hembra forma de válvula 1, presencia o ausencia de procesos

V Cercopidos Asociados con Gramíneas

- A Nombres vulgares
- 1 Ninfa salivazo, espumita, baba de culebra, chinche salivosa, cuckoo-spit, snake-spit, spittlebug
 - 2 Adulto mion, candelilla, cigarrinha, mosca pinta, froghopper
- B *Monecphora*, *Tomaspis*, *Delassor*, *Phytozamia*
- b Hasta Fennah 1968, los generos *Tomaspis* y *Monecphora* incluyeron la mayor parte de las especies asociadas con gramíneas, ya no incluyen especies asociadas con gramíneas
 - c *Delassor* y *Phytozamia* fueron creados por Fennah 1949 pero posteriormente *Delassor* fue reubicado dentro del genero *Mahanarva* (1968) y *Phytozamia* se sinonimizo con *Sphenorhina* (1961)

C *Prosapia*

- 1 Numero de especies
 - a 14 especies descritas (Hamilton 1977)
 - b 2 especies nuevas de Costa Rica
- 2 Distribucion Sur de Canada hasta Panama y ahora hasta Colombia
- 3 Especies importantes *P. ni bicincta*, *P. simulans*, *P. plagiata*, *P. bicincta*

D *Aeneolamia*

- 1 Numero de especies 11 spp
- 2 Distribucion Norte de Mexico hasta Brasil
- 3 Especies importantes *A. albofasciata*, *A. flavilatera*, *A. lepidior*, *A. occidentalis*, *A. postica*, *A. reducta*, *A. varia*
- 4 Es el genero mas importante economicamente
-Ej *A. varia saccharina*

E *Deois*

- 1 Numero de especies 14 spp
- 2 Distribucion Brazil, Argentina
- 3 Especies importantes *D. flavopicta*, *D. incompleta*

F *Mahanarva*

- 1 Numero de especies 31 spp
- 2 Distribucion Suramerica (Centroamerica pero no plaga)
- 3 Especies importantes *M. andigena*, *M. fimbriolata*, *M. liturata*, *M. posticata*, *M. spectabilis*, *Mahanarva* sp. nov

G *Zulia*

- 1 Numero de especies 10
- 2 Distribucion Centro y Suramerica (no Brasil)
- 3 Especies importantes *Z. carbonaria*, *Z. pubescens*, *Z. villosa*, *Zulia* sp. nov

H *Notozulia*

- 1 Numero de especies 1 sp
- 2 Distribucion Brasil
- 3 Especies importantes *N. entreriana*

I *Isozulia* (4 spp), *Kanamina* (4 spp), *Maxantonia* (34 spp), *Sphenorhina* (47 spp), *Tunaima* (? spp)

VI Estado Actual de la Taxonomia

A Desafios para la taxonomia en cercopidos

- 1 Poca especializacion a nivel mundial
- 2 Mucha variacion en patrones de color
 - a Variacion intraespecifica
 - ej *Philacnus spumarius* (Aphrophoridae)
 - ej *A. varia* con 20 subespecies en Venezuela (Guagliumi 1955)

- ej *Mahanaiva* sp. nov.
- b Variación interespecífica
 - 1) convergencia de patrones y posible mimetismo Mulleriano
 - 2) individuos de una especie pueden verse más similares a otra especie que con los específicos
 - a) ej Monteverde, Costa Rica
 - b) ej *A. varia* y *A. flavilata*
 - c) ej *Mahanaiva* sp. y *Z. carbonaria*
 - c Poca información sobre las características de la genitalia
- 3 Variación en la genitalia del macho
- B Avances en la taxonomía en cercopídeos
 - 1 Uso de caracteres de la genitalia del macho
 - a Variación intragenerica, ej *Proscapia*
 - b Variación intergenerica
 - 2 Manuscrito en preparación para revisar la taxonomía de cercopídeos del Nuevo Mundo (Museo de Historia Natural Londres)

VII Conclusiones/Resumen

Clasificación de los cercopidos asociados con gramíneas

ORDEN **Homoptera** (Hemiptera = Heteroptera + Homoptera)

SUBORDEN **Auchenorrhyncha**

SUPERFAMILIA **Cercopoidea**

FAMILIA **Cercopidae**

SUBFAMILIA **Tomaspidinae**

TRIBU **Tomaspidini**

GENEROS (11)

Aeneolamia
Deois
Isozulia
Kanaïma
Mahanarva
Maxantonia
Notozulia
Prosapia
Sphenorhina
Tunaima
Zulia

Características de los ordenes Homoptera y Hemiptera

- | | |
|----------------------|--|
| Aparato bucal | <ul style="list-style-type: none">• picador-chupador de savia• labio forma una vaina para los estiletes• sin palpos |
| Alas | <ul style="list-style-type: none">• cuatro, pueden faltar o estar reducidas• par anterior membranoso hasta endurecido, pocas venas• par posterior membranoso |
| Antenas | <ul style="list-style-type: none">• pueden ser cortos hasta largos• número de segmentos variables• filiforme o setiforme |

Características que distinguen los órdenes Homoptera y Hemiptera

Homoptera

- **Aparato bucal** desplazado hacia la parte posterior de la cabeza
- **Alas** en reposo inclinadas sobre los lados del cuerpo
- **Alas anteriores** uniformemente endurecidas

Hemiptera

- **Aparato bucal** surge de la parte anterior de la cabeza
- **Alas** en reposo planas sobre el abdomen
- **Alas anteriores** endurecidas en su mitad basal y membranosas en su mitad distal

Características que distinguen los subórdenes Auchenorrhyncha y Sternorrhyncha

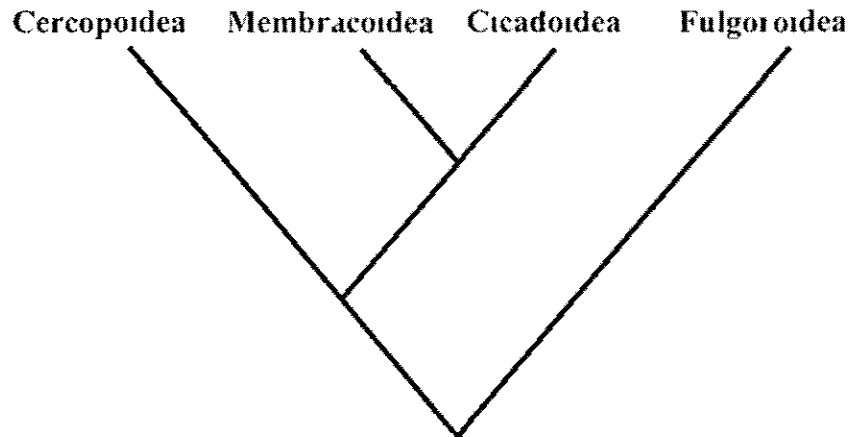
Auchenorrhyncha

- **Tarsos** con 3 segmentos
- **Antenas** cortas y setiformes
- Insectos relativamente **activos**

Sternorrhyncha

- **Tarsos** con 1-2 segmentos
- **Antenas** (si no faltan) normalmente largas y filiformes
- Insectos relativamente **inactivos**, algunos le faltan alas, patas y antenas

**Filogenia de las superfamilias
 del suborden Auchenorrhyncha**



**Características que distinguen las superfamilias
 del suborden Auchenorrhyncha**

Cercopoidea, Cicadoidea,
 Membracoidea

- **Antenas** surgen de la parte anterior de la cabeza, entre o justo antes de los ojos
- **Coxas mesotorácicas** son cortas y cercanas

Cercopoidea

- **Tibias metatorácicas** con 1 o 2 espinas fuertes y una corona de espinas pequeñas en el extremo
- **Pronoto** no se extiende hacia atrás sobre el abdomen
- **Coxas metatorácicas** cortas y conicas

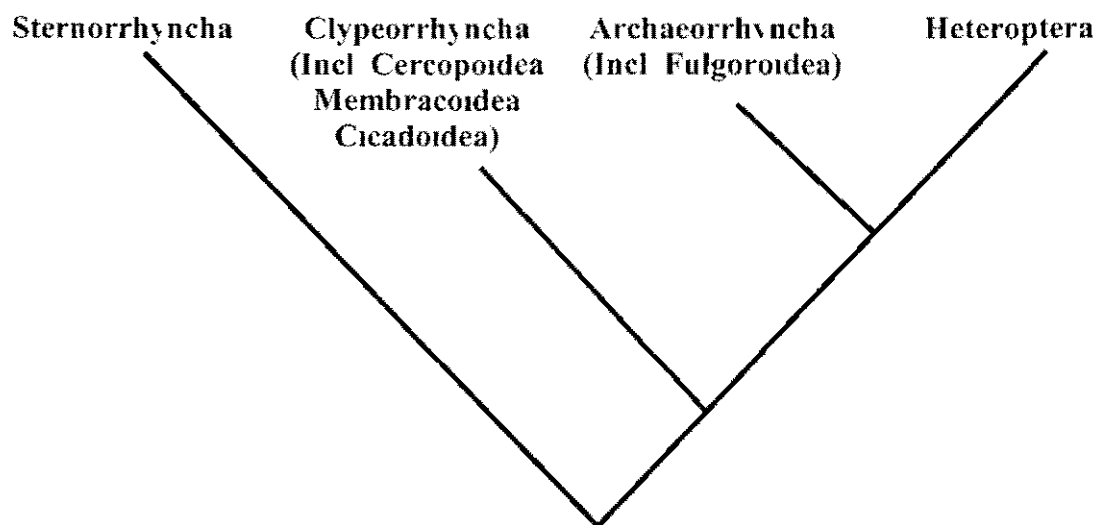
Fulgoroidea

- **Antenas** surgen de la parte lateral de la cabeza, debajo de los ojos
- **Coxas mesotorácicas** son elongadas y separadas

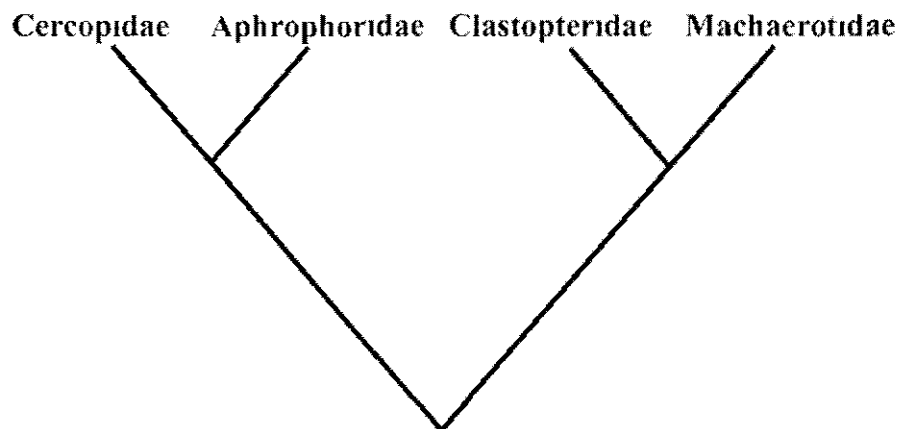
Membracoidea, Cicadoidea

- **Tibias metatorácicas** sin espinas fuertes y sin corona de espinas pequeñas en el extremo
- **Pronoto** se extiende hacia atrás sobre el abdomen (Membracidae)
- **Coxas metatorácicas** transversas (Cicadellidae)

**Filogenia del orden Hemiptera (Homoptera + Heteroptera)
según Sørensen et al 1995**



**Filogenia de las familias de la
superfamilia Cercopoidea**



Características de las familias de la superfamilia Cercopoidea

Cercopidae y Aphrophoridae

- **Antenas** salen de fosas abiertas y superficiales, o debajo de salidizos antenales prominentes
- Ninfas habitan **masas de espumas** que son grandes y espumosas

Clastopteridae y Machaerotidae

- **Antenas** salen de fosas profundas, ocultando los dos segmentos basales, o abrazan la base de las antenas
- Ninfas habitan **masas de espumas** pequeñas con pocas burbujas, o viven en tubos calcareos

Cercopidae

- Margen anterior del **pronoto** recto
- **Cabeza** mas estrecha que pronoto
- Apice de **elitra** distintamente reticulado

Aphrophoridae

- Margen anterior del **pronoto** redondo o anguloso
- Ancho de la **cabeza** igual o poco menos que pronoto
- Apice de **elitra** raramente reticulado

Características de las subfamilias de la familia Cercopidae
--

Tomaspidinae

- Nuevo Mundo
- Láminas subgenitales no separadas de la capsula genital
- Usualmente dos espinas laterales en la metatibia

Cercopinae

- Viejo Mundo
- Láminas subgenitales separadas de la capsula genital por una estria distinta
- Usualmente una sola espina lateral en la metatibia

**Tribus y generos de la familia Cercopidae en el Nuevo Mundo,
 subfamilia Tomaspidae (Fennah 1968)**

Hyboscartini - 4 generos
 Ischnorhinini - 8 generos
 Neaenini - 5 generos
Tomaspidini - 30 generos

<i>Aeneolamia</i>	<i>Korobona</i>	<i>Prosapia</i>
<i>Aracamunia</i>	<i>Mahanai va</i>	<i>Sphenorhina</i>
<i>Bradypteroscarta</i>	<i>Makonaima</i>	<i>Tiodus</i>
<i>Catrimania</i>	<i>Maxantonia</i>	<i>Tomaspis</i>
<i>(Delassoi)</i>	<i>Neomonecphora</i>	<i>Tomaspisina</i>
<i>Deois</i>	<i>Notozulia</i>	<i>Tropidohinella</i>
<i>Hyalotomaspis</i>	<i>Ocoavo</i>	<i>Tunaima</i>
<i>Iphirrhina</i>	<i>Oleotomaspis</i>	<i>Urubavia</i>
<i>Isozulia</i>	<i>Panabius</i>	<i>Voiago</i>
<i>Monecphora</i>	<i>Pachacanthocnemis</i>	<i>Zulia</i>
<i>Kanaima</i>	<i>(Phytozamia)</i>	

Nombres comunes

Estado inmaduro NINFA	Estado maduro ADULTO
salivazo, salivita, salivero	mion de los pastos
espumita, espumadora	candelilla (Venezuela)
baba de culebra (Costa Rica)	cigarrinha das pastagens (Brasil)
chinche salivosa (Guatemala)	mosca pinta (Mexico)
spittlebug (EEUU)	froghopper (EEUU)
snake-spit (sur de los EEUU)	
cuckoo-spit (Inglaterra)	

Cercopidos asociados con gramíneas especies importantes
--

Estados Unidos

P. bicincta

México

A. albofasciata

A. occidentalis

P. simulans

Costa Rica

A. albofasciata

A. lepidior

A. postica

A. reducta

P. nr. bicincta

P. plagiata

P. simulans

Z. vilior

Ecuador

Isozulia astralis

Mahanarva andigena

Mahanarva sp. nov.

Zulia pubescens

Colombia

A. lepidior

A. reducta

A. varia

M. phantastica

Mahanarva sp. nov.

P. simulans

Z. carbonaria

Z. pubescens

Zulia sp. nov.

Brasil

A. selecta

D. flavopicta

D. incompleta

D. schach

M. fimbriolata

M. liturata

M. posticata

M. spectabilis

N. entriana

Bibliografía DIVERSIDAD Y DISTRIBUCION

- Borror, D J , D M DeLong y C A Triplehorn** 1976 An Introduction to the Study of Insects, Fourth Edition Holt, Rinehart and Wilson, New York
- Campbell, B C , J D Steffen-Campbell y R J Gill** 1994 Evolutionary origin of whiteflies (Hemiptera Sternorrhyncha Aleyrodidae) inferred from 18S rDNA sequences Insect Molecular Biology 3(2) 73-88
- Carvalho, G S** 1987 Cercopídeos no Rio Grande do Sul Ischnorhinini (Homoptera) Revista Brasileira de Zoologia 4(3) 207-214
- Carvalho, G S** 1995 Cercopídeos neotropicales redescricao de *Notozulia* Fennah stat n (Auchenorrhyncha Cercopidae) Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 24(2) 385-388
- Carvalho, G S y A M Sakakibara** 1989 A new genus and species of neotropical Cercopidae (Tomaspidinae Tomaspidini) Revista Brasileira de Zoologia 6(1) 111-115
- Chapman, R F** 1969 The Insects Structure and Function American Elsevier Publishing Co , New York
- Clark, W C , G E Ibarra D y H W van Cleave** 1976 Taxonomy and biology of spittlebugs of the genera *Aeneolamia* Fennah and *Prosapia* Fennah (Cercopidae) in northeastern Mexico Folia Entomologica Mexicana 34 13-24
- Coronado, R y A Marquez** 1972 Introduccion a la Entomologia Morfologia y Taxonomia de los Insectos Editorial Limusa Wiley Mexico
- Costes, D H** 1971 Comparative morphological study of five tribes of the Cercopinae (Homoptera Cercopidae) Doctorate thesis, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina 120 pp
- Deitz, L L y C H Dietrich** 1993 Superfamily Membracoidea (Homoptera Auchenorrhyncha) I Introduction and revised classification with new family-group taxa Systematic Entomology 18 287-296
- Dietrich, C H y L L Dietz** 1993 Superfamily Membracoidea (Homoptera Auchenorrhyncha) II Cladistic analysis and conclusions Systematic Entomology 18 297-311
- Doering, K C** 1930 Synopsis of the family Cercopidae (Homoptera) in North America Journal of the Kansas Entomological Society 3(3) 53-65
- Doering, K C** 1930 Synopsis of the family Cercopidae (Homoptera) in North America Journal of the Kansas Entomological Society 3(4) 81-108
- Evans, H E** 1984 Insect Biology A textbook of Entomology Addison Wesley Publishing Co reading Massachusetts

- Fennah, R G** 1948 New genera and species of neotropical Cercopoidea (Homoptera) The Annals and Magazine of Natural History Ser 12, 1: 605-620
- Fennah, R G** 1949 Autecological notes on three species of *Aeneolamia* (Homoptera Cercopidae) The Annals and Magazine of Natural History Ser 12, 2: 703-725
- Fennah, R G** 1953 A new froghopper from Bolivia (Homoptera Cercopoidea) Proceedings of the Biological Society of Washington 66: 51-52
- Fennah, R G** 1953 Revisionary notes on neotropical monophorine cercopoidea (Homoptera) Ann and Mag Nat Hist Ser 12, 6: 337-360
- Fennah, R G** 1968 Revisionary notes on the new world genera of cercopid froghoppers (Homoptera Cercopoidea) Bulletin of Entomological Research 58: 165-190
- Fennah, R G** 1979 Revisionary notes on the New World genera of cercopid froghoppers (Homoptera Cercopoidea) II Bulletin of Entomological Research 69: 267-273
- Fennah, R G** 1979 Revisionary notes on the New World genera of cercopid froghoppers (Homoptera Cercopidae) III The genus *Isozulia* Bulletin of Entomological Research 75: 245-253
- Giustina, W della** 1983 La faune de France des Cercopinae Bulletin de la Societe Entomologique de France 88: 192-196
- Guaghumi, P** 1954-6 Contribuciones al estudio de la candelilla (*Acneolamia* spp y *Delasson* spp Homoptera Cercopidae) en Venezuela Agronomia Tropical vol 4-6
- Guaghumi, P** 1962 Las Plagas de la Caña de Azúcar en Venezuela Venezuela Ministerio de Agricultura y Cria Centro de Investigaciones Agronomicas Maracay pp 322-351
- Hamilton, K G A** 1977 Review of the world species of *Prosapia* Fennah (Rynhchota Homoptera Cercopidae) The Canadian Entomologist 109: 621-630
- Hamilton, K G A** 1982 The spittlebugs of Canada (Homoptera Cercopidae) The Insects and Arachnids of Canada, Part 10: 102 pp
- Kershaw, J C y F Muir** 1922 The genitalia of the Auchenorrhynchos Homoptera Annals of the Entomological Society of America 15(3): 201-212
- Koller, W W y J R Valerio** 1984 Padiocs alares de *Zulia entreiriana* em Campo Grande, MS Pesquisa Agropecuaria Brasileira 19: 799-803
- Maa, T C** 1963 A review of the Machaerotidae Pacific Insects Monograph 5: 1-166
- Menezes, M de** 1982 As cigarrinhas-das pastagens (Homoptera Cercopidae) na região sul da Bahia Brasil identificação distribuição geográfica e plantas hospedeiras Boletim Técnico CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira) No 104: 49 pp

- Metcalf, Z P** 1961 General Catalogue of the Homoptera Fascicle VII Cercopoidea Part 2 208-221
- Moron, M A y R A Terron** 1988 Entomologia Practica Una Guia para el Estudio de los Insectos con Importancia Agropecuaria Medica Forestal y Ecologica de Mexico Instituto de Ecologia Mexico, D F
- Nast, J** 1949 A revision of the genus *Sphenorhina* Am et Serv (Homoptera Cercopidae) Bulletin Entomologique de la Pologne 19(3-4) 114-148
- Nast, J** 1950 Studies on neotropical Cercopinae (Homoptera Cercopidae) Bulletin Entomologique de la Pologne 20 55-74
- Nast, J** 1975 Further studies on neotropical Cercopidae (Homoptera) Annales Zoologici 33(7) 93-101
- Nast, J** 1979 The genus *Mavantonia* Schm (Homoptera Cercopidae) Annales Zoologici 35(1) 1-23
- Sakakibara, A M** 1979 Sobre algunas especies brasileiras de Deois Fennah 1948 (Homoptera Cercopidae) Revista Brasileira de Biologia 39 9-30
- Schuh, R T** 1986 The influence of cladistics on heteropteran classification Annual Review of Entomology 31 67-93
- Sorensen, J T, B C Campbell, R J Gill y J D Steffen-Campbell** 1995 Non-monophyly of Auchenorrhyncha (Homoptera), based upon 18S rDNA phylogeny: eco evolutionary and cladistic implications within the pre-Heteropterodea Hemiptera (s.l.) and a proposal for new monophyletic suborders Pan Pacific Entomologist 71(1) 31-60

Seminario 2:

**BIOLOGIA Y
COMPORTAMIENTO**

Daniel Peck

III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000

Seminario 2 BIOLOGIA Y COMPORTAMIENTO

I Introduccion

- A Diversidad taxonomica traslada a diversidad en la vida natural
- B El objetivo de este seminario es examinar patrones de biología y comportamiento
 - 1 Entre los taxa
 - 2 Entre los estados de vida
- C Temas de consideracion: nutricion, desarrollo, reproduccion, defensa, movimiento

II Ninfas

A Nutricion

- 1 Fuente de alimentacion
 - a Xilema
 - b Evidencia (Malone et al. 1999)
 - 1) evidencia microscopica
 - vaina de saliva (formada por secreciones de saliva inyectada alrededor de estiletes) termina en los elementos de xilema (Crews et al. 1998)
 - confirmacion para Cercopidae, Aphrophoridae, Machaerotidae
 - 2) tinte en el xilema aparece rojo en excrementos
 - 3) adaptaciones anatomicas (ver abajo)
 - 4) excrementos diluidos
 - nada de azucar
 - algo de iones minerales como Ca
 - 5) cantidades grandes de excrementos
 - 6) eficiencia baja de alimentacion
- 2 Comportamiento alimenticio
 - a Cabeza abajo
 - b Sitios de alimentacion varian con el instar
 - 1) *P. nr. bicincta* sobre *Cynodon nlemfuensis* (Peck 1998)
 - 2) *Iphiahina quata* sobre *Piper auritum*
 - 3) Son numerosos los factores que influyen en la variacion (ver Conferencia Ecologia)
- 3 Desafios asociados con el uso del xilema
 - a Presion negativa
 - 1) clipeo grande para mantener musculos de succion
 - 2) apodemas (esqueleto) reforzadas
 - 3) influye en la disponibilidad de sitios de alimentacion

- b Recursos diluidos
 - 1) cámara filtra
 - 2) larga duración del estado ninfal comparado con grupos relacionados
 - 3) defensa comparada con Membracidae y Aphididae
- c Menos químicos secundarios - más polífagos

B Desarrollo y Reproducción

- 1 Caracterización y determinación de los instares
 - a Medidas morfológicas
 - 1) capsula cefálica
 - 2) muñones alares, ojos, antenas, tamaño general
 - 3) determinación de sexo y especie
 - b Masa de espuma
 - 1) tamaño de las burbujas
 - 2) tamaño de la masa
 - 3) sitios de alimentación
- 2 Duración de los instares (ver Tabla)

C Defensa

- 1 Construcción de la masa de espuma
 - a Hipótesis
 - 1) generación espontánea de la saliva del pájaro "cuckoo" (6th - 17th siglo)
 - 2) producto de la planta (1546)
 - 3) producto del pico de la ninfa (1710, 1884)
 - 4) producto del ano de la ninfa (1688)
 - b Manipulación física
 - 1) cabeza abajo para ayudar movimiento de los desechos
 - 2) tubo de aire formado por los esternitos abdominales, se usa para soplar burbujas en el líquido, respiran a través del tubo y espiráculos situados adentro
 - 3) abdomen móvil
 - c Componentes
 - 1) productos excretores
 - 2) secreción de la porción proximal de los tubos de Malpighi de un mucopolisacárido con papel potencial como depresor de la tensión superficial (Marshall 1966)
 - 3) posible papel de las glándulas de Batelli en los segmentos abdominales 7 y 8
- 2 Función (Whittaker 1970)
 - a Desección
 - b Alta temperatura
 - c Enemigos naturales

- 3 Variación entre familias
 - a Número de ocupantes
 - 1) *P. ni bicincta*
 - 2) *Cephus* (Aphrophoridae)
 - b Forma de la espuma
- 4 Ninfas de *Mahanaiva* sp. en flores de *Heliconia* (Costa Rica) son facultativamente acuáticas (Thompson 1996)
- 5 Machaerotidae sacan los minerales para construir los tubos calcáreos (Marshall and Cheung 1975, Newby 1979)

D Movimiento

- 1 Caminadores bastante ágiles con una área de ~ 1 m
- 2 El movimiento normalmente ocurre después de la muda

E Adultos tenerales

- 1 Clastopteridae fuera de la masa de espuma
- 2 Machaerotidae fuera del tubo encima de una masa de espuma
- 3 Cercopidae y Aphrophoridae en masa de espuma especial
 - a ej *Mahanaiva costaricensis* en Costa Rica
 - b ej *Cephus viceifolius* (Aphrophoridae) en Costa Rica

III Adultos

A Nutrición

- 1 Fuentes de alimentación
 - a Uso de xilema (*P. bicincta* Byers and Wells 1966)
 - b Uso de células del borde de la parenquima (*A. varia* Withycombe 1926, Hagley 1965)
- 2 Comportamiento alimenticio
 - a Tejidos diversos: hojas, tallos, cáscara
 - b Cabeza arriba

B Desarrollo y Reproducción

- 1 Comportamiento reproductivo
 - a Copula
 - 1) copulaciones múltiples, duración
 - 2) copulaciones intraespecíficas
 - 3) forma del edeago
 - 4) feromonas?
 - b Oviposición
 - 1) sitios (ver Tabla)
 - 2) patrón de oviposición: solos hasta pequeños grupos (1 - 10)

- 3) preferencias
 - a) Hewitt 1985 orden de importancia en aumentar numero de huevos alta humedad, baja compactacion (suelo v desechos vegetales), presencia de desechos, menos cantidad de los desechos (4 vs 8 mm), tamaño de las particulas de suelo (*D flavopicta*, *N entieriana*)
 - b) Peck 1998 mayor numero de huevos con presencia de desechos (*P nr bicincta*)
- 4) otras familias
 - a) Clastopteridae bajo epidermis del crecimiento nuevo (Wheeler 1984)
 - b) Aphrophoridae tejido de la planta, se hacen incisiones
 - c) Machaerotidae cerca/sobre la hoja, probablemente se hacen incisiones (Lomer et al 1993)
- 2 Biología reproductiva - componentes importantes (ver Tabla)
 - a Periodos de precopula y preoviposición
 - b Fecundidad
- 3 Bioacusticos
 - a Comunicación a través de sustrato por timbales común en los Auchenorrhyncha pequeño
 - el timbal membrana vibracional v musculos especializados en segmento 1 del abdomen
 - b Grabaciones de sonido en Cercopidae (Moore 1961)
 - c Caracterización de la comunicación vibracional en Cercopidae (Lopez et al 2001)
 - 1) comunicación a través del sustrato por timbales bien desarrollados en ambos sexos
 - 2) repertorio amplio de cantos
 - 3) macho inicia la búsqueda de pareja
 - 4) diferencias significativas entre la estructura de cantos entre especies
- 4 Longevidad (ver Tabla)

C Defensa

- 1 Brincar, camuflaje
- 2 Sangraje reflexivo, aposematismo (Peck 2000)
 - a Comportamiento en *P nr bicincta*
 - b Distribución taxonómica
 - c Variación intra- e inter-específica
 - d Enemigos naturales

D Movimiento

- 1 Movimiento apetitivo vs migratorio
- 2 Evidencia trampas pegajosas, marcar/librar/recapturar, indirecta por estudios poblacionales (Nilakhe y Buainam 1988 Peck 1999)

IV Huevos

A Desarrollo y Reproducción

- 1 Morfología
 - a *A. varia* (Fewkes 1965, Wiedijk 1982)
 - b *A. reducta* (Peck, sin publicar)
 - c *P. nr bicincta* (Peck 1996)
- 2 Desarrollo
 - a Clases de huevos: no-diapausicos, diapausicos de corta y larga duración
 - b Patrón de eclosión
 - 1) *P. nr bicincta* vs *P. plagiata* (Peck 1996)
 - 2) *A. varia* (Motaes 1993)
 - 3) *A. reducta* (Peck, sin publicar)
- 3 Diapausa
 - a Diapausa - estado de desarrollo detenido cuya terminación no depende de condiciones ambientales externas (vs quiescencia)
 - b Quiescencia - estado de desarrollo detenido cuya terminación sí depende de condiciones ambientales externas
 - b Diapausa sucede durante fase S2
 - c Factores que influyen en la incidencia y duración de la diapausa
 - 1) Preoviposición
 - a) generación de la hembra (incidencia)
 - b) estado nutricional de la planta durante la fase ninfal (incidencia y duración)
 - c) fotoperíodo durante la fase ninfal (incidencia)
 - 2) Postoviposición
 - a) temperatura baja provoca la terminación de diapausa (Sujn et al 1995)
 - b) sequía época (días después de oviposición) y duración
- 4 Desarrollo pos-diapausico: quiescencia como un posible papel en el brote inicial de ninfas coincidente con la llegada del invierno

B Defensa

- 1 Factores de mortalidad: sequía, enemigos naturales, pastoreo, quema
- 2 *P. plagiata* vs *P. nr bicincta*

IV Conclusiones

Duración de los Estados de Vida

Especie	Huevos (días)	Ninfas (días)	Adultos (días)	Sitio	Fuente
<i>A. albofasciata</i>	10-15	27	15	México	Martin et al 1995
<i>A. flavilata</i>	13-15	28-37		Venezuela	Guaghami 1962
<i>A. lepidior</i>	14.1	35.4	6.4	Colombia	Peck (sin publicar)
<i>A. occidentalis</i>		23-27	14-35	México	Velasco y Sifuentes 1970
<i>A. postica</i>		41		Trinidad	Iate and Lyle 1970
<i>A. reducta</i>	13-15	20-26		Venezuela	Guaghami 1962
<i>A. reducta</i>	15.8	26.1	6.6	Colombia	Peck (sin publicar)
<i>A. varia</i>		44		Trinidad	Iate and Lyle 1970
<i>A. varia</i>	13-15	35		Venezuela	Guaghami 1962
<i>A. varia</i>		30.8		Colombia	Diaz 1999
<i>A. varia</i>	17.2		7.2	Colombia	Peck (sin publicar)
<i>D. incompleta</i>		49	10 (3-16)	Brasil	Magalhaes et al 1987
<i>M. sp. nov.</i>	17.0	44.2	7.6	Colombia	Ballesteros y Gallego 1999
<i>P. bicincta</i>		60 (43-70)	30	EEUU	Beck 1963
<i>P. bicincta</i>	12	34-60	42	EEUU	Pass y Reed 1965
<i>P. bicincta</i>	12-15	50	21	EEUU	Fagan y Kuitert 1969
<i>P. bicincta</i>	17	23		EEUU	Bvers 1965
<i>P. sp. nov.</i>		62 (34-98)		Costa Rica	Peck 1998
<i>P. plagiata</i>	16-18	40-56	25	Costa Rica	Washbon 1968
<i>P. plagiata</i>		58	7-18	Costa Rica	Picado 1970
<i>P. simulans</i>		26		México	Oomen 1975
<i>P. simulans</i>	18.7	22-48		México	Velasco y Sifuentes 1970
<i>Z. carbonaria</i>	15 (12-18)	45	12 (8-15)	Colombia	Arango et al 1981
<i>Z. carbonaria</i>	17.4	42.4	9.8	Colombia	Rodriguez (sin publicar)
<i>Z. carbonaria</i>	16.1			Colombia	Peck (sin publicar)
<i>Z. pubescens</i>	14.3	38.0	9.2	Colombia	Rodriguez (sin publicar)
<i>Zulia sp. nov.</i>	14.6	42.7	7.1	Colombia	Rodriguez (sin publicar)

Sitios de Oviposición

Especie	Suelo	Hojarasca	Superficie del tallo	Tejido de la Planta	Fuente
<i>A flavilata</i>	XXX				Fewkes 1969 *
<i>A flavilata</i>	XXX	X			Guagliumi 1962
<i>A postica</i>	XXX				Fewkes 1969 *
<i>A reducta</i>	XXX	X			Peck (sin publicar)
<i>A varia</i>	XXX	X			Fewkes 1969 *
<i>A varia</i>	XXX		X		Guagliumi 1962
<i>A varia</i>	XXX			XXX	Urich 1913
<i>A varia</i>	XXX	XXX			Williams 1921
<i>M indicata</i>			XXX		Fewkes 1969 *
<i>M sp nov</i>	XXX	XX	X		Ballesteros y Gallego 1999
<i>P bicincta</i>	XXX	XX	XX	X	Pass y Reed 1969
<i>P bicincta</i>			XXX		Beck 1963
<i>P bicincta</i>		XXX			Bvers 1965
<i>P bicincta</i>	X	XXX	XX		Fagan y Kuntert 1969
<i>P sp nov</i>	XXX		X		Peck 1998
<i>P plagiata</i>			XXX		Picado 1970
<i>P plagiata</i>			XXX	X	Washbon 1968
<i>P simulans</i>	X		XXX		Rodriguez (sin publicar)
<i>Z carbonaria</i>	XXX	X			Rodriguez (sin publicar)
<i>Z pubescens</i>	XX	X	XXX		Rodriguez (sin publicar)
<i>Zulia sp nov</i>	XXX				Rodriguez (sin publicar)

* Resumen, no investigación original

Biología Reproductiva

Especie	Periodo de (dias)		Fecundidad (no huevos)	Fuente
	Precopula	Preoviposición		
<i>A flavilatera</i>		2-3	96	James 1946
<i>A reducta</i>			42-2	Peck (sin publicar)
<i>A varia</i>			40-100	Williams 1921
<i>A varia</i>			120	Kershaw 1913
<i>A varia</i>			294	Fewkes 1964
<i>A varia</i>			30-150	Guagliumi 1962
<i>D incompleta</i>	2-5	3-5	18-1	Magalhaes et al 1987
<i>M sp nov</i>	1-6	2-3	21	Ballasteros y Gallego 1999
<i>P bicincta</i>			39-6 (0-81)	Pass y Reed 1965
<i>P bicincta</i>	5-9	6-13		Byers 1965
<i>P bicincta</i>		7		Fagan y Kuntz 1969
<i>P sp nov</i>	2-3 (0-8-4-3)	18-7 (14-21)		Peck 1998
<i>P plagiata</i>	3-4	5-8		Picado 1970

Ciclo de Vida de Algunas Especies Colombianas

Especie	Duracion (dias)			Total
	Huevo	Ninfa	Adulto ¹	
<i>A. lepidior</i>	14.1	35.4	3.1	52.6
<i>A. varia</i>	17.2	30.8	3.6	51.6
<i>A. reducta</i>	15.8	26.1	3.4	45.3
<i>M. sp. nov.</i>	17.0	44.2	3.4	64.6
<i>P. simulans</i>	18.0	45.6	8.9	72.5
<i>Z. carbonaria</i>	17.4	42.4	9.8	69.6
<i>Z. pubescens</i>	14.3	38.0	9.2	61.5
<i>Zulia sp. nov.</i>	14.6	42.7	7.1	64.4

¹ Calculado por la mitad de la longevidad media

Bibliografía BIOLOGIA Y COMPORTAMIENTO

CICLO DE VIDA Y GENERAL

- Ballesteros G, Y A y C P Gallego R** 1999 Biología y comportamiento de *Mahanara* sp (Homoptera: Cercopidae) bajo condiciones de invernadero [Universidad de la Amazonia Florencia Colombia]
- Beck, E W** 1963 Observations on the biology and cultural insecticidal control of *Prosapia bicincta* a spittlebug, on Coastal Bermudagrass. Journal of Economic Entomology 56(6) 749-752
- Byers, R A** 1965 Biology and control of a spittlebug *Prosapia bicincta* (Say) on Coastal bermudagrass. Technical Bulletin of the Georgia Agricultural Experiment Stations 42 26 pp
- Fagan, B E y L C Kuitert** 1969 Biology of the two-lined spittlebug *Prosapia bicincta*, on Florida pastures (Homoptera: Cercopidae). The Florida Entomologist 52(3) 199-206
- Fewkes, D W** 1969 The biology of sugar cane hoppers in J R Williams, J R Metcalf, R W Mungomery and R Mathes (eds.) Pests of Sugar Cane, pp 283-307 Elsevier Publishing Company, Amsterdam
- Guaghami, P** 1962 Las Plagas de la Caña de Azúcar en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cria Centro de Investigaciones Agronomicas, Maracay Venezuela pp 322-351
- Hamilton, K G A** 1977 Review of the world species of *Prosapia* Fennah (Rynchota Homoptera Cercopidae). The Canadian Entomologist 109 621-630
- Hamilton, K G A** 1982 The spittlebugs of Canada (Homoptera: Cercopidae). The Insects and Arachnids of Canada Part 10 102 pp
- Martin, R M, J R Cox, D G Alston y F Ibarra F** 1995 Spittlebug (Homoptera: Cercopidae) life cycle on buffelgrass in Northwestern Mexico. Annals of the Entomological Society of America 88(4) 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. Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie 79 225-238
- Pass, B C y J K Reed** 1965 Biology and control of the spittlebug *Prosapia bicincta* in coastal Bermuda grass. Journal of Economic Entomology 58(2) 275-278
- Peck, D C** 1998 Natural history of the spittlebug *Prosapia* nr *bicincta* (Homoptera: Cercopidae) in association with dairy pastures of Costa Rica. Annals of the Entomological Society of America 91(4) 435-444

Picado, O V 1970 Estudio sobre la baba de culebra, *Prosapia distant* (Homoptera Cercopidae) y un ensayo sobre su combate en el pasto kikuyu (*P. clandestinum* Hochst.) Universidad de Costa Rica Facultad de Agronomía grado de Ingeniero Agronomo 75 pp

Washbon, F C 1968 The biology and control of two species of spittlebugs genus *Prosapia* (Homoptera Cercopidae) in south Florida and Costa Rica University of Florida Masters 100 pp

Wcaver, C R y D R King 1954 Meadow spittlebug Ohio Agricultural Research Bulletin April (Research Bulletin 741) 0-99

Williams, C B 1921 Report on the froghopper-blight of sugarcane in Trinidad Memoirs of the Department of Agriculture Trinidad and Tobago 1-170

BIOACOUSTICOS

Claridge, M F 1985 Acoustic signals in the Homoptera Behavior, taxonomy, and evolution Annual Review of Entomology 30 297-317

Ichikawa, T y S Ishii 1974 Mating signal of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal (Homoptera Delphacidae) vibration of the substrate Applied Entomology And Zoology 9 196-198

Lopez, F, D C Peck y J Montoya 2001 Importancia de la comunicacion vibracional en el comportamiento reproductivo del salivazo de los pastos (Homoptera Cercopidae) Revista de la Sociedad Colombiana de Entomologia 26(1-2), en prensa

Moore, T E 1961 Audiospectrographic analysis of sounds of Hemiptera and Homoptera Annals of the Entomological Society of America 54 273-291

BIOLOGIA REPRODUCTIVA

de Carvalho, S Martinez 1985 Preferencia de postura de *Deois schach* em relação a diferentes especies hospedeiras e tipos de solo Pesquisa Agropecuaria Brasileira 20(6) 631-633

Flukes, D W 1964 The fecundity and fertility of the Trinidad sugar cane froghopper *Aeneolamia varia saccharina* (Homoptera, Cercopidae) Tropical Agriculture 41(2) 165-168

Hewitt, G B 1985 Ovipositional preferences of the spittlebugs *Zulia cineriana* (Berg, 1879) and *Deois flavopicta* (Stal 1854) (Homoptera Cercopidae) Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 14(2) 197-204

Magalhães, B P, J R P Parra y A de B Silva 1987 Técnica de criação e biologia de *Deois incompleta* em *Brachiaria* Pesquisa Agropecuaria Brasileira 22(2) 137-144

CLASTOPTERIDAE

- Kuenzi, F M y H C. Coppel** 1985 The biology of *Clastoptera arborea* Ball (Homoptera Cercopidae) in Wisconsin. Arts and Letters from the Wisconsin Academy of Sciences 73:144-153
- Mead, F W y F D. Bennett** 1987 Casuarina spittlebug *Clastoptera undulata* Uhler (Homoptera Cercopidae). Entomology Circular. Division of Plant Industry Florida Department of Agriculture and Consumer Services No. 294-2
- Tedders, W L** 1995 Identity of spittlebug on pecan and life history of *Clastoptera achatina* (Homoptera Cercopidae). Journal of Economic Entomology 88(6):1641-1649
- Whiteler, A G** 1984 *Clastoptera arborea* seasonal history and habits on ornamental juniper in Pennsylvania (Homoptera Cercopidae). Proceedings of the Entomological Society of America 86(4):835-839

HUEVOS

- Chavez, S A , S L. Lapointe y J I. Zuluaga** 1990 Efecto de la temperatura y la humedad relativa sobre el almacenamiento de huevos de *Zulia colombiana* Lallemand (Homoptera Cercopidae) bajo condiciones de laboratorio. Revista Colombiana de Entomología 16(1):31-38
- Evans, D F** 1972 Studies of egg diapause in *Aeneolamia varia saccharina* Dist. (Homoptera Cercopidae). London University. Caroni Research Station. Waterloo Estate. Carapichaima, Trinidad. Doctorate Thesis
- Fewkes, D W** 1965 Basic Studies. Structure and development of the egg of *Aeneolamia varia saccharina*. Annual Report of the Iate and Lyle Central Agricultural Research Station 429-442
- Fewkes, D W** 1963 The effect of exposure to dry conditions on the eggs of *Aeneolamia varia saccharina* (Homoptera Cercopidae). Annals of the Entomological Society of America 56:719-720
- Fewkes, D W** 1964 Some observations on egg diapause in the Trinidad sugar cane froghopper *Aeneolamia varia saccharina* (Homoptera Cercopidae). Entomologists Monthly Magazine 99:224-228
- Koller, W W y M R. Honer** 1993 Correlações entre fatores climáticos e a dinâmica de produção de ovos diapausicos de duas espécies de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera Cercopidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 22(3):597-612
- Morales, J** 1993 Egg diapause and pest management of *Aeneolamia varia* (Homoptera Cercopidae) in Venezuela. Environmental Entomology 22(5):1092-1095

- Peck, D C** 1996 Comparative egg development and diapause of two sympatric *Prosapia* froghoppers in neotropical pastures. In: The association of spittlebugs with grasslands ecology of *Prosapia* in upland dairy pastures of Costa Rica. Ph.D. dissertation, Cornell University, Ithaca, New York. Chapter 4
- Suñu, E R M A, Garcia, F M G, Fontes y V. Carvalho** 1995 Efeito da temperatura e umidade sobre o termino da diapausa de ovos e densidade populacional da Cigarinha das pastagens, *Deois flavopicta* (Stål) (Homoptera: Cercopidae). Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 24: 465-478
- Urlich, F W y A. Pickles** 1930 Studies in the incubation of the eggs of the sugar-cane froghopper, *Tomasia saccharina* Dist. - I. Eggs laid in blotting paper. Minutes and Proceedings of the Froghopper Committee 19: 64-70
- Urlich, F W y A. Pickles** 1931 Studies in the incubation of the eggs of the sugar cane froghopper, *Tomasia saccharina* Dist. - II. Eggs laid in soil. Minutes and Proceedings of the Froghopper Committee 20: 253-255
- Wiedijk, F** 1982 Variability in the occurrence of the sugar cane froghopper *Acnolamia flavilata* (Homoptera: Cercopidae) on sugar estates in Guyana and Surinam. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 7: 1-55

MACHAEROTIDAE

- Evans, J W** 1940 Tube building cercopids (Homoptera, Machaerotidae). Transactions of the Royal Society of South Africa 64(1): 70-75
- Lomer, C J, A B. Stride y R. Ballas** 1993 The biology of *Hindola* spp. (Homoptera: Machaerotidae) vectors of sumatra disease of clove and some related species in Indonesia. Bulletin of Entomological Research 83: 213-219
- Maa, T C** 1963 A review of the Machaerotidae. Pacific Insects Monograph 5: 1-166
- Marshall, A T y P M. Marshall** 1966 The life history of a tube dwelling cercopid *Machaerota coronata* Maa (Homoptera: Machaerotidae). Proceedings of the Royal Entomological Society of London 41: 17-20
- Newby, R** 1979 Growth and feeding in two species of Machaerotidae (Homoptera). Australian Journal of Zoology 27: 395-401

MOVIMIENTO

- Beck, F W y J L. Skinner** 1972 Seasonal light-trap collections of the two-lined spittlebug in southern Georgia. Journal of Economic Entomology 65(1): 110-114

- Matsumoto, K., G.M. Jolly y G.A.F. Scher** 1988. Seasonal patterns in the adult population of pine spittlebug *Aphrophora flavipes* (Homoptera: Cercopidae) with special attention to the dispersal during the reproductive period. *Applied Entomology and Zoology* 23(1): 22-34.
- Nilakhe, S.S.** 1985. Ecological observations on spittlebugs with emphasis on their occurrence in rice. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 20(4): 407-414.
- Nilakhe, S.S. y C.M. Buainain** 1988. Observations on movement of spittlebug adults. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 23(2): 123-134.
- Peck, D.C.** 1999. Seasonal fluctuations and phenology of *Prosapia* spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in upland dairy pastures of Costa Rica. *Environmental Entomology* 28(3): 372-386.
- Wiegert, R.G.** 1964. Population energetics of meadow spittlebugs (*Philaenus spumarius* L.) as affected by migration and habitat. *Ecological Monographs* 34: 217-241.
- NINFAS**
- Arango, S., G. y M. Calderon, C.** 1981. Biología y hábitos de *Zulia colombiana* (Lallemand) plaga del pasto *Brachiaria* spp. *Revista Colombiana de Entomología* 7(1/2): 3-11.
- Chmielewski, S.M. y M.C. Wilson** 1979. Estimation of the lower and upper developmental threshold temperatures and duration of the nymphal stages of the meadow spittlebug, *Philaenus spumarius*. *Environmental Entomology* 8: 682-685.
- Guilbeau, B.H.** 1908. The origin and formation of the froth in spittle-masses. *The American Naturalist* 42(504): 783-798.
- Howden, G.F. y A.T. Marshall** 1961. A method of dissolving the protective spittle masses of frog hopper nymphs. *Nature* 189: 509-510.
- Kato, K.** 1958. The origin and composition of the cuckoo spit. *Science Reports, Saitama University, Series B* 3: 33-53.
- Kershaw, J.C.** 1914. The alimentary canal of a cercopid. *Psyche* 21(2): 65-73.
- Marshall, A.T.** 1966. Spittle production and tube-building by cercopid larvae (Homoptera). IV. Mucopolysaccharide associated with spittle production. *Journal of Insect Physiology* 12: 635-644.
- Mello, M.I.S., E.R. Pimentel, A.T. Yamada y A. Storopoli-Neto** 1987. Composition and structure of the froth of the spittlebug, *Deois* sp. *Insect Biochemistry* 17(3): 493-502.
- Nilakhe, S.S.** 1982. Amostragem de ninfas de cigarrinhas em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. *Boletim de Pesquisa, EMBRAPA* No. 2: 67 pp.

Tate and Lyle Central Agricultural Research Station 1970 Measurement of the rate of growth of froghopper nymphs, effect of two triazine herbicides on froghopper nymphs, biological control of froghoppers. Annual Report of the Tate and Lyle Central Agricultural Research Station 36-38

Thompson, V 1995 *Mahanarva* spittlebug nymphs in Costa Rican *Heliconia* flowers: the first aquatic Homoptera. Manuscript in prep

Whittaker, J B 1970 Cercopid spittle as a microhabitat. Oikos 21: 59-64

NUTRICION

Byers, R A y H D Wells 1966 Phytotoxemia of Coastal bermudagrass caused by the two lined spittlebug *Prosapia bicincta* (Homoptera: Cercopidae). Annals of the Entomological Society of America 59(6): 1067-1071

Crows, L J, M E McCully, M J Canny, C X Huang y L F C Ling 1993 Xylem feeding by spittlebug nymphs: some observations by optical and cryo scanning electron microscopy

Hagley, E A C 1965 Basic Studies: Site of feeding of the froghopper. Studies on froghopper nutrition and physiology. Preliminary studies on the aetiology of froghopper blight. Annual Report of the Tate and Lyle Central Agricultural Research Station 408-428

Horsfield, D 1977 Relationship between feeding of *Philaenus spumarius* (L.) and the amino acid concentration in the xylem sap. Ecological Entomology 2: 259-266

Marshall, A T y W W K Cheung 1975 Ionic abundance of Homoptera in relation to feeding site and plant sap composition. Entomologia Experimentalis et Applicata 18: 117-120

Malone, M, R Watson y J Pritchard 1999 The spittlebug *Philaenus spumarius* feeds from mature xylem at the full hydraulic tension of the transpiration stream. New Phytologist 143: 261-271

Raven, J A 1983 Phytophages of xylem and phloem: a comparison of animal and plant sap feeders. Advances in Ecological Research 13: 135-234

Wiegert, R G 1964 The ingestion of xylem sap by meadow spittlebugs *Philaenus spumarius* (L.). The American Midland Naturalist 71(2): 422-428

SANGRAJE REFLEXIVO

Peck, D C 2000 A first description of reflex bleeding in froghoppers (Homoptera: Cercopidae): variation in behavior and taxonomic distribution. Annals of the Entomological Society of America 93(5): 1186-1194

Seminario 3:

ECOLOGIA

Daniel Peck

III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000

Seminario 3 ECOLOGIA

I Introduccion

- A Ecología - el estudio de las interrelaciones entre organismos vivos y su ambiente, el estudio de la distribución y abundancia de organismos vivos
- B Varios temas: relaciones planta huésped, impacto, dinámica poblacional, enemigos

II Relaciones de Planta Huésped

A Oligofago hasta polifago

- 1 *Philaenus spumarius* (Aphrophoridae) hasta 500 especies huéspedes
- 2 El xilema no varía tanto como otros recursos de nutrición
- 3 Selección, uso y sitio de alimentación en las plantas huéspedes determinado por hábitat, fisiología y morfología de la planta

B Hábitat

- 1 ej. Cercopidos asociadas con pastos que se alimentan de un subgrupo de la comunidad de plantas, principalmente gramíneas
- 2 Distribución biogeográfica de especies
 - ej. Costa Rica (Thompson 1996)

C Fisiología de la planta

- 1 Concentración de aminoácidos - el sitio de alimentación
 - ej. Horsfield 1977: las ninfas prefieren y se desempeñan mejor allí donde mayor concentración de aminoácidos
- 2 Fijadores de nitrógeno - especies de planta huésped (ej. Thompson 1994)
 - a El nitrógeno es un recurso limitante en plantas
 - b Las familias de Cercopoidea muestran una predilección general por diferentes grupos de plantas basado en su modo de fijar nitrógeno
 - 1) Cercopidae - gramíneas con fijación asociativa de nitrógeno a través de varias bacterias
 - 2) Aphrophoridae - leguminosas con las bacterias *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*
 - 3) Clastopteridae - plantas actinorrizas con la bacteria *Frankia*
- 3 Bioquímica
 - a Ausencia de elementos vitales, miméticos de hormonas juveniles
 - b Posible mecanismo de resistencia varietal?

D Morfología de planta

- 1 Dureza del tejido (Hoffman y McEvoy 1986)
- 2 Presencia de tricomas (Hoffman y McEvoy 1985)

- 3 No disponibilidad/profundidad de los elementos de xilema (Hoffman y McEvoy 1986)
- 4 Habito de crecimiento, arquitectura
 - a ej *Andropogon gayanus* - "resistencia morfologica" por falta de sitios disponibles para los primeros instares (Ferrufino y Lapointe 1989)
 - b ej estructuras para retener la masa de espuma (McEvoy 1986)

E Hospederos limitados a los adultos (Peck 1998)

- 1 *Prosapia*
- 2 *Iphidiana quatuor*

F Reparticion del nicho y segregacion de los recursos

- 1 ej Halkka et al 1977 cuatro dimensiones de reparticion de hospederos
 - a taxonomico - eleccion de hospedero
 - b vertical - posicion sobre el tallo
 - c macrohabitat - zona de vegetacion
 - d epoca de la estacion
- 2 ej McEvoy 1986
- 3 ej Caqueta donde *Mahanarva* sp, *Z. pubescens* y *A. varia* comparten los mismos potenciales (Puentes y Ramirez 1999)

III Impacto

A Cultivos diferentes a las gramineas

- 1 Aphrophoridae coniferos, alfalfa, ornamentales, fresas
- 2 Clastopteridae arbustos, ornamentales, cacao, citricos, nueces
- 3 Cercopidae coniferos (Europa), ornamentales (*Ilex*)

B Transmision de enfermedades

- 1 Vectores de algunas enfermedades limitadas al xilema
- 2 Enfermedad de Pierce virus transmitido por *P. spumarius* en plantas de uva (Severin 1947)
- 3 "Stunt Disease" micoplasma transmitido por *P. spumarius* en plantas de *Rubus* (mora) en Hungria (Jenser et al 1981)
- 4 Enfermedad de Sumatra virus transmitido por *Hindola striata* (Machaeotidae) a clavo de olor en Indonesia (Balfas et al 1991, Lomer et al 1993)

C Gramineas (Cercopidae)

- 1 Arroz, cespel, sorgo, maiz
- 2 Caña de azucar
 - a Historia
 - Islas Caribes
 - Centro y Suramerica
 - Australia

- b 14 generos, 66 especies de cercopidos plagas (Fewkes 1969)
- c Estado actual de la plaga
- 3 Forrajes
 - a Historia y estado de la plaga
 - ej Monteverde, Costa Rica
 - b Distribucion en pastos

D Impacto

- 1 Naturaleza del daño
 - a Fitotoxemia causado solo por adultos
 - b Daño de ninfas
- 2 Impacto economico
- 3 Produccion
 - ej Valerio y Nakano 1988
- 4 Calidad
 - ej Valerio y Nakano 1988
- 5 Palatabilidad
- 6 Establecimiento y persistencia
 - ej Valerio y Nakano 1987
- 7 Degradacion ambiental
- 8 Dificil de generalizar el daño debido a la diversidad de especies forrajeras y de cercopidos Para la mayoría de situaciones, no hay datos cuantitativos de impacto al hospedero

IV Dinamica Poblacional

A Resumen de voltinismo

- 1 Numero de generaciones al año (ver Tabla)
- 2 Univoltino hasta multivoltino

B Evidencia de movimiento

- 1 Trampas pegajosas
- 2 Marcar/liberar/recapturar, tuncles de aire (Nilakhe 1988)
- 3 Indirecta por estudios poblacionales (Peck 1999)

C Falta de estudios detallados que ofrecen suficiente resolucio

- 1 Adultos y ninfas
- 2 Instar de las ninfas
- 3 Presencia de adultos tenebrales
- 4 Frecuencia de muestreos

D Estacionalidad y sincronizacion

- 1 Relacion con los determinantes de desarrollo y diapausa de los huevos
- 2 Condiciones climatologicas

V Enemigos Naturales

A Mosca depredadora, *Salpingogaster nigra* (Diptera Syrphidae)

- 1 Bioecología
- 2 Limitantes de abundancia
 - a Hay que considerar todos los estados de vida
 - b Sitios de oviposición
 - c Epocas donde no hay salivazo
 - d Sitios de las pupas en tallos de pasto
 - e Recursos alimenticios para los adultos

B Hongos entomopatógenos

- 1 Bioecología
- 2 Diversidad
- 3 Potencial y limitante como agentes de biocontrol
 - a Caña de azúcar vs pastos
 - b Técnicas de aplicación

C Parasitos de huevos (Hymenoptera)

- 1 Mymaridae *Anagrus* spp. y *Acmopolynema* sp
- 2 Eulophidae y Trichogrammatidae

D Nematodos

- 1 *Hexameris dactylocercus* (Mermithidae)
- 2 A veces muy abundante en caña en Venezuela (Poinar y Linares 1983)

E Otros enemigos naturales

- 1 Pipunculidae (Diptera) mosca parasitoide
- 2 Asilidae (Diptera) mosca depredadora
- 3 Aves

F Inquilinos de la masa de espuma

- 1 Larvas de la mosca *Cladochaeta* (Diptera Drosophilidae)
- 2 Mayoría asociado con Cladoptera, pero algunas con Cercopidae
- 2 119 spp, 105 de ellas nueve veces descritas (Gimaldi y Nguyen 1999)
- 3 Parasitarios del hemolinfa de ninfas?

V Conclusiones/Resumen

No Generaciones al Año

Especie	No	Cultivo	Sitio	Fuente
<i>A albofasciata</i>	2 - 3	pasto	México	Oomen 1975
<i>A flavilatera</i>	4 - 6	caña	Surinam	Wiedijk 1982
<i>A occidentalis</i>	1 - 2	pasto	México	Martin et al 1995
<i>A reducta</i>	6	pasto	Colombia	Peck (sin publicar)
<i>A varia</i>	4	caña	Venezuela	Morales 1993
<i>A varia</i>	5	pasto	Colombia	Rojas y Rubio 2000
<i>P bicipuncta</i>	2	pasto	EEUU	Byers 1965
<i>P plagiata</i>	3	pasto	Costa Rica	Picado 1970
<i>P simulans</i>	2	pasto	México	Oomen 1975
<i>P sp. nov.</i>	1	pasto	Costa Rica	Peck 1996
<i>Z carbonaria</i>	3	pasto	Colombia	Castro (sin publicar)
<i>Clastoptera achatina</i>	3	arbol	EEUU	Tedders 1995
<i>Clastoptera arborea</i>	1	arbol	EEUU	Kuenzi 1985
<i>Aphiochora flavipes</i>	1	arbol	Japón	Matsumoto 1988
<i>Philaenus spumarius</i>	1	hierbas	Inglaterra	Whittaker 1972

Bibliografía ECOLOGIA

CLADOCHAETA

- Grimaldi, D y T. Nguyen** 1999 Monograph on the spittlebug flies genus *Cladochaeta* (Diptera: Drosophilidae: Cladochaetini). Bulletin of the American Museum of Natural History No. 241. 326 pp.
- Thompson, V y N. Mohd-Saleh** 1995 Spittle maggots: studies on *Cladochaeta* fly larvae living in association with *Clastoptera* nymphs. American Midland Naturalist 134: 215-225.
- Tsacas, L y G. Couturier** 1993 Une nouvelle espèce de *Cladochaeta* de l'Equateur incluant des nymphes de *Cephus erythrophalus* (Diptera: Drosophilidae: Homoptera: Aphrophoridae). Revue Française d'Entomologie 15(2): 85-90.

DINAMICA POBLACIONAL

- Beck, E. W.** 1963 Observations on the biology and cultural insecticidal control of *Prosapia bicincta*, a spittlebug on Coastal Bermudagrass. Journal of Economic Entomology 56(6): 749-752.
- Beck, E. W. y J. L. Skinner** 1972 Seasonal light trap collections of the two-lined spittlebug in southern Georgia. Journal of Economic Entomology 65(1): 110-114.
- Botelho, P. S. M., A. de C. Mendes, N. Macedo y S. Silveira Neto** 1977 Curva populacional de *Mahanarva fimbriolata* em *Azadirachta indica* sp. e sua dependencia com o balanço hídrico da região. Brasil Açucareiro 3: 11-17.
- Byers, R. A.** 1965 Biology and control of a spittlebug *Prosapia bicincta* (Say) on Coastal bermudagrass. Technical Bulletin of the Georgia Agricultural Experiment Stations 42: 26 pp.
- Cottas, M. P. y Z. A. Ramiro** 1981 Flutuação populacional de cigarrinhas das pastagens em duas variedades de *Brachiaria* na região do Pontal do Paranapanema - estado de São Paulo. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 10(1): 51-60.
- Enkerlin, D. y F. J. Rosell** 1979 Fluctuación de la población de dos especies de mosca pinta *Ancoloma albobasata* (Lallemand) y *Prosapia simulans* (Walker) bajo las condiciones ambientales de 1976 en Apodaca, N.L. División de Ciencias Agropecuarias y Maritimas, Instituto Tecnológico de Monterrey. 16: 85-88.
- Fagan, B. E. y L. C. Kuitert** 1969 Biology of the two-lined spittlebug *Prosapia bicincta*, on Florida pastures (Homoptera: Cercopidae). The Florida Entomologist 52(3): 199-206.
- Fazolin, M. y J. Kouri** 1985 Levantamento e flutuação populacional de cigarrinhas-das pastagens e seus inimigos naturais no Acre. Pesquisa em Andamento 39: 1-4.

- Fontes, E G , C S Pires y E R Sujm** 1995 Mixed risk spreading strategies and the population dynamics of a Brazilian pasture pest *Deois flavopicta* (Homoptera: Cercopidae) Journal of Economic Entomology 88(5) 1256-1262
- Lyra Netto, A M C , A D de Araújo, J F Warumby y I M R Marques** 1989 Population fluctuation of the spittlebug *Deois schuch* (Fabricius 1787) (Homoptera: Cercopidae) in pangola grass (*Digitaria decumbens*) in the State of Pernambuco. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 18(21) 33-37
- Martin, R M , J R Cox, D G Alston y F Ibarra F** 1995 Spittlebug (Homoptera: Cercopidae) life cycle on buffelgrass in Northwestern Mexico. Annals of the Entomological Society of America 88(4) 471-478
- Melo, L A A, P R Reis y W Botelho** 1984 Cigarrinhas das pastagens (Homoptera-Cercopidae) e sua distribuição no estado de Minas Gerais. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 13(2) 249-260
- Melo, L A S , S S Silveira Neto, N A Villa Novas y P R Reis** 1984 Influencia de elementos climaticos sobre a populacao de cigarrinhas-das pastagens. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 19(1) 9-19
- Oomen, P A** 1975 A population study of the spittle bugs *Aeneolamia occidentalis* (Walk.) and *Prosapia simulans* (Walk.) (Homoptera: Cercopidae) in Mexican pangola pastures. Zeitschrift Fur Angewandte Entomologie 79 225-238
- Peck, D C** 1999 Seasonal fluctuations and phenology of *Prosapia* spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in upland dairy pastures of Costa Rica. Environmental Entomology 28(3) 372-386
- Pickles, A** 193_ Entomological contributions to the study of the sugar-cane froghopper. I. The study of biotic factors of control. Tropical Agriculture 10(8) 222-233
- Ramiro, Z A , A Batista Filho y R de A Miranda** 1984 Observações sobre a flutuação de cigarrinhas das pastagens (Homoptera: Cercopidae) no período compreendido entre seis e dezenove horas. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 13(2) 371-377
- Rojas, L y J Rubio** 2000 Valoración poblacional del complejo mion de los pastos a nivel de finca durante un año en el Departamento del Meta [Tesis pregrado. Universidad de los Llanos, Villavicencio - Colombia]
- Silveira-Neto, S J R P Parra, R A Zucchi, S B Alves y J R Postal-Parra,** 1986 Ecological mapping of spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in Brazil. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 15(Supplement) 149-159
- Tedders, W L** 1995 Identity of spittlebug on pecan and life history of *Clastoptera achatna* (Homoptera: Cercopidae). Journal of Economic Entomology 88(6) 1641-1649

- Weaver, C R y D R King** 1954 Meadow spittlebug Ohio Agricultural Research Bulletin April (Research Bulletin 741) 0-99
- Wheeler, A G** 1984 *Clasoptera arborea* seasonal history and habits on ornamental juniper in Pennsylvania (Homoptera: Cercopidae) Proceedings of the Entomological Society of America 86(4) 835-839
- Whittaker, J B** 1972 Density regulation in a population of *Philaenus spumarius* (L.) (Homoptera: Cercopidae) Journal of Animal Ecology 42 163-172
- Wiedijk, F** 1982 Variability in the occurrence of the sugar cane froghopper, *Aeneolamia flavilata* (Homoptera: Cercopidae), on sugar estates in Guyana and Surinam Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 7 1-55
- Wiegert, R G** 1964 Population energetics of meadow spittlebugs (*Philaenus spumarius* L.) as affected by migration and habitat Ecological Monographs 34(3) 217-241

IMPACTO

- Agostini, J J, J A Morales y D Enkerlin S** 1981 Rendimiento y calidad de dos híbridos de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) dañados por diferentes poblaciones del complejo mosca pinta *Aeneolamia albofasciata* (I. allemand) y *Prosapia simulans* (Walker), Apodaca N L, 1980 Agronomía 200 42-47
- Balfas, R, C J Lomer, T L Marningsih y E M Adhi** 1991 Acquisition of *Pseudomonas syzygi* by *Hindola striata* (Homoptera: Machaerotidae) Indonesian Journal of Crop Science 6 65-72
- Barrientos, A R, S Herrera, N Mora y C Mora** 1988 Evaluación de las pérdidas en el rendimiento y calidad de *Cynodon dactylon* cv Coast cross No. 1 provocadas por *Moncophora bicincta fraterna* (Uhler) Rev. cubana Cienc. agric. 22 303-307
- Byers, R A y H D Wells** 1966 Phytotoxemia of Coastal bermudagrass caused by the two-lined spittlebug, *Prosapia bicincta* (Homoptera: Cercopidae) Annals of the Entomological Society of America 59(6) 1067-1071
- Byers, R A y C M Tahaferro** 1967 Effects of age on the ability of the adult two-lined spittlebug, *Prosapia bicincta* to produce phytotoxemia of coastal bermudagrass Journal of Economic Entomology 60(6) 1760-1761
- Cutler, H G y M W Stimman** 1971 The presence of a growth promotor in isolated salivary glands of *Prosapia bicincta* (Homoptera: Cercopidae) Journal of the Georgia Entomological Society 6(2) 69-71
- Fagan, E B y O V Picado** 1971 The influence of adult *Prosapia distantis* feeding on the forage quality of kikuyugrass in Costa Rica Turrialba 21(2) 181-183

- Fewkes, D W & H G Cutler** 1961/1962 The physiology of froghopper blight Annual Report of the Tate and Lyle Central Agricultural Research Station 190-198
- Flores, J D & Velasco, H** 1974 Daños causados por adultos de mosca pinta *Aeneolamia postica* (Wlk), a diversas especies de zacates forrajeros Folia Entomologica Mexicana 28(71-75)
- Jenser, G , A M Hegab & M Deszery** 1981 *Philaenus spumarius* Linne as a vector of the causative pathogen of Rubus stunt disease Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae 16 233-237
- Haglev, E A C** 1965 Basic Studies Site of feeding of the froghopper Studies on froghopper nutrition and physiology, Preliminary studies on the aetiology of froghopper blight Annual Report of the Tate and Lyle Central Agricultural Research Station 408-428
- Hewitt, G B** 1989 Effects of spittlebug feeding on forage and root production of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (BRA 000019) Pesquisa Agropecuaria Brasileira 24(3) 307-314
- Lomer, C J , A B Stride & R Balfas** 1993 The biology of *Hindola* spp (Homoptera Machaerotidae) vectors of sumatra disease of clove and some related species in Indonesia Bulletin of Entomological Research 83 213-219
- Mathur, R B & R L Pienkowski** 1967 Influence of adult meadow spittlebug feeding on forage quality Journal of Economic Entomology 60(1) 207-209
- Meyer, G A** 1993 A comparison of the impacts of leaf- and sap-feeding insects on growth and allocation of goldenrod Ecology 74(4) 1101-1116
- Rosetto, C J , J F da Silva Martins, N C Schmidt & L E Azzini** 1978 Danos causados por cigarrinhas das pastagens (*Deois flavopicta* e *D. schach*) em arroz Bragantia 6 35-37
- Silva, A de Brito** 1982 Determinação de danos da cigarrinhas-das pastagens (*Deois* incompleta) a *Brachiaria humidicola* e *B. decumbens* Circular Técnica EMBRAPA, Belem, Para Brasil No. 27 19 pp
- Souza, A R R & S S Nilakhe** 1985 Damage evaluation and chemical control of spittlebugs in rice crops Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 14(2) 177-188
- Suber, E F & J C French** 1973 Twolined spittlebug damage to coastal bermudagrass Leaflet of the Georgia University Cooperative Extension Service 28
- Taliaferro, C M , R A Byers & G W Burton** 1967 Effects of spittlebug injury on root production and sod reserves of coastal Bermudagrass Agronomy Journal 59 530-532
- Valerio, J R & O Nakano** 1987 Dano causado por adultos da cigarrinha *Zulia entri criana* (Berg, 1879) (Homoptera Cercopidae) na produção de raízes de *Brachiaria decumbens* Stapf Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 16(1) 205-21

Valerio, J R 1987 Danos causados pelo adulto da cigarrinha-das pastagens *Zulia entriana* (Berg, 1879) (Homoptera - Cercopidae) em plantas de *Brachiaria decumbens* Stapf mantidas em diferentes niveis de umidade. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 16(2) 341-350

Valerio, J R y O Nakano 1988 Danos causados pelo adulto da cigarrinha *Zulia entriana* na producao e qualidade de *Brachiaria decumbens*. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 23(5) 447-453

Valerio, J R , J M da Silva, and J B F Curvo 1982 Efeito do adulto da cigarrinha *Zulia entriana* (Berg, 1879) na producao e qualidade da *Brachiaria decumbens* cv. Australiana. Pesquisa em Andamento, EMBRAPA 17 1-3

Valerio, J R y O Nakano 1989 Influencia do adulto de *Zulia entriana* (Berg, 1878) (Homoptera - Cercopidae) na digestibilidade 'in vitro' de *Brachiaria decumbens*. Anais de Sociedade entomologica do Brasil 18(185-188)

Valerio, J R , F M Wiendl y O Nakano 1988 Injecao de secrecoes salivares pelo adulto da cigarrinha *Zulia entriana* (Berg, 1879) (Homoptera - Cercopidae) em *Brachiaria decumbens* Stapf. Revista Brasileira de Entomologia 32(3/4) 487-491

RELACIONES PLANTA-HUESPED

Ferrufino, A y S L Lapointe 1989 Host plant resistance in *Brachiaria* grasses to the spittlebug *Zulia colombiana*. Entomologia experimentalis et applicata 51 155-162

Hoffman, G D y P B McEvoy 1985 The mechanism of trichome resistance in *Anaphalis margaritacea* to the meadow spittlebug *Philaenus spumarius*. Entomol. exp. appl. 39 123-129

Hoffman, G D y P B McEvoy 1986 Mechanical limitations on feeding by meadow spittlebugs *Philaenus spumarius* (Homoptera - Cercopidae) on wild and cultivated host plants. Ecological Entomology 11 415-426

Marshall, A T y W W K Chung 1975 Ionic abundance of Homoptera in relation to feeding site and plant sap composition. Entomologia experimentalis et applicata 18 117-120

McEvoy, P 1986 Niche partitioning in spittlebugs (Homoptera - Cercopidae) sharing shelters on host plants. Ecology 67(2) 465-478

Mycrs, J G 1935 The ecological distribution of some South American froghoppers of the genus (sic) *Iomaspis* (Hem. - Cercopidae). Tropical Agriculture 12(5) 114-118

Peck, D C 1998 Use of alternative food plants exclusively by adult male froghoppers (Homoptera - Cercopidae). Biotropica 30(4) 639-644

Thompson, V 1994 Spittlebug indicators of nitrogen fixing plants. Ecological Entomology 19 391-398

Thompson, V 1999 Spittlebugs associated with actinorhizal host plants Canadian
Journal of Botany 77 1387-1390

Gramíneas y Leguminosas Tropicales...Proyecto IP-5

Año 3, Número 1, Marzo del 2000

C. Cardona y G. Sotelo

Desarrollo y Validación de Metodologías para la Infestación Controlada de Salivazo en Híbridos de *Brachiaria*

La evaluación de resistencia a salivazo bajo condiciones de campo es extremadamente difícil debido a la ocurrencia focal e impredecible del insecto. Por otra parte, las técnicas de invernadero anteriormente desarrolladas en el CIAT aunque confiables, eran lentas y difíciles de manejar; en el mejor de los casos, en un año podrían ser evaluados 250 genotipos por resistencia, lo que estaba obviamente lejos de las necesidades de las actividades de mejoramiento actual.

Metodología de invernadero. Durante 1997 se desarrolló una metodología de invernadero más eficiente que la que existía para selección masiva de híbridos de *Brachiaria* por resistencia a salivazo, la cual fue implementada en 1998 para selección en gran escala de genotipos de *Brachiaria*.

Para validar esta metodología se infestó en invernadero una serie de híbridos y controles susceptibles y resistentes de *Brachiaria*, utilizando la unidad experimental desarrollada en 1997. Cada unidad fue infestada con 10 huevos maduros de *Aeneolamia varia* seleccionados con anterioridad en el laboratorio. Los huevos fueron controlados por 24 h después de la infestación y se reemplazaron los que no eclosionaron. La infestación procedió sin interferencias hasta que todas las ninfas se desarrollaron completamente y ocurrió la primera aparición de adultos. En esta época se evaluaron los síntomas de daño en las plantas y se clasificaron los genotipos por resistencia al ataque del insecto. Los resultados de la selección indicaron que 61 de los híbridos presentaron niveles de daño inferiores a 3. No obstante, cuando éstos se clasificaron por antibiosis –porcentaje de supervivencia ninfal– la mayoría fue clasificado como susceptible con tasas de supervivencia superior a la del progenitor resistente *B. decumbens* CIAT 6294.

Los altos niveles de resistencia en los nuevos híbridos BR97NO/0235 y BR97NO/0047 se reconfirmaron cuando los 61 híbridos seleccionados en la prueba preliminar se incluyeron en una prueba de rutina en invernadero (Cuadro 1). Estos resultados confirmaron la confiabilidad y capacidad de la metodología de evaluación. Los niveles altos de resistencia en algunos de los híbridos desarrollados son indicación de los excelentes avances logrados por el Programa de Mejoramiento de *Brachiaria* del CIAT en la incorporación de resistencia a salivazo.

En 1999 se incluyeron en el tamizado por resistencia a salivazo en casa de malla 92 híbridos que se están utilizando para identificar marcadores moleculares para apomixis y resistencia a salivazo. Estos híbridos fueron evaluados en comparación con cuatro testigos de reconocida reacción: el híbrido resistente CIAT 36062 (BR93-NO/1371) y las accesiones CIAT 6294 (resistente), CIAT 606 y 654 (susceptibles). Se usaron 10 repeticiones por genotipo y cada planta se infestó con 10 huevos maduros de *A. varia* previamente seleccionados en el laboratorio. Los híbridos seleccionados por baja calificación de daño (≤ 3 en una escala de 1- 5) se inspeccionaron para supervivencia de ninfas y fueron clasificados como resistentes (< 30% supervivencia), intermedios (31%-50%) y susceptibles (> 50%). En el Cuadro 2 se muestran híbridos resistentes e intermedios al ataque de mién. Fue interesante observar la presencia de híbridos con mayor nivel de antibiosis que los controles resistentes, lo cual es otro indicativo del progreso logrado en el programa de mejoramiento de *Brachiaria*.

Metodología de campo. La evaluación de resistencia a salivazo bajo niveles naturales de infestación en el campo ha sido imposible debido a la ocurrencia focal e impredecible del insecto. Por lo tanto, en el CIAT se

Circular...

Gramíneas y Leguminosas Tropicales...Proyecto IP-5 es un medio de información del Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales: Optimización de la diversidad genética para usos múltiples (Proyecto IP-5 del CIAT). Su objetivo es mantener la comunicación con las personas e instituciones colaboradoras en la identificación y el desarrollo de germoplasma de gramíneas y leguminosas con potencial en sistemas de producción en regiones húmedas y subhúmedas del trópico de América Latina.

Director: Carlos E. Lascano

Coordinador del Proyecto IP-5

Tel.: (57-2)445-0000, ext. 3636

Fax: (57-2)4450073

E-mail: c.lascano@cgiar.org

Edición: Alberto Ramírez P.

CIAT

Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia

probaron diferentes alternativas para desarrollar una técnica confiable de infestación artificial en estas condiciones. Entre éstas, la infestación inicial de plantas en invernadero y la transferencia posterior de las plantas infestadas al campo, la que se consideró promisorio. En 1998, un trabajo intensivo en el Caquetá (Colombia) permitió mejorar aún más esta técnica.

Para la infestación con salivazo en el campo, se deben considerar: (1) la fuente de infestación, (2) la planta hospedante, y (3) la creación de un microambiente en la base (alta proliferación de la raíces, sombra adecuada y alta humedad) apropiado para el desarrollo de ninfas. La fuente de infestación no ha sido un problema. Las técnicas de crianza masiva desarrolladas en el CIAT y en la estación de Corpoica-Macagual en el Caquetá permiten producir tantos insectos como sea necesario para la selección de genotipos de *Brachiaria*. Mediante la técnica de ensayo y error se obtuvieron excelentes resultados con la técnica de 'maceta invertida'.

La metodología para evaluar genotipos de *Brachiaria* spp. por resistencia a salivazo en condiciones de campo involucra varios pasos y utiliza una unidad básica (ver Figura 1), como se describe a continuación:

- A. En el campo se toma una macolla de 20 tallos de la planta madre y se transfieren al invernadero para acondicionarlas y promover la proliferación de raíces;
- B. El área de la raíz de la planta se protege mediante su cobertura con una maceta invertida;
- C. Las raíces se infestan con huevos del insecto próximos a eclosionar;
- D. Se establece la alimentación completa de las ninfas con raíces; y
- E. Las plantas infestadas, todavía protegidas con el pote invertido, se transfieren al campo.

Cuadro 1. Niveles de resistencia a *Aeneolamia varia* en los cinco mejores híbridos de *Brachiaria* seleccionados en 1998. Promedio de 10 repeticiones por genotipo.

Genotipo o híbrido	Daño ^a	Supervivencia de ninfas (%) ^b	Clasificación ^c
BR97NO/0047	1.9 de	*13.3c	R
BR97NO/0235	2.1cd	10.0 c	R
BR97NO/0155	2.4 bcd	34.0 b	I
BR97NO/0402	2.7 bc	40.0 b	I
BR97NO/0457	2.9 b	40.0 b	I
CIAT 36062 (BR93NO/1371) ^d	1.4 e	0.0 d	R
CIAT 6294 ^d	1.4 e	40.0 b	R
CIAT 0606 ^e	4.7 a	60.0 a	S
CIAT 0654 ^d	4.8 a	65.7 a	S

a. Daño: 1 = sin daño; 5 = planta muerta.

b. Analizado como arcoseno raíz de proporción. Datos sin transformar.

c. R = resistente; I = intermedio; S = susceptible.

d. Controles resistentes. *B. brizantha* CIAT 6294 (cv. Marandú) es el progenitor resistente

e. Controles susceptibles.

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Cuadro 2. Niveles de resistencia a *Aeneolamia varia* en genotipos e híbridos de *Brachiaria* seleccionados. Promedio de 10 repeticiones.

Genotipo o híbrido	Calificación de daño ^a	Supervivencia de ninfas (%)	Clasificación ^d
BP 1028/0027	2.3 b*	39.0 c	I
BP 1016/0008	2.3 b	40.0 c	I
BP 1027/0128	2.4 b	25.0 cd	I
BP 1017/0005	2.4 b	5.6 d	R
BP 1027/0118	2.6 b	35.0 c	I
BP 1016/0018	2.7 b	5.0 d	R
BP 1028/0022	2.8 b	60.0 b	S
BP 1016/0037	2.9 b	35.0 c	I
BP 1016/0009	2.9 b	40.0 c	I
BP 1028/0017	2.9 b	78.0 ab	S
BP 1027/0116	3.0 b	75.0 ab	S
BP 10270136	3.0 b	64.0 ab	S
CIAT 36062 (BR93-NO/1371) ^b	1.7 c	12.0 d	R
CIAT 6294 ^b	1.3 c	23.0 cd	R
CIAT 606 ^c	4.4 a	84.0 a	S
CIAT 654 ^c	4.7 a	77.0 ab	S
C. V. (%)	15.0	32.1	

a. Daño: 1 = sin daño; 5 = planta muerta.

b. Testigos resistentes.

c. Testigos susceptibles.

d. R = resistente; I = intermedio; S = susceptible.

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

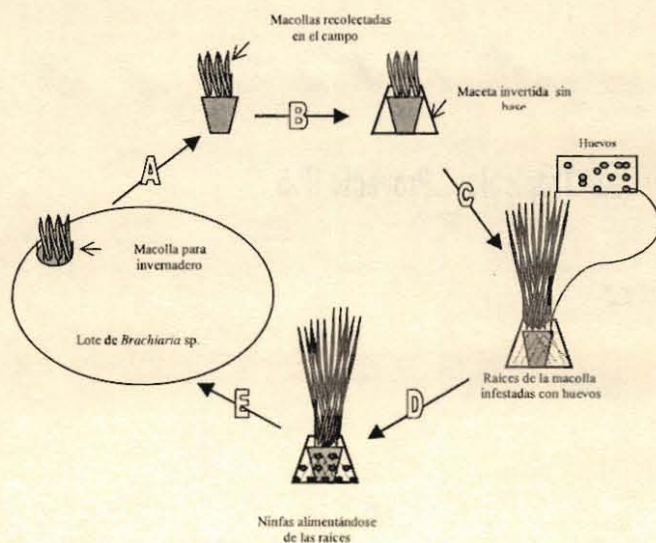


Figura 1. Metodología para evaluar genotipos de *Brachiaria* spp. por resistencia a salivazo en condiciones de campo.

A = Toma de macolla en el campo e implantación en invernadero; B = Protección de la parte radicular con una maceta invertida; C = Infestación de las raíces con huevos a punto de eclosionar; D = Establecimiento de las ninfas; E = Transplante de la planta infestada al campo, sin remover la maceta invertida

Las macollas, una vez desinfectadas, se colocan sobre una mesa cubriéndolas con una maceta invertida abierta en ambos extremos (paso B) para proporcionar a la raíz de la planta un microambiente oscuro y húmedo que promueva la producción de raíces secundarias para alimentar las ninfas. Después de 10 a 12 días, se infestan diferentes secciones de la raíz con 10 huevos del insecto por cada tallo (paso C). Una vez la infestación está bien establecida y todas las ninfas se alimentan de las raíces (paso D), las unidades son transferidas al campo donde son transplantadas entre 10 y 15 días después de la infestación (paso E). Finalmente se permite que la infestación proceda sin interferencia hasta que todas las ninfas se encuentren desarrolladas y los adultos aparezcan entre 30 y 35 días más tarde. El daño en las

plantas se evalúa con la misma escala visual utilizada en las evaluaciones en invernadero.

Con esta nueva metodología de campo es posible medir con una alta precisión el impacto del insecto en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Así, en algunos trabajos se encontró que los genotipos resistentes CIAT 6294 y 36062 (BR93NO/1371) duplicaron el número de tallos por macolla y los susceptibles CIAT 0654 y CIAT 0606 no produjeron tallos nuevos. Todas las plantas en los genotipos susceptibles murieron como resultado de daño de insectos, mientras que todas las plantas resistentes sobrevivieron con poco daño foliar. Además se encontró correspondencia entre los puntajes de daño en campo y en invernadero.

Gracias a la metodología de infestación controlada de salivazo en invernadero y campo hoy se tienen híbridos de *Brachiaria* con alta resistencia al insecto. Uno de estos híbridos ya fue incluido en una prueba de pastoreo en el Caquetá.

Gramíneas y Leguminosas Tropicales...Proyecto IP-5



Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

Gramíneas y Leguminosas Tropicales...Proyecto IP-5

Año 3, Número 2, Mayo del 2000

Avances en Investigaciones sobre Resistencia de *Brachiaria* a Salivazo

C. Cardona G. Sotelo y J. Miles

En 1995, el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT, con el apoyo del Fondo Nacional del Ganado (Fedegan) inició en Colombia trabajos de investigación sobre la resistencia de algunas especies del género *Brachiaria* al ataque del salivazo de los pastos, la plaga más limitante para la producción de esta gramínea. Los trabajos incluyeron el desarrollo de nuevos cultivares con amplia adaptación edafoclimática en zonas ganaderas de Colombia y el desarrollo de marcadores moleculares asociados con el salivazo en *Brachiaria*.

Para la ejecución de los trabajos y la posterior difusión de los resultados se formó la Red de *Brachiaria* con participación de investigadores del CIAT la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) localizados en sitios representativos de los principales ecosistemas donde se desarrolla la explotación ganadera en Colombia.

La identificación y selección de *B. brizantha* CIAT 26110 fue uno de los principales logros en esta Red. Aunque este ecotipo no tiene el tipo resistencia por antibiosis y fue clasificado como susceptible a salivazo por la alta supervivencia de ninfas que presenta, se caracteriza por su buena producción de forraje, y adaptación en un amplio rango de ambientes que difieren por sus condiciones de clima y fertilidad del suelo; por tanto, fue seleccionado para evaluación con animales en pastoreo. Otras accesiones promisorias son *B. brizantha* CIAT 6387 y 26318, y el híbrido *Brachiaria* CIAT 36061 (FM9201/1873), que fueron seleccionados para ensayos de pastoreo en algunos sitios debido a su comportamiento agronómico sobresaliente en la época lluviosa, pero son susceptibles al ataque de salivazo.

El Programa de Mejoramiento de *Brachiaria* produjo en los últimos años más de 6000 progenies por polinización abierta, las cuales se propagaron y establecieron en el campo en dos sitios contrastantes de Colombia.

De los primeros cruces realizados se seleccionaron en invernadero híbridos de *Brachiaria* con resistencia a salivazo y uno de ellos se incluyó en un ensayo de pastoreo en el Caquetá, donde el daño por salivazo se presenta todo el año. En evaluaciones realizadas en 1999 se encontró que dos híbridos sexuales resistentes resultaron con una supervivencia ninfal considerablemente inferior a los controles más resistentes, lo cual es indicativo del gran progreso logrado en el Programa de Mejoramiento de *Brachiaria*.

En gran medida, los logros alcanzados en los últimos años en el trabajo de mejoramiento de *Brachiaria* se deben al desarrollo de una metodología para seleccionar en forma rápida híbridos por resistencia a salivazo, bajo condiciones controladas en casa de malla. No obstante, se considera necesario desarrollar una metodología de campo para validar los resultados obtenidos en casa de malla.

Los estudios sobre la resistencia de genotipos de *Brachiaria* a diferentes especies de salivazo presentes en Colombia indicaron diferencias en términos de daño y supervivencia de ninfas, dependiendo de las especies de salivazo. Así por ejemplo, se encontró menor supervivencia ninfal de *Mahanarva* sp. y *Aeneolomia varia* en genotipos resistentes que presentaban mínimo daño debido a los altos niveles de la antibiosis. Sin

Circular...

Gramíneas y Leguminosas Tropicales... Proyecto IP-5 es un medio de información del Proyecto Gramíneas y Leguminosas Tropicales: Optimización de la diversidad genética para usos múltiples (Proyecto IP-5 del CIAT). Su objetivo es mantener la comunicación con las personas e instituciones colaboradoras en la identificación y el desarrollo de germoplasma de gramíneas y leguminosas con potencial en sistemas de producción en regiones húmedas y subhúmedas del trópico de América Latina.

Director: Carlos E. Lascano

Coordinador del Proyecto IP-5

Tel.: (57-2)445-0000, ext. 3636

Fax: (57-2)4450073

E-mail: c.lascano@cgiar.org

Edición: Alberto Ramírez P.

CIAT

Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia

embargo, cuando los mismos genotipos resistentes fueron expuestos a *Zulia pubescens* y *Z. carbonaria* (antes *Z. colombiana*), el daño no fue grande, y aunque no se observaron indicaciones de antibiosis, sí presentan tolerancia, debido a que la supervivencia de ninfas de especies de *Zulia* fue similar que en los genotipos susceptibles.

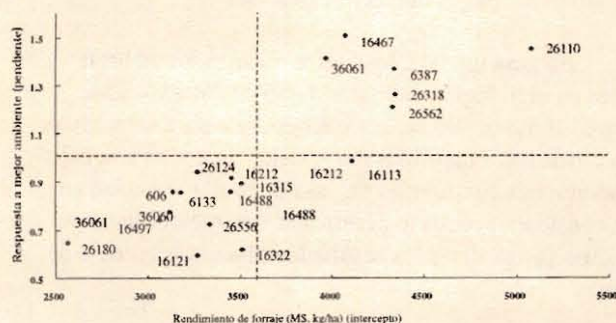


Figura 1. Clasificación de accesiones de *Brachiarium* evaluadas durante la época de lluvias en diferentes sitios de Colombia, basada en un Índice Ambiental (IA = pendiente de regresión lineal).

Como resultado del esfuerzo de 10 años de trabajo del Programa de Forrajes Tropicales y gracias a la cofinanciación de Fedegan en los últimos 3 años, se tiene en la actualidad un híbrido apomítico *Brachiarium* CIAT 36062 (BR93-NO/1371) que en forma consistente ha demostrado alto grado de resistencia a salivazo en las pruebas de tamizado en casa de malla. En las primeras observaciones agronómicas realizadas se ha podido observar que este híbrido tiene una producción

intermedia de biomasa y un hábito de crecimiento menos erecto que el *B. brizantha* cv. Marandu. Sin embargo, aún no se conocen su potencial de producción de semillas, comportamiento en pastoreo y potencial de producción animal.

Para definir el efecto del clima y el suelo sobre el rendimiento de las accesiones evaluadas en la Red se incluyeron un total de 20 accesiones de *Brachiarium* que fueron evaluadas en 11 sitios de Colombia. El promedio de rendimiento de MS de todas ellas durante la estación lluviosa (3.66 t/ha) fue 32% mayor que en la época seca (2.77 t/ha). Los resultados indicaron que las accesiones *B. brizantha* CIAT 6387, 16467 y 26110 presentaron los rendimientos más altos y respondieron al mejoramiento del ambiente en la época lluviosa (Figura 1) y de mínima precipitación (Figura 2). Se debe señalar que la accesión *B. brizantha* CIAT 26562 respondió al mejoramiento en el ambiente en época lluviosa, pero no en la época seca, mientras que *B. brizantha* CIAT 16488 presentó un comportamiento contrario al de aquella accesión.

El híbrido *Brachiarium* CIAT 36061 (FM9201/1873) presentó rendimientos altos en la época de lluvia, pero se redujeron en un 50% durante la época seca. Por otro lado, el híbrido *Brachiarium* CIAT 36060 (BR94-NO/1737) mostró bajos rendimientos en todas las localidades, tanto en las épocas de lluvia como en la seca. Fue interesante observar cómo el cultivar comercial *B. decumbens* cv. Basilisk (CIAT 606) tuvo una respuesta en términos del rendimiento de forraje debido a mejoramiento en el ambiente.

De los resultados obtenidos en los ensayos regionales se concluyó que *B. brizantha* CIAT 26110 está bien adaptado a una amplia gama de ambientes en Colombia que difieren en precipitación (cantidad y distribución) y en fertilidad del suelo. Por tanto, esta accesión fue seleccionada por todos los participantes en la Red de *Brachiarium* para inclusión en ensayos de pastoreo en fincas.

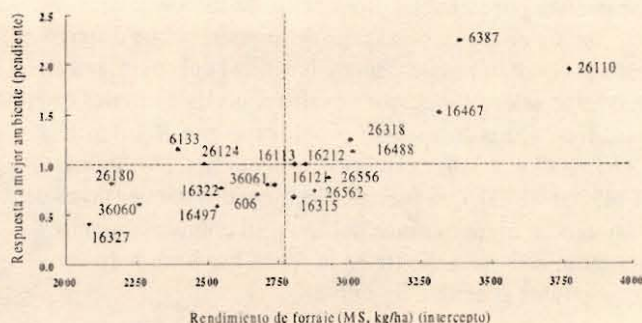


Figura 2. Clasificación de las accesiones de *Brachiarium* evaluadas durante la época de mínima precipitación en diferentes sitios de Colombia, basada en un Índice Ambiental (IA= pendiente de regresión lineal).

Cuadro 1. Niveles de resistencia a *Aeneolamia varia* en pruebas de invernadero de accesiones de *Brachiaria* spp. seleccionadas en la Red Colombiana de *Brachiaria*. Promedio de 10 repeticiones por accesión.

Accesión o híbrido (no CIAT)	Especie	Calificación de daño ^a	Supervivencia de ninfas (%)	Clasificación ^d
26110	<i>B. brizantha</i>	2.3	65	S
26159	<i>B. humidicola</i>	4.3	76	S
16322	<i>B. brizantha</i>	2.4	55	S
26124	<i>B. brizantha</i>	2.4	57	S
26318	<i>B. brizantha</i>	4.6	70	S
16467	<i>B. brizantha</i>	3.6	50	S
26427	<i>B. humidicola</i>	2.8	65	S
16121	<i>B. brizantha</i>	2.9	56	S
16113	<i>B. brizantha</i>	1.9	34	I
16316	<i>B. brizantha</i>	3.7	76	S
6387	<i>B. brizantha</i>	3.1	64	S
Controles				
CIAT 6294 ^b	<i>B. brizantha</i>	1.4	23	R
Híbrido CIAT 36062 (BR93NO/1371) ^b	—	1.2	0	R
BR4X-44-02 ^c	<i>B. ruziziensis</i>	4.8	77	S
CIAT 0606 ^c	<i>B. decumbens</i>	4.4	84	S

a. 1 = sin daño; 5 = daño muy severo, planta muerta.

b. Testigos resistentes.

c. Testigos susceptibles.

d. R = resistente; I = intermedio; S = susceptible.

Los resultados en el Cuadro 1 indican que sólo la accesión *B. brizantha* CIAT 16113 recibió calificación de intermedia. Por otra parte, la accesión *B. brizantha* CIAT 26110, seleccionada por alta producción de biomasa y tolerancia a la sequía, fue clasificada como susceptible al salivazo. En esta accesión, el daño causado por el insecto fue bajo, pero el nivel de supervivencia de ninfas fue muy alto, lo cual indica que no tiene antibiosis.

Formación de una población sexual por polinización abierta de híbridos de *Brachiaria*. En el Programa de Mejoramiento de *Brachiaria* se está aplicando un esquema de selección recurrente para mejorar en cada ciclo de cruzamientos el promedio de resistencia a salivazo. En los trabajos que fueron iniciados al comienzo de 1997 se identificaron 10 clones paternos resistentes al insecto. La semilla de polinización abierta de estos clones se germinó a comienzo de 1999 para dar inicio a la población para un nuevo ciclo de selección por resistencia a salivazo y tolerancia a suelos ácidos.

Como resultado de las acciones de cruzamiento se obtuvieron un total de 3215 plántulas de semilla proveniente de polinización abierta producida en bloques de cruzamiento aislado, establecidos a mediados de 1998 con 10 clones paternos seleccionados por alta resistencia a salivazo. Estas líneas se encuentran actualmente en evaluación en el campo y se espera seleccionar híbridos sexuales de

esta población que sirvan como padres para generar híbridos apomícticos con hábito de crecimiento decumbente, mayor resistencia a salivazo que la lograda hasta ahora, resistentes a *Rhizoctonia* (añublo foliar), tolerantes al aluminio y de alta digestibilidad.

Estudios de infestación artificial por salivazo en campo.

Utilizando la técnica de infestación controlada desarrollada en el CIAT se evaluaron 10 genotipos de *Brachiaria* de comportamiento conocido respecto a la respuesta de resistencia a salivazo en la estación Corpoica-Macagual en el Caquetá (Colombia). Los materiales se probaron bajo dos condiciones, en campos cubierto y sin cobertura de gramíneas. Como se muestra en el Cuadro 2, la presencia de cobertura no afectó las respuestas de resistencia. Las diferencias significativas entre los controles resistentes y susceptibles se detectaron con una alta precisión y los puntajes de resistencia se asemejan a los obtenidos en anteriores evaluaciones en invernadero.

En 1998 se realizaron pruebas similares en CIAT-Palmira, en las cuales la infestación no tuvo interferencia hasta la emergencia total de adultos. Los resultados fueron idénticos a los obtenidos en el Caquetá, encontrándose diferencias significativas entre los genotipos resistentes y susceptibles; además se comienza a utilizar una nueva variable de respuesta (tallos/macolla, iniciales y finales) que da una buena información del impacto producido por el insecto sobre la planta (Cuadro 3).

Cuadro 2. Respuesta de los genotipos de *Brachiaria* spp. al ataque de ninfas de salivazo (*Aeneolamia varia*) bajo condiciones de campo. Caquetá, Colombia. Promedio de cinco repeticiones.

Genotipo	Calificación en invernadero ^a	Daño en lote		Clasificación en campo
		con pasturas ^b	sin pastura	
CIAT 0606 ^c	S	3.4 a	3.2 a	S
CIAT 06387	S	3.4 a	2.8 ab	S
CIAT 36060 (BR94-NO/1737)	S	2.8 b	2.1 c	S
CIAT 06133	S	2.7 b	2.5 bc	S
CIAT 16327	S	2.6 bc	2.2 c	S
CIAT 36061 (FM9201/1873)	S	2.5 bc	2.3 c	S
CIAT 16871	S	2.5 bc	2.5 bc	S
CIAT 16867	S	2.1 c	2.1 c	S
CIAT 6294 ^d	R	1.0 d	1.0 d	R
CIAT 36062 (BR93-NO/1371) ^d	R	1.0 d	1.0 d	R

a. R = resistente; I = intermedio; S = susceptible.

b. I = sin daño; 5 = daño muy severo, planta muerta.

c. Control susceptible.

d. Control resistente.

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Cuadro 3. Respuesta de genotipos de *Brachiaria* spp. al ataque de ninfas de salivazo (*Aeneolamia varia*) bajo condiciones de campo en el CIAT-Palmira. Promedio de 10 repeticiones.

Genotipo	Clasificación en invernadero ^a	Tallos/macollas con infestación	Tallos/macollas 40 días después de infestación	Daño ^b	Clasificación en campo
CIAT 0654	S	25.1 ab	25.6 c	5.0 a	S
CIAT 0606	S	26.9 a	25.2 c	4.9 a	S
CIAT 6294	R	18.2 c	32.6 b	1.7 b	R
CIAT 36062 BR93NO/1371	R	20.3 bc	41.7 a	1.3 c	R

a. R = resistente; S = susceptible.

b. I = sin daño; 5 = daño muy severo, planta muerta.

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

También se condujeron tres ensayos de campo en Corpoica-Macagual, Caquetá. En ellos se hicieron conjuntos o grupos iguales de 40 genotipos de *Brachiaria* (11 híbridos y 29 accesiones) de reconocida reacción a *A. varia* en invernadero. Cada uno de estos grupos se evaluó por separado en el campo por resistencia a *A. varia* (dos ensayos) y a *Z. pubescens* (un ensayo) con 10 repeticiones de cada genotipo en cada ensayo. Los materiales fueron clasificados como resistentes, intermedios o susceptibles con base en calificaciones visuales de daño. El daño por *A. varia* varió entre 1 y 5, con promedio de 3.4, mientras que el daño por *Z. pubescens* varió entre 1.7 y 4.1, con promedio de 3.

En general, la clasificación de los materiales por resistencia o susceptibilidad en condiciones de campo coincidieron con las clasificaciones hechas con base en estudios de invernadero (Cuadro 4). El híbrido (CIAT 0383), susceptible en invernadero, mostró resistencia en el campo a ambos insectos. Uno de los híbridos (0402) mostró resistencia a *A. varia* pero no a *Z. pubescens*. La mayoría de las accesiones de *Brachiaria* incluidas en la prueba fueron susceptibles a ambas especies de salivazo.

Mecanismos de resistencia en *Brachiaria* a diferentes especies de salivazo. Para entender la naturaleza de la antibiosis como un mecanismo de resistencia a *A. varia*

Cuadro 4. Comparación de la respuesta de híbridos y accesiones de *Brachiaria* al ataque de dos especies de salivazo en condiciones de campo en el Caquetá (Colombia), 1999.

Genotipo	Reacción a <i>Aeneolamia varia</i> ^a			Reacción a <i>Zulia pubescens</i> ^a
	En invernadero	En condiciones de campo		
		Ensayo 1	Ensayo 2	
0047	R	I	R	I
0082	S	S	S	I
0155	I	I	I	R
0235	R	I	I	R
0383	S	S	R	R
0402	R	R	R	S
0405	S	S	S	S
0410	S	R	R	R
0457	R	R	R	R
1143	I	I	I	R
2965	I	I	R	I
16113	I	S	S	S
16212	S	S	S	S
16467	S	S	S	S
16871	S	S	S	S
26180	S	S	S	S
654 ^b	S	S	S	S
606 ^b	S	S	S	S
6294 ^c	R	R	I	R
36062 (BR 93NO1371) ^c	R	R	R	R

a. R = resistente; I = intermedio; S = susceptible.
b. Testigos susceptibles.
c. Testigos resistentes.

en *Brachiaria* spp. se realizaron varios estudios con los objetivos siguientes: (1) evaluar efectos de resistencia en la biología del insecto, (2) comparar la naturaleza del daño causada por ninfas de salivazo en genotipos resistentes y susceptibles, y (3) determinar el impacto de antibiosis en la dinámica de la población del insecto como resultado de la interacción entre insecto y planta en genotipos resistentes.

Para alcanzar estos objetivos se eligieron la accesión altamente susceptible CIAT 0654 y el híbrido altamente resistente CIAT 36062 (BR93NO/1371), dos genotipos contrastantes de *Brachiaria*. Estos materiales fueron infestados en el invernadero con huevos próximos a eclosionar. A las ninfas emergidas se les midieron diferentes parámetros biológicos y se describió el daño causado por los insectos en diferentes etapas de su ciclo de vida.

El primer efecto de antibiosis en la biología del salivazo es una prolongación significativa del tiempo

requerido por todos los instares ninfales para completar su desarrollo (Figura 3). En dos experimentos consecutivos,

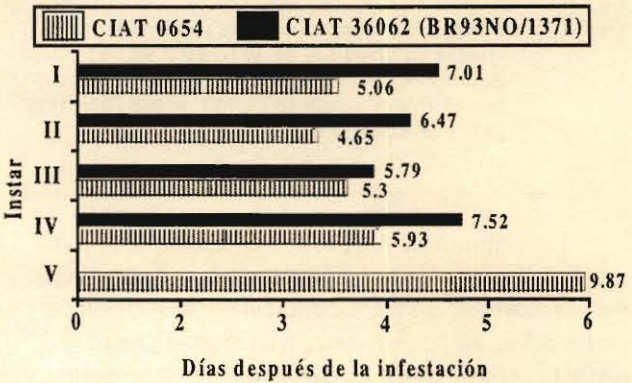


Figura 3. Efecto del híbrido resistente CIAT 36062 (BR93NO/1371) en la duración de instares ninfales de *Aeneolamia varia*. La accesión CIAT 0654 es altamente susceptible.

el impacto del mecanismo de antibiosis presente en el híbrido resistente de *Brachiaria* fue tan alto que la duración del quinto instar no pudo calcularse con precisión porque muy pocos insectos llegaron a esta etapa de desarrollo. El segundo efecto significativo sobre la biología del salivazo es un nivel muy alto de mortalidad ninfal (Figura 4). El porcentaje, en promedio, de supervivencia al estado adulto en el genotipo susceptible fue de 87%, mientras que el promedio de supervivencia en el híbrido resistente fue de 26.5%.

Los análisis de la regresión entre porcentaje de supervivencia y días después de la infestación, para ambos experimentos, no mostraron evidencias de diferencias en intercepto ni de no-homogeneidad de las dos estimaciones del coeficiente de regresión para la accesión susceptible CIAT 0654 o el híbrido resistente CIAT 36062 (BR93NO/1371). Por tanto, se unieron datos de los dos experimentos y se calculó una regresión para para cada genotipo. La curva de la regresión para el genotipo susceptible ($y = 100.6 - 0.33X$) fue significativamente diferente ($P < 0.05$) de la calculada para el genotipo resistente ($y = 14.4 - 2.1X$).

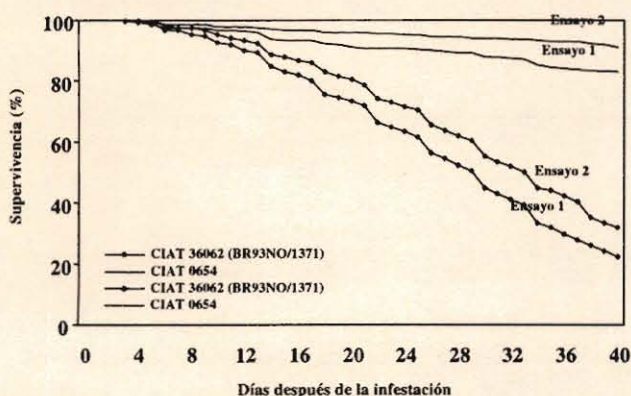


Figura 4. Supervivencia para ninfas de *Aeneolamia varia* criadas en genotipos de *Brachiaria* sp. El genotipo CIAT 0654 es una accesión muy susceptible, y el híbrido CIAT 36062 (BR93NO/1371) es altamente resistente.

La antibiosis también afectó el tamaño de ninfas sobrevivientes, ya que el promedio del peso seco de las del genotipo susceptible fue diferente ($P < 0.05$) del de ninfas del genotipo resistente. La reducción en peso ninfal fue consistente a través de instares del insecto (Figura 5).

Los efectos de la antibiosis también se pudieron detectar por la cantidad diferencial de espuma producida por ninfas que se alimentan de genotipos susceptibles o

resistentes. Sistemáticamente, las ninfas que se alimentaron del híbrido resistente produjeron menos espuma que aquellas que se alimentaron de la accesión susceptible (Figura 6).

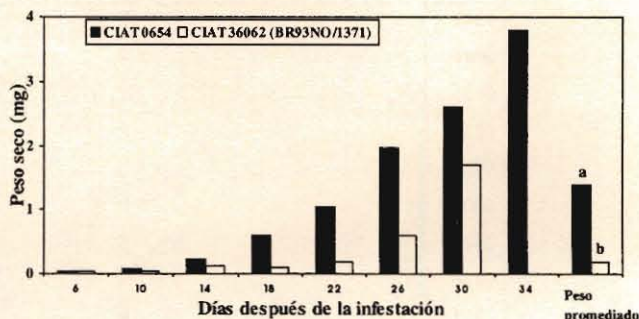


Figura 5. Peso seco de ninfas de *Aeneolamia varia* criadas en *Brachiaria* spp. CIAT 0654, una accesión muy susceptible, y *Brachiaria* CIAT 36062 (BR93NO/1371), un híbrido altamente resistente.

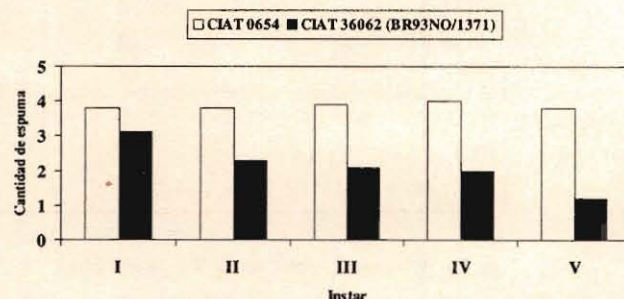


Figura 6. Cantidad de espuma producida por ninfas de *Aeneolamia varia* criadas en *Brachiaria* spp. CIAT 0654, una accesión muy susceptible y *Brachiaria* BR93NO/1371, un híbrido altamente resistente. La cantidad de espuma se estimó en una escala entre 1 y 4 (1 = ausencia, 4 = abundante).

En el análisis del daño causado al follaje como resultado de la alimentación ninfal en las raíces se encontró que los síntomas para diferenciar entre genotipos resistentes y susceptibles aparecieron entre 14 y 20 días después de la infestación (Figura 7), cuando las ninfas alcanzaron el tercer instar tardío o el cuarto instar prematuro. En general, los resultados indican que los síntomas aparecen inicialmente en las hojas inferiores de la planta y avanzan hacia el ápice de la misma.

Estos resultados indican claramente que los puntajes de daño visual por salivazo deben ser tomados por lo menos 38 días después de la infestación y no antes, con el fin de tener una expresión clara del daño, lo cual es necesario para diferenciar entre genotipos de *Brachiaria* resistentes y susceptibles a salivazo.

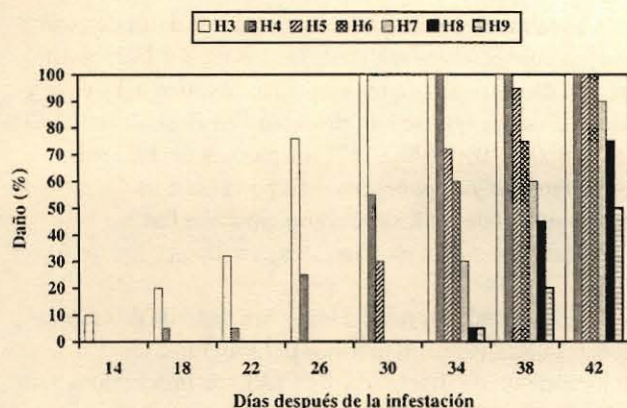


Figura 7. Daño causado por ninfas de *Aeneolamia varia* en hojas (H) del genotipo susceptible de *Brachiaria* sp. CIAT 0654.

Resistencia de *Brachiaria* spp. a diferentes especies de salivazo

En los estudios para seleccionar los genotipos de *Brachiaria* resistentes a salivazo bajo condiciones de casa de malla en CIAT-Palmira se ha utilizado una sola especie del insecto (*A. varia*). Sin embargo, no se puede asumir que la resistencia a *A. varia* aplica a todas las especies de salivazo que afectan a *Brachiaria* en el trópico. Por tanto, las especies *Z. carbonaria*, (antes *Z. colombiana*), *Z. pubescens* y *Mahanarva* sp., importantes en otras áreas de Colombia, fueron incluidas en los estudios de tamizado de híbridos de *Brachiaria*.

Durante 1998 se realizaron dos pruebas de invernadero, utilizando la misma metodología de selección que ha sido adoptada para selección masiva de genotipos por resistencia a *A. varia*. Cuatro genotipos bien conocidos por su susceptibilidad o resistencia a *A. varia* fueron utilizados como materiales de prueba. En el Cuadro 5 se observan los resultados de dos ensayos consecutivos que fueron consistentes. Al igual que con *A. varia*, en *Mahanarva* sp. (antes *M. fimbriolata*) se detectaron niveles altos de resistencia antibiótica en los genotipos de *Brachiaria* CIAT 6294 y 36062 (BR93NO/1371). No obstante, *Z. pubescens* y *Z. carbonaria* (antes *Z. colombiana*) causaron significativamente menos daño a los genotipos resistentes, posiblemente como resultado de tolerancia, y no debido a antibiosis.

Con base en estos resultados, pareciera que la antibiosis no es el mecanismo de resistencia al complejo de *Zulia* spp., ya que no hubo diferencias significativas en términos de supervivencia ninfal cuando los genotipos de *Brachiaria* incluidos en las pruebas fueron infestados con ninfas de estas especies. La comparación de supervivencia de las tres especies en los dos genotipos resistentes (Figura 8) mostró claramente que el mecanismo de resistencia a *Zulia* spp. podría ser diferente a aquel que se presenta con *A. varia*.

Cuadro 5. Daño (D) y porcentaje de supervivencia ninfal (%S)¹ en genotipos de *Brachiaria* spp. sometidos al ataque de diferentes especies de salivazo. Promedio de 10 repeticiones para cada combinación de especies de genotipo-insecto.

Genotipo	<i>A. varia</i>		<i>Z. carbonaria</i>		<i>Z. pubescens</i>		<i>Mahanarva</i> sp.	
	D	%S ¹	D	%S	D	%S	D	%S
CIAT 0654 ²	4.2 b*	85.0 a	4.7 a	51.0 a	4.9 a	62.9 a	4.9 a	29.0 a
CIAT 0606 ²	4.9 a	65.0 b	4.6 a	46.0 a	4.9 a	55.7 a	4.5 b	33.0 a
CIAT 6294 ³	1.4 ac	24.0 c	2.7 b	56.0 a	2.9 b	61.3 a	1.6 c	1.0 b
CIAT 36062 (BR93NO/1371) ³	1.3 c	5.0 d	2.8 b	44.0 a	2.0 c	46.2 a	1.1 d	1.0 b

a. Analizado como arcoseno raíz de proporción. Se presentan promedios sin transformar.

b. Control tradicional susceptible para *A. varia*.

c. Control tradicional resistente para *A. varia*.

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan. Cada especie de insecto fue analizada separadamente.

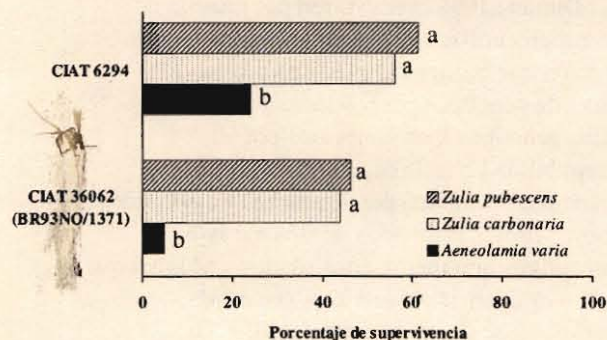


Figura 8. Supervivencia de ninfas de dos especies de *Zulia carbonaria* (antes *Z. colombiana*) y *Z. pubescens* criadas en dos genotipos de *Brachiaria* resistentes a *Aeneolamia varia*. Las letras indican diferencias estadísticas al nivel del 5%. Cada genotipo se analizó

Finalmente, el análisis combinado de datos de cuatro ensayos consecutivos realizados entre 1998 y 1999 mostró que los altos niveles de resistencia antibiótica a *A. varia* y *Mahanarva* sp. que se han detectado en *Brachiaria* CIAT 6294 y 36062 (BR93-NO/1371) no parecen operar contra *Z. colombiana* y *Z. pubescens*. El porcentaje de supervivencia de ninfas del complejo *Zulia* fue significativamente mayor en estos genotipos (Cuadro 6).

En general, los resultados sobre daño de diferentes especies de salivazo en híbridos del Programa de Mejoramiento de *Brachiaria* del CIAT son importantes para el diseño de estrategias futuras de mejoramiento y justifican plenamente la necesidad de evaluar simultáneamente para las varias especies de salivazo que puedan coexistir en diferentes áreas de los trópicos.

Cuadro 6. Porcentaje de supervivencia de ninfas de cuatro especies de salivazo criadas en genotipos de *Brachiaria* que presentan altos niveles de resistencia antibiótica a *A. varia*. Promedio de cuatro ensayos en invernadero y 10 repeticiones por ensayo para cada combinación genotipo-especie de insecto.

Especie de salivazo	Genotipos de <i>Brachiaria</i>	
	CIAT 6294	CIAT 36063 (BR93-NO/1371)
<i>Aeneolamia varia</i>	25.5 b*	3.5 b
<i>Zulia carbonaria</i> (antes <i>Z. colombiana</i>)	48.7 a	44.0 a
<i>Zulia pubescens</i>	37.0 a	43.0 a
<i>Mahanarva</i> sp. (antes <i>M. fimbriolata</i>)	0.5c	1.0 c

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no son significativamente diferentes ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan. Cada especie de insecto fue analizada separadamente.

Gramíneas y Leguminosas Tropicales...Proyecto IP-5



Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

NEW PERSPECTIVES FOR MANAGING GRASSLAND SPITTLEBUGS

Daniel C. Peck



Tropical Grasses and Legumes Project
Integrated Pest Management Project
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
A.A. 6713, Cali, Colombia
d.peck@cgiar.org

INTRODUCTION

Spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) are the most widespread and damaging pest of the most extensive agricultural activity in the Neotropics, pastures for milk and beef production. Despite a long history and increasing pest status in forage grasses and sugar cane, an effective and coordinated IPM program does not yet exist. One limitation is a rudimentary understanding of the variation in spittlebug-forage-habitat interactions, crucial to tailoring management to the diverse geographic and production systems where grassland spittlebugs occur.

- There is no effective IPM for grassland spittlebugs:
- Tendency to overgeneralize among the diversity of species, genera and habitat associations
 - Natural history of the family is poorly understood
 - Biological information for the majority of economically important species is lacking
 - Detailed site-specific ecological studies are scarce
 - IPM tools are rudimentary or absent



Spittlebug nymphs and adult on *Brachiaria decumbens*.

OBJECTIVES

- Describe the seasonal population fluctuations of spittlebugs in contrasting regions of Colombia
- Identify variation and patterns at the level of farm, region, season and year in certain components of population ecology including:
 - species composition
 - population synchrony
 - abundance
 - voltinism
 - phenology
 - incidence of natural enemies
- Based on this information, develop new guidelines for advancing the integrated management of spittlebugs in pastures and rangelands



Spittlebug damage on *Bothriochloa pertusa* (A), *Pennisetum clandestinum* (B) and *Brachiaria decumbens* (C).

METHODOLOGY

Four contrasting regions were developed as model sites for studying the field ecology of grassland spittlebugs. These sites varied from 15-1000 m elevation and 1000-3600 mm mean annual precipitation under markedly different seasonal patterns: highly seasonal with unimodal rainfall (Caribbean Coast Savannas, *Bothriochloa pertusa*), highly seasonal with bimodal rainfall (Interandean Region, *Brachiaria dictyoneura*), intermediate seasonal (Eastern Savannas, *Brachiaria decumbens*), and continuously humid (Amazonian Piedmont, *B. decumbens*) (Fig. 1).

Comparative population studies were performed over two years in four sites representing three of these regions. At each site, three study plots were established on a representative farm. Each plot was in a separate paddock and maintained under the normal grazing and pasture management regime. Spittle mass and sweep net surveys were performed twice weekly (Fig. 2). All nymphs were determined to instar, adults to sex and species, and natural enemies were censused.

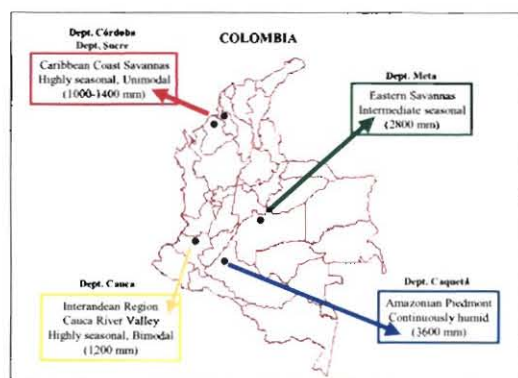


Fig. 1. Contrasting regions for comparative population studies.



Fifth instar (A) and teneral adult (B) in spittle mass.

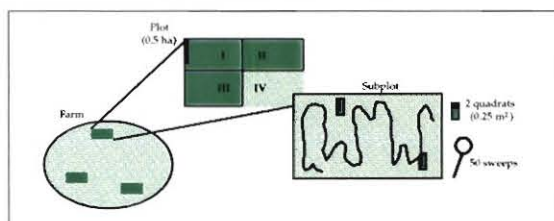


Fig. 2. Survey methodology for spittlebug nymphs and adults.

RESULTS

Species Composition. Seven spittlebug species from four genera were detected at these sites. The genus *Prosapia* was reported for the first time in South America because *Prosapia simulans* was detected at economically damaging levels in the Cauca River Valley (Fig. 3). This species is a potential threat to sugarcane production. An undescribed species of the genus *Mahanarva* was detected. Diversity was lowest in the highly seasonal sites where one species dominated. Three species occurred in the intermediate seasonal site, one in high abundance. Diversity was highest in the continuously humid site where four species occurred, two in high abundance (Table 1).

Table 1. Species composition (% adult abundance) of spittlebugs in four contrasting regions of Colombia.

Species	Caribbean Coast Savannas	Interandean Region	Eastern Savannas	Amazonian Piedmont
	Highly seasonal (unimodal)	Highly seasonal (bimodal)	Intermediate seasonal	Continuously humid
<i>Aeneolamia lepidior</i>	< 1	--	--	--
<i>Aeneolamia reducta</i>	100	--	5	--
<i>Aeneolamia varia</i>	--	--	94	74
<i>Mahanarva</i> sp. nov.	--	--	--	1
<i>Prosapia simulans</i>	--	< 1	--	--
<i>Zulia carbonaria</i>	--	100	--	*
<i>Zulia pubescens</i>	--	*	1	25

* Species found in the area but not detected at survey site

Natural Enemies. Five classes of natural enemies were encountered in the four regions: predaceous flies, parasitic flies, parasitic nematodes, parasitic mites and fungal entomopathogens. Syrphid fly larvae (*Salpingogaster nigra*) are the most well-known and widespread spittlebug natural enemies. Pupinid flies were reported for the first time parasitizing New World cercopids (adults). A total of 75 isolates of fungal entomopathogens from at least 10 genera (*Aspergillus*, *Beauveria*, *Curvularia*, *Dactyliella*, *Fusarium*, *Metarhizium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Sporothrix*, *Trichoderma*) have been obtained from nymphs or adults of six spittlebug species.

In the comparative population surveys, the three sites highly seasonal for rainfall experienced the lowest overall incidence of natural enemies. The continuously wet site experienced the greatest (Table 2).

Table 2. Incidence of spittlebug natural enemies (months of year detected) in four contrasting regions of Colombia.

Species	Caribbean Coast Savannas	Interandean Region	Eastern Savannas	Amazonian Piedmont
	Highly seasonal (unimodal)	Highly seasonal (bimodal)	Intermediate seasonal	Continuously humid
Fungal entomopathogens	--	5	1	5
Parasitic flies (Pupinididae)	--	*	--	--
Parasitic mites (Erythraeidae)	8	6	7	11
Parasitic nematodes (Mermithidae)	2	--	7	2
Predaceous flies (Asilidae)	--	*	--	--
Predaceous flies (Syrphidae)	--	3	2	7

* Enemies found in the area but not detected during population surveys

Population Fluctuation. Spittlebug nymphs and adults occurred during the wet season and disappeared during the driest periods. The insect survived the dry season as dormant or diapausing eggs.

The greatest population fluctuations occurred in the most seasonally dry sites based on (1) complete disappearance of the insect during the dry season months and (2) extreme population peaks during the wet season beginning with the return of the rains (Fig. 4). Population fluctuations were less pronounced in the intermediate seasonal site, corresponding to the shorter and less severe dry season. Nymphs and adults were not detected in at least one of the driest months of each year. In the continuously humid site, nymphs and adults were detected every month of the year corresponding to the lack of a distinct dry season.

Population synchrony was greatest in the seasonal sites where abrupt nymph population peaks were paired with consecutive adult population peaks. Such synchronous population peaks were not detectable in the continuously humid site.

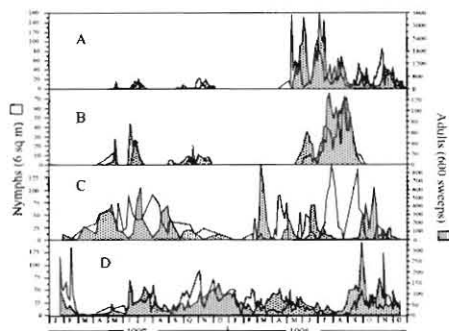


Fig. 4. Population fluctuation of nymph and adult spittlebugs during two years of study in three contrasting regions of Colombia. A) Highly seasonal unimodal (Caribbean Coast, Dept. Córdoba), B) Highly seasonal unimodal (Caribbean Coast, Dept. Sucre), C) Intermediate seasonal (Eastern Savannas, Dept. Meta), D) Continuously humid (Amazonian Piedmont, Dept. Caquetá).

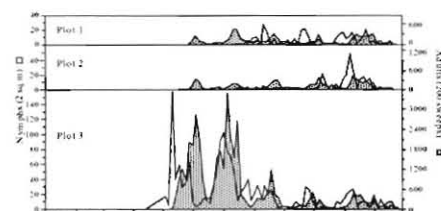


Fig. 5. Population fluctuation of total nymphs and adults in three paddocks. *Aeneolamia reducta*, highly seasonal site (Caribbean Coast, Dept. Sucre).

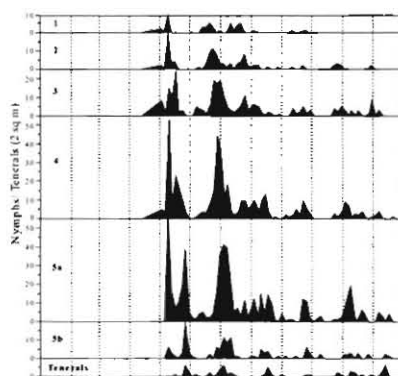


Fig. 6. Population fluctuation of nymphal life stages. *Aeneolamia reducta*, highly seasonal site (Caribbean Coast, Dept. Sucre, Plot 3).

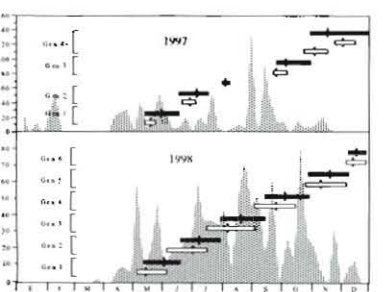


Fig. 7. Weekly precipitation and phenograms of spittlebug nymphs and adults. Horizontal bars indicate period of occurrence of the life stage while vertical lines indicate accumulation of 50% insect-days. *Aeneolamia reducta*, highly seasonal site (Caribbean Coast, Dept. Sucre).

Phenology. Resolution of population dynamics was greatly enhanced by considering all study paddocks separately. As an example, population curves of Sucre 1998 (Caribbean Coast savanna, highly seasonal) were assessed to gauge on-farm variation in abundance and phenology. In terms of abundance, paddock P3 experienced 5-6 times more nymphs and adults than P1 and P2. In terms of phenology, the first nymph population peak in P3 was not detected in P1 and P2 (Fig. 5).

These phenological differences offered strong evidence for rapid colonization of previously uninfested areas of a farm through adult movement. Initial adult population peaks in P1 and P2 coincided with the second adult peak in P3, but were not accompanied by a preceding nymph peak. Adults in P1 and P2 were therefore immigrants. Fires that swept through P1 and P2 (but not P3) late in the dry season probably killed the soil-borne eggs, colonizing adults from surrounding unaffected areas, such as P3, re-established the local population.

Resolution of population dynamics was further enhanced through an assessment of all spittlebug life stages, not just total nymphs and total adults. This permitted an interpretation based on progression of the generation rather than overall population peaks.

For instance, in Sucre 1998, P3, there was a clear recruitment of nymphs from one life stage to the next up through teneral adults still found in the spittle mass. This was evidence for two large and synchronous initial generations in this paddock. These contributed to four more distinct, but less synchronous, generations. Generation size also appeared to decrease with the progression of the wet season. These six generations matured approximately every 1.5 months: end May, start July, mid August, end September, mid November and mid December (Fig. 6).

This detailed analysis led to phenograms that graphically depict population and generation development in the survey sites. Based on calculations of 50% accumulated insect-days for each generation, *Aeneolamia reducta* on the Caribbean Coast completed its life cycle every 43.1 d ($n=16$). This corresponded very well with results obtained from greenhouse studies (45.3 d). *A. reducta* is therefore the most prolific grassland spittlebug known, achieving six generations in a highly seasonal environment characterized by 2-3 dry months per year (Fig. 7).



NEW MANAGEMENT PERSPECTIVES

In sites more seasonal for rainfall, spatial and temporal determination of early season outbreaks is vital. Scouting strategies must focus on nymphs, before the first generation of mobile adults. Control tactics should target these foci to suppress nymph populations and thereby decrease colonization of other non-infested areas and reduce the size of subsequent generations. Given the extensive nature of pasture and rangelands, identification of foci is critical before control tactics such as intensive grazing, mowing, burning and pesticides become practical.

In sites less seasonal for rainfall, the insect occurs all year round and presents little population synchrony. Control strategies should be based on cultural tactics to reduce habitat quality for reproduction and development. Habitat management such as grazing management, host plant selection, resistance and diversification should be investigated. With enhanced rainfall and continual presence of the insect, deployment of fungal entomopathogens and other natural enemies as agents of biological control will be more feasible.

CONCLUSIONS

- New spittlebug enemies remain to be discovered. In particular, there is a very high diversity of fungal entomopathogens that should be exploited. Few spittlebug natural enemies have been seriously evaluated as agents of biological control.
- High resolution and accurate interpretation of local population dynamics depend on detailed site-specific studies that (1) gauge on-farm variability and (2) discriminate among all life stages. Very few regions have this information available for guiding the selection and targeting of management tactics.
- The wide geographic range where spittlebugs occur as pests of graminoid crops is accompanied by wide variation in spittlebug-forage-habitat interactions that is relevant to pest status, pest ecology and consequently the development of pest management strategies. Information from more regions must be gathered to determine how seasonal rainfall patterns may broadly drive local species diversity, population dynamics, phenology and the incidence and impact of natural enemies.

ABSTRACT. Comparative field population studies of grassland spittlebugs were performed over two years in four contrasting regions of Colombia. The methodology was designed to describe on-farm, regional and seasonal variation in certain components of population ecology including species composition, abundance, synchrony, phenology and natural enemies. Spittlebug mass and sweep net surveys were performed twice weekly in plots established on representative farms. Nymphs were determined to instar, adults to sex and species, and natural enemies were censused. Six classes of enemies and seven spittlebug species were identified from these sites. In the two sites highly seasonal for rainfall, one species occurred, and population fluctuation and synchrony were the greatest. Strong evidence was gathered for rapid colonization of previously uninfested areas of a farm through adult movement, suggesting that suppression of initial population foci is important for management. At the site of intermediate seasonality, one species dominated while two others were present, and population fluctuations and synchrony were reduced.

In the site that never experienced a dry season, three species were sympatric, population fluctuations were further reduced and species-specific and there was a continuous presence of nymphs and adults, or no population synchrony. Local phenology was most precisely determined through analysis of nymphal life stages permitting a detailed evaluation of population development and number of generations. For instance, six generations of *Aeneolamia reducta* were completed in the highly seasonal site despite 2-3 months of drought. There was excellent correspondence in generation time as estimated from population fluctuations (43.1 d) and biology studies (45.3 d). In sites seasonal for rainfall, spatial and temporal determination of early season outbreaks is vital for directing control tactics to suppress local populations before they spread to other areas and contribute to future generations. Less seasonal sites with continual pest presence and little population synchrony are more appropriate for application of cultural control and deployment of natural enemies such as fungal entomopathogens.

MANEJO INTEGRADO DE CERCOPIDOS EN CAÑA DE AZÚCAR EN CENTRO AMÉRICA

Por Jaime D. Gaviria M¹

CONFERENCIA

III TALLER SOBRE LA BIOECOLOGÍA Y MANEJO DEL SALIVAZO DE LOS PASTOS CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL – CIAT PALMIRA, COLOMBIA 23 AL 27 DE OCTUBRE DE 2000

RESUMEN

En el cultivo de la caña de azúcar de América Tropical existen varias especies de cercopidos de los géneros Aeneolamia, Mahanarva y Prosapia desde la década de los 50 ocasionando daños al cultivo. En América Central predominan dos especies A. postica y P. simulans.

Anteriormente en los países donde las especies de cercopidos son plaga en caña de azúcar las referencias que existen, respecto al manejo de estos insectos, indican como recomendación exclusiva el uso de insecticidas químicos. En Brasil desde 1977 están combatiendo las dos más importantes especies M. posticata y M. fimbriolata dentro de un esquema de control integrado dando énfasis en el Control Biológico con el hongo Metarhizium anisopliae obtenido con base en arroz en grandes cantidades de cultivos artificiales en laboratorio.

Dentro del concepto del Manejo Integrado del Cultivo, desde 1995 en algunos países de Centro América como Guatemala, Honduras y Nicaragua se implementaron labores de cultivo encaminadas al control de las especies de "salivita" existentes, las cuales han representado más del 70% del total de control de la plaga, complementado con aplicaciones aéreas y terrestres sobre ninfas y adultos de aislamientos nativos del hongo M. anisopliae mediante la producción industrial estandarizada y normalizada por fermentación en medio líquido, formulación liofilizada y empaquetado en ambiente estéril. Los resultados representados en la disminución del daño en el cultivo fueron del 98.5% y 100% con un incremento en la producción de caña principalmente en los ingenios azucareros Monte Rosa S.A. (Nicaragua) del 28% y en Azucarera del Norte S.A. (Honduras) del 58.6% en un periodo de 2 a 4 años respectivamente de trabajos de campo y laboratorio.

¹ Ingeniero Agrónomo Entomólogo Asesor Consultor Particular Carrera 56 No. 1 B 81 Apto 204 Edif. Portal de Sanbiana
Telefax (0057 2) 5518645 E-mail: biodefensasagric@emcali.net.co Santiago de Cali Colombia SA

c 14

ASPECTOS FUNDAMENTALES EN EL MANEJO INTEGRADO DE CERCOPIDOS GENEROS Aeneolamia Prosapia Zulia y Mahanarya PRINCIPALMENTE

POR JAIME D. GAVIRIA M¹

Las poblaciones de los Salivazos y su comportamiento están estrechamente relacionadas con las condiciones climáticas particularmente con la precipitación. Ésto se observa claramente en América tropical donde el régimen de lluvias es marcadamente estacional con épocas secas de 4 a 6 meses y el resto del año con una alta pluviosidad generalmente superior a los 1000 mm.

Los avances en las investigaciones sobre el manejo de éstos cercópodos han sido bastante satisfactorios en Centro América, Trinidad Tobago, Venezuela, Colombia y Brasil entre otros. Lo importante está en la oportunidad, eficiencia, disciplina y secuencia lógica de cada una de las medidas de control a ejecutarse.

Las actividades de manejo de la plaga se distribuyen en cinco etapas definidas en función de la presencia del insecto en los cañamelares y en los niveles críticos establecidos.

➔ ETAPA 1 MONITOREO

DETECCION de la primera generación de adultos originada a partir de los huevos diapáusicos de áreas vecinas (pastos) a los campos de caña y/o dentro de los mismos al momento de aparición de las primeras lluvias. Éste monitoreo consiste en la colocación de trampas amarillas (plástico) de 0.60 x 0.60 metros con un grosor de 3 mm impregnadas por ambas caras con pegante (sticken) colocar a la altura de 0.50, 1.0 y 1.50 m a manera de baterías en los puntos cardinales de cada finca y/o sección como también dentro de los campos de caña. Éstas trampas deben ubicarse un poco antes de la iniciación de las lluvias y evaluarse cada ocho días. Con solo detectar un individuo en cualquier trampa de la batería debe de inmediato iniciarse el monitoreo de MANEJO en todos los campos o lotes correspondientes a cada finca o sección.

El monitoreo de Manejo de la plaga puede llevarse a cabo bajo dos aspectos dependiendo del costo y las facilidades a saber:

- a) Instalación al azar de dos trampas amarillas por hectárea para captura de adultos a la altura de las plantas de caña, y a una distancia de 5 metros de la trampa seleccionar 1.0 metro lineal de surco (cepa completa) para evaluar las ninfas (salivas), donde se contabilizan el total de brotes y/o tallos, salivas, ninfas. Tanto adultos (trampas) como ninfas se evalúan máximo cada 15 días, lo ideal es cada 8 días. El nivel técnico de control para este sistema es de 60 adultos por trampa y/o 0.10 ninfas (salivas) / brote y/o tallo.
- b) El mismo sistema anterior para ninfas (salivas) tomando al azar dos muestras por hectárea y sobre cada muestra determinar primeramente los adultos sin mover los tallos y luego las ninfas (salivas). La muestra determina la densidad de población del insecto de cada estado (ninfa y/o saliva y adulto) por tallo. El nivel técnico de control para este sistema es de 0.10 adultos/tallo (equivalente a 60 adultos por trampa) y 0.10 ninfas (salivas)/ tallo.

Para lograr una buena evaluación se depende muchísimo del entrenamiento del personal, por lo que se requiere de una acertada y constante preparación. Lo más importante es la detección a tiempo de la primera población de adultos de la plaga. Por lo tanto, el monitoreo debe iniciarse desde la aparición de las primeras lluvias cada 8 máximo 15 días. Si el promedio del total de infestación de campos evaluados iguala o sobrepasa el nivel crítico de densidad de población anteriormente expuesto, el control se efectuará en todos los campos que componen la sección y/o finca.

¹ Ingeniero Agrónomo, Entomólogo, Asesor Consultor particular. Carrera 56 No. 10 B1 apto 204 Edificio Portal de Santillana. Telefax (0057 2) 551 0545 Santiago de Cali, Colombia S.A.

⇒ ETAPA 2 CONTROL CULTURAL, FÍSICO

En esta etapa se debe básicamente manejar el insecto para disminuir la cantidad de huevecillos diapáusicos y las primeras ninfas (saliva) del insecto. La mayoría de actividades del control cultural forman parte del manejo rutinario del cultivo.

La destrucción permanente de las malezas (gramíneas especialmente – caminadora, pasto Jhonson y estrella) hospederas de la chinche salivosa dentro y aledañas a los campos de caña de azúcar juega el papel más importante en la reducción de las poblaciones de éstos insectos, pues durante la temporada seca los huevos permanecen en diapáusa fijados en las malezas por las hembras cuando los ponen. Éste último es un factor genético y microambiental donde los huevos permanecen en estos hierbajos hospederos favorecidos por corrientes de agua (drenajes, riachuelos y acequias de riego) e incluso se pueden observar en ellos ninfas y adultos. La duración de la diapausa puede fluctuar desde 30 días hasta más de 250 días. De ahí la importancia que desde antes del inicio de las primeras lluvias se debe emprender el control permanente de estas malezas es decir durante todo el año.

Las labores oportunas del levante del cultivo en socas, como requema de los residuos de la cosecha en los campos, que presentaron altas infestaciones de la plaga, el desbasurado, el rodillo de puas sobre las cepas, escarificación, aporque y cultivo propiamente dicho, acompañados de una racional fertilización y riego. En caña, plantilla, una buena preparación del terreno y destrucción de cepas, por efecto del volteo, se exponen los huevos de 24 a 48 horas a las condiciones climáticas adversas y los otros estados a la depredación por las aves. También el mejoramiento del drenaje interno y superficial principalmente en suelos arcillosos, retardan el apareamiento y el desarrollo de ninfas, constituyendo así todas las labores en la columna vertebral del manejo integrado de estos cercópodos.

⇒ ETAPA 3 CONTROL BIOLÓGICO

Mediante el uso del hongo Metarhizium anisopliae con concentraciones de 1×10^{11} conidias viables/ha a razón de 0.50 a 1 Kg/ha en caso de sustrato de arroz y/o una dosis/ha cuando proviene de un proceso industrializado de fermentación en medio líquido, en presentación concentrada con volúmenes que varían entre 5 a 50 gramos, se garantiza la concentración antes mencionada por dosis.

Es importante resaltar que para que el control microbiano tenga éxito, el entomopatógeno se debe aplicar cuando las poblaciones en focos o en forma generalizada están ligeramente menores o iguales a los niveles técnicos de control establecidos, tanto para ninfas como para adultos, de acuerdo al sistema de monitoreo establecido. Así mismo, cuando están por debajo de 10 ninfas o adultos/tallo (equivalentes a 290 adultos/trampa).

Es necesario realizar estricto control en:

- Los niveles poblacionales del insecto
- Los aislamientos del hongo utilizado
- La calidad del hongo entomopatógeno adquirido
- Su manejo por aplicación
- La concentración de esporas a aplicarse
- El método de aplicación

Otro aspecto importante es la posición fisiográfica (altitud) donde se encuentra el problema de infestación, y el comportamiento de los diferentes aislamientos (cepas) del M. anisopliae.

Las aplicaciones deben efectuarse con bomba de presión constante y/o a motor (nebulizadoras) o con avión a una altura de 2 a 3 metros, temperatura por de 28°C y una humedad relativa superior a 75%. El control de adultos también puede efectuarse con avión, especialmente en cañas de avanzado desarrollo vegetativo. El agua usada como vehículo debe estar en un pH entre 5-7, con una dureza menor a 130 ppm de CaCO_3 . También puede utilizarse aceites compatibles con el hongo de origen mineral y/o vegetal.

Para realizar el control de las ninfas (salivas) se recomienda utilizar un coadyuvante compatible con el hongo para que rompa la tensión superficial de la saliva, la cual es muy densa y ácida. Por otra parte, los equipos deben estar en buen estado, ser de uso exclusivo del programa, desinfectándolos previamente con hipoclorito de sodio entre 1.0% al 5.0% y utilizando boquillas de cono hueco.

➤ ETAPA 4. CONTROL QUIMICO

Se debe utilizar solo con altas poblaciones tanto en focos como en forma generalizada en el campo de caña de azúcar. Poblaciones superiores a 10 salivas o adultos/tallo - brote o sea el equivalente a 290 adultos/ trampa de acuerdo al sistema de monitoreo.

Deben utilizarse productos que no causen impacto al ecosistema donde se encuentra plantado el cultivo como son entre otros los Dimetoatos, Malatión, Fipronil y Tioiciclán. Usarse en forma racional utilizando diferentes grupos Toxicológicos y aplicándolos alternadamente.

En cuanto a los equipos utilizados y condiciones de aplicación son los mismos estipulados en la etapa 3.

➤ ETAPA 5. CONTROL GENETICO

Se ha recomendado a los centros de investigación en los programas de Fitomejoramiento como es el caso de CENGICAÑA en Guatemala que se inicien estudios sobre resistencia genética a estos y otros insectos. Infortunadamente son programas a largo plazo.

Indudablemente la principal estrategia es la utilización de la resistencia genética, la alternativa más racional desde los puntos de vista biológico y económico. Ésta se basa en la selección de especies o variedades de caña que poseen algún mecanismo de resistencia al insecto. Se han encontrado dos mecanismos principales: la no preferencia y la tolerancia.

En cuanto a la primera llamada también antixenosis consiste en que las plantas no ofrecen condiciones favorables para el insecto ya sea por la dureza o pubescencia de sus tallos, vainas u hojas, presencia de sustancias cerosas, deshoje rápido o porque no ofrecen microclima adecuado para su desarrollo como es el hábito de crecimiento de las variedades, cañas erectas, puesto que las ninfas de estos insectos requieren un ambiente con alta humedad relativa y protegida de la radiación solar. La morfología interna del tallo, hojas, vainas y raíces también tiene importancia en la susceptibilidad de la gramínea. En ciertas variedades, los haces vasculares situados cerca de la epidermis de la estructura de la planta mencionada están rodeadas por un anillo de tejido de esclerénquima de consistencia fibrosa y dura que actúa como barrera protectora.

En cambio la tolerancia se origina en diferentes mecanismos inherentes a la planta que la capacitan para sufrir un grado de daño menor que otras especies o variedades susceptibles cuando son expuestas a iguales condiciones de infestación. La tasa de rebrotes es el principal mecanismo responsable de la tolerancia a los cercópodos ya que cuando es alta le permite a la planta recuperarse rápidamente del daño causado por el insecto.

En resumen, un solo tipo de control rara vez produce los mejores resultados. La combinación de los diferentes métodos disponibles aplicados en el momento oportuno y en secuencia lógica es la mejor estrategia para romper el ciclo de la plaga y, por lo tanto, bajar sus poblaciones a niveles tolerables para el cultivo de la caña de azúcar. Éste es el significado del Manejo Integrado de la Plaga, el cual está arrojando los mejores resultados en los países que se están llevando controles sobre estos cercópodos.

Práctica 1:

MORFOLOGIA E IDENTIFICACION

III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000

Practica I Morfología e Identificación

Tema	Morfología e identificación de los cercopidos y los taxa relacionadas
Objetivos	Reconocer las características morfológicas que distinguen los siguientes grupos
	a) Orden Homoptera y Hemiptera
	b) Suborden Auchenorrhyncha y Sternorrhyncha
	c) Superfamilias Cercopoidea, Cicadoidea, Membracoidea y Fulgoroidea
	d) Familias Cercopidae, Aphrophoridae, Clastopteridae y Machaerotidae

1 Ordenes Homoptera y Hemiptera

- Familiarizarse con la diversidad de insectos de ambos ordenes y sus familias. Revisar las partes del cuerpo (Fig. 1, especímenes en cajas)
- Buscar y reconocer las características que distinguen los dos ordenes de los demás insectos
 - a) el aparato bucal
 - b) las alas
 - c) las antenas(Fig. 2, 3, 4, 5, 6, especímenes)
- Buscar y reconocer las características que distinguen el orden Homoptera de Hemiptera
 - a) el aparato bucal
 - b) las alas(Fig. 4, 5, 6, 7, 8, especímenes)
- Utilizando la clave para separar los ordenes, verificar el orden de una especie de Homoptera y otra de Hemiptera (Anexo 2, especímenes)

2 Subordenes Auchenorrhyncha y Sternorrhyncha (de Homoptera)

- Buscar y reconocer las características que distinguen el suborden Auchenorrhyncha de Sternorrhyncha
 - a) las patas
 - b) las antenas(Fig 2, 5, 6, especímenes)

3 Superfamilias Cercopoidea, Membracoidea, Cicadoidea y Fulgoroidea (de Auchenorrhyncha)

- Buscar y reconocer las características que distinguen las superfamilias
 - a) los tarsos
 - b) las coxas
 - c) las antenas(Fig 8, 9, especímenes)
- Practicar la clave para separar familias seleccionadas del orden Homoptera, utilizando especímenes de las familias Membracidae, Cercopidae (Cercopoidea), Cicadellidae y Fulgoridae (Fulgoroidea) (Anexo 3, especímenes)

4 Familias Cercopidae, Aphrophoridae, Clastopteridae y Machaerotidae (de Cercopoidea)

- Buscar y reconocer las características que distinguen las familias
 - a) las antenas
 - b) el margen anterior del pronoto
 - c) el ancho de la cabeza
 - d) los elitros(Fig 10, 11, 12, 13, especímenes montados, no hay Machaerotidae)

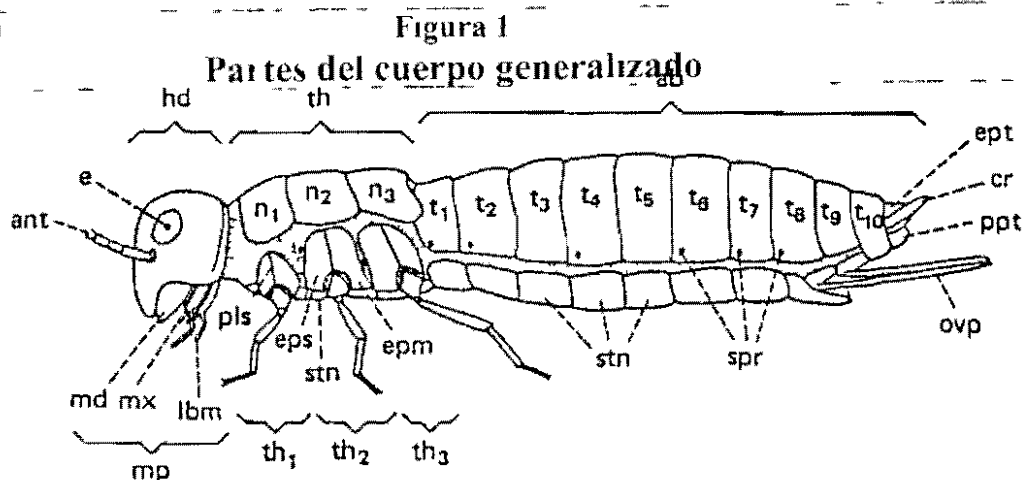
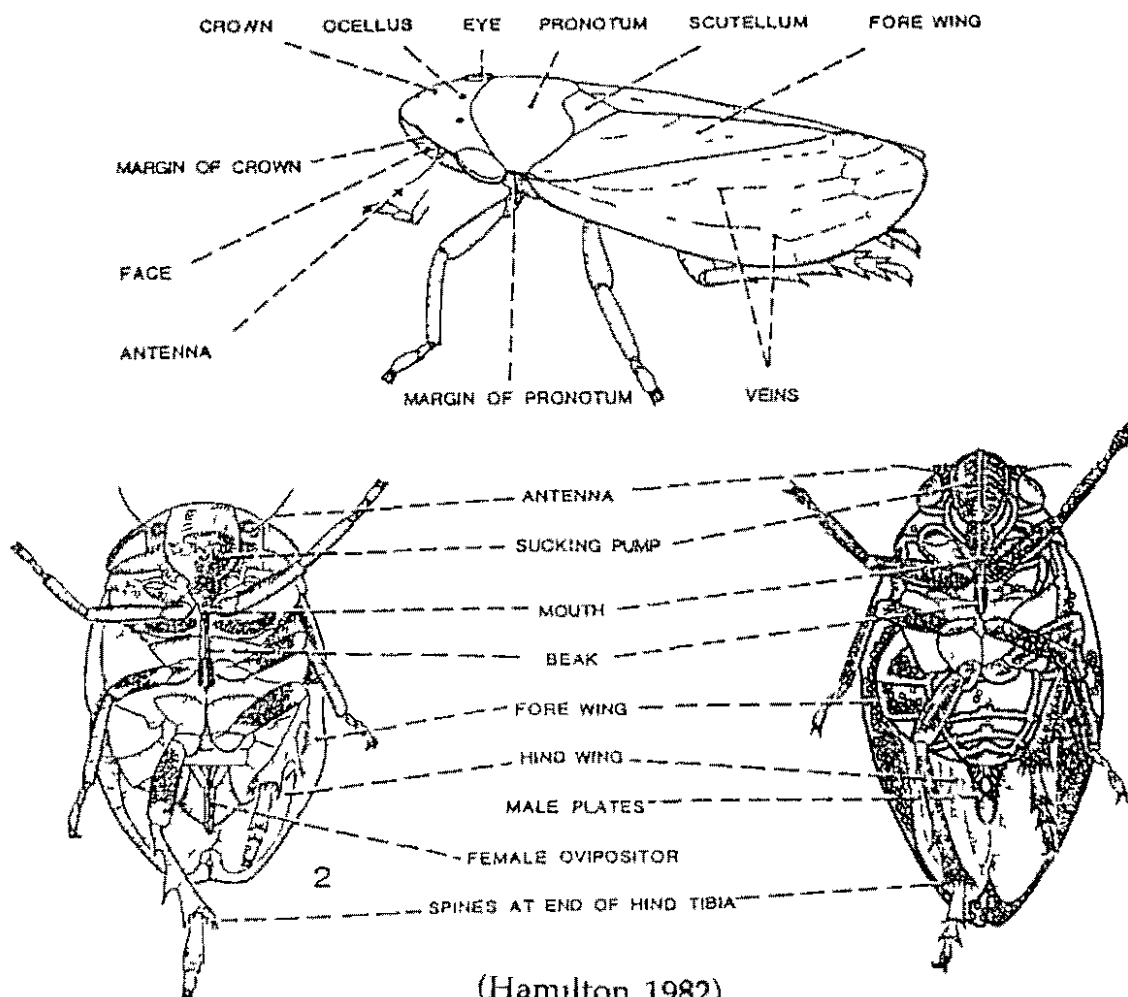


Figure 1 General structure of an insect ab abdomen ant antenna cr cercus, e compound eye epm epimeron, eps episternum, ept epiproct hd head lbm labium, md mandible mp mouth parts, mx maxilla n nota of thorax, ovp ovipositor, pls pleural suture, ppt paraproct spr spiracles, t₁₋₁₀ terga, th thorax th₁ prothorax, th₂ mesothorax th₃ metathorax (Modified from Snodgrass by permission of McGraw Hill Book Company Inc)

(Borror et al 1976)



(Hamilton 1982)

Figura 2
Estructura de las patas

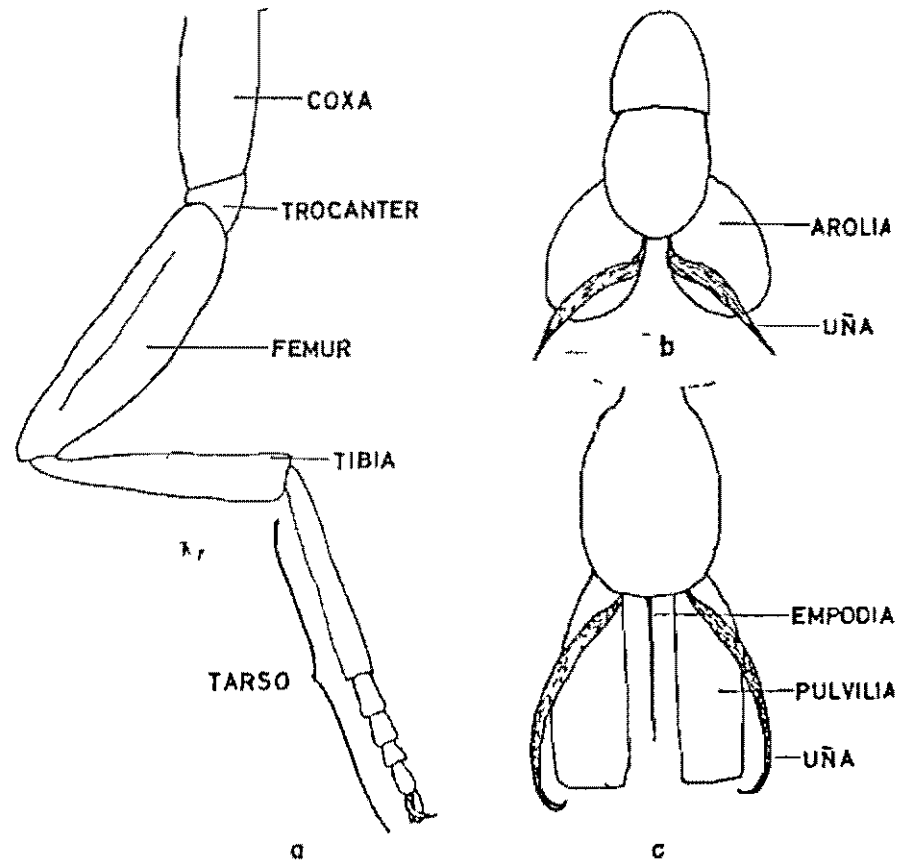
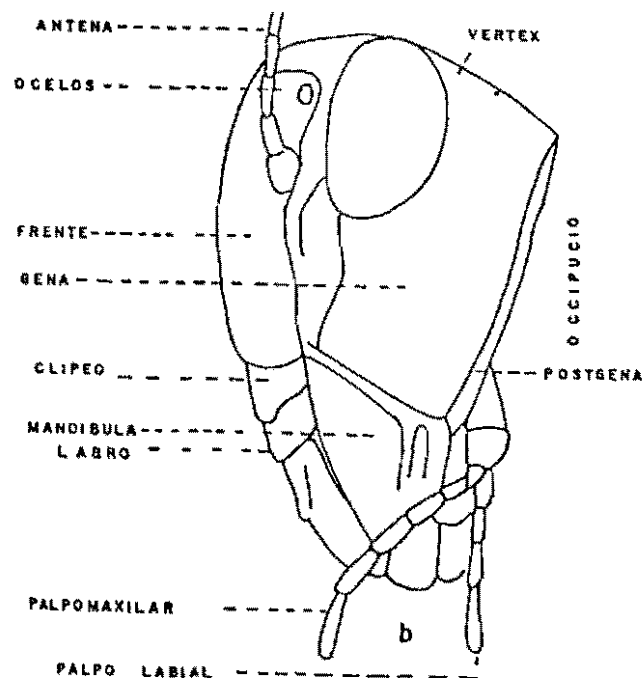


FIG 59 a) Pata de un insecto mostrando las piezas que la forman, b) extremo de una pata de ciertos insectos que termina en dos lóbulos membranosos, la arolia y un par de uñas, c) otro tipo de terminación que lleva al centro un órgano filiforme, la empodia

(Coronado y Marques 1972)

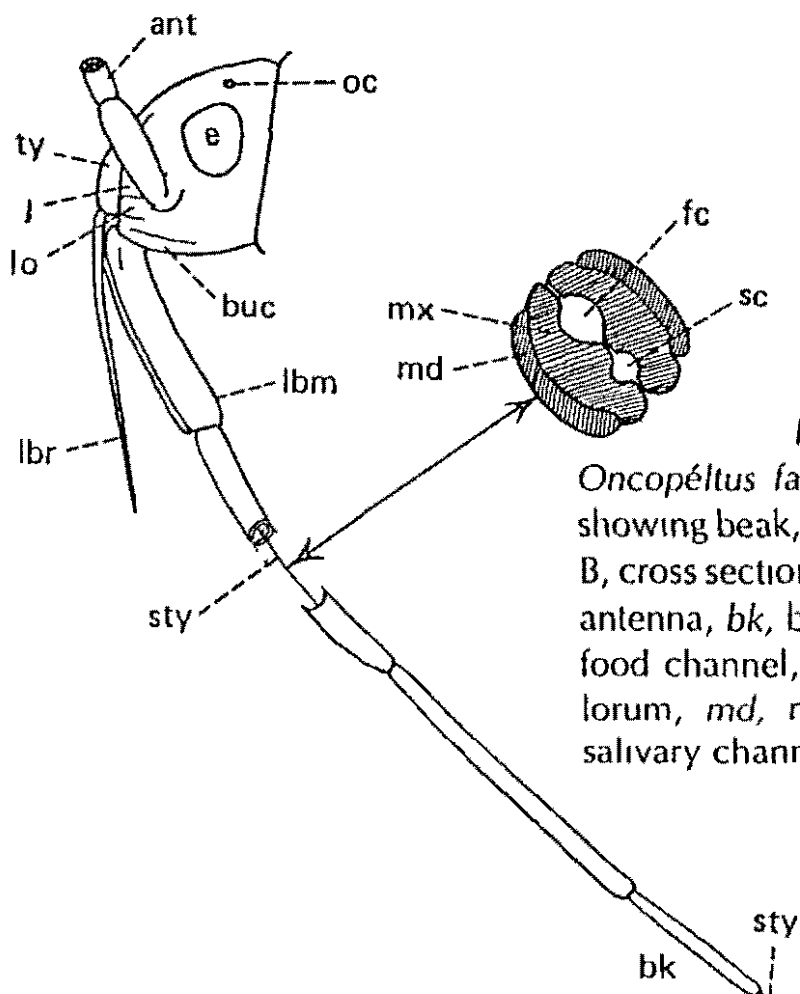
Figura 3
Estructura del aparato bucal

ORTHOPTERA



(Coronado y Marques 1972)

HEMIPTERA

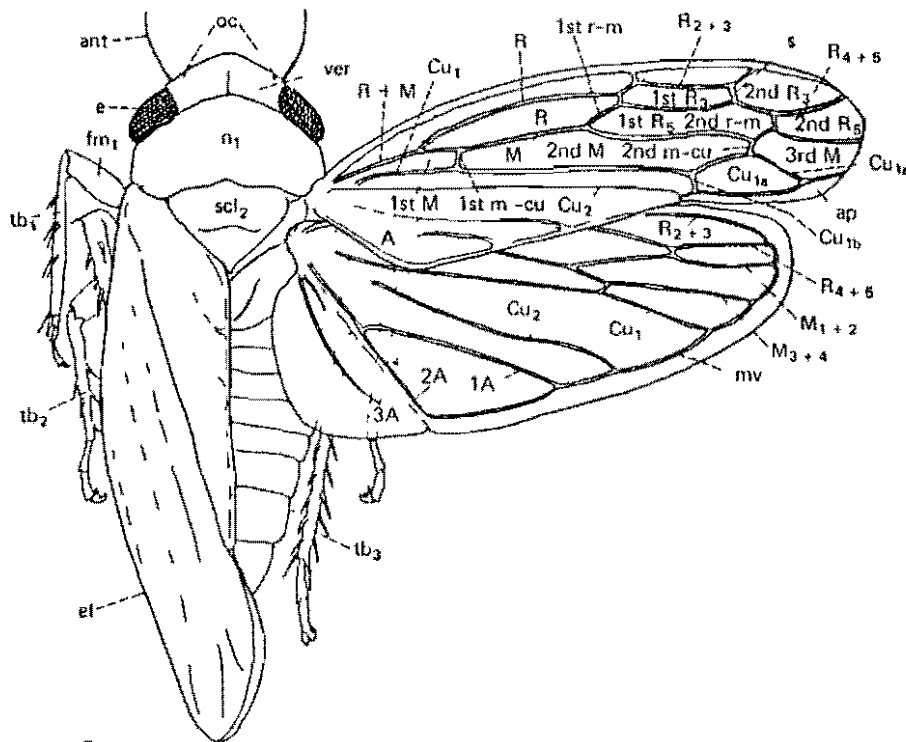


Mouth parts of the large milkweed bug, *Oncopeltus fasciatus* (Dallas) A, lateral view of head showing beak, with labrum detached from front of beak, B, cross section of stylets (somewhat diagrammatic) ant, antenna, bk, beak, buc, buccula, e, compound eye, fc, food channel, j, jugum, lbm, labium, lbr, labrum, lo, lorum, md, mandible, mx, maxilla, oc, ocellus, sc, salivary channel, sty, stylets, ty, tylus

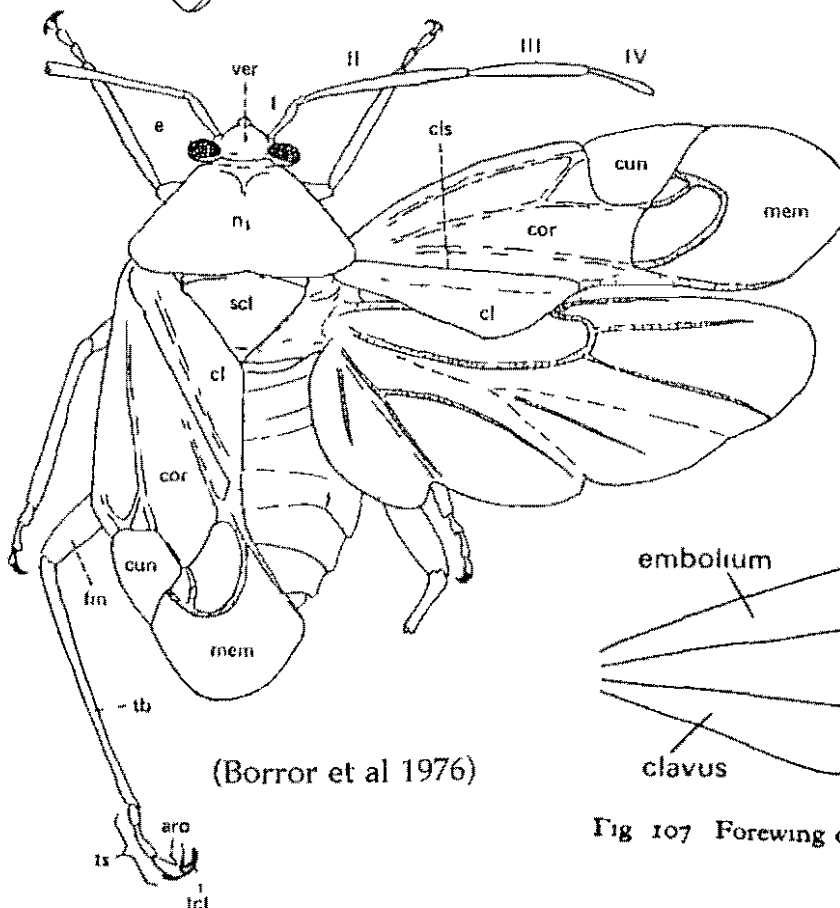
(Borror et al 1976)

Figura 4

Estructura de las alas



HOMOPTERA
Cicadellidae



(Borrer et al 1976)

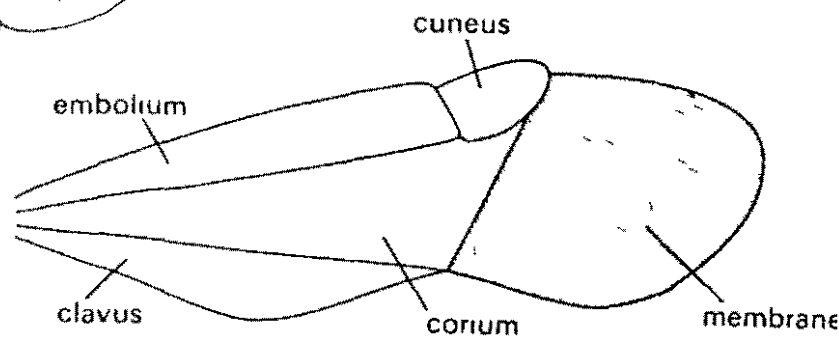


Fig 107 Forewing of a capsid (Heteroptera) (after Comstock, 1918)

(Chapman 1969)

Figura 5
Clases de antenas

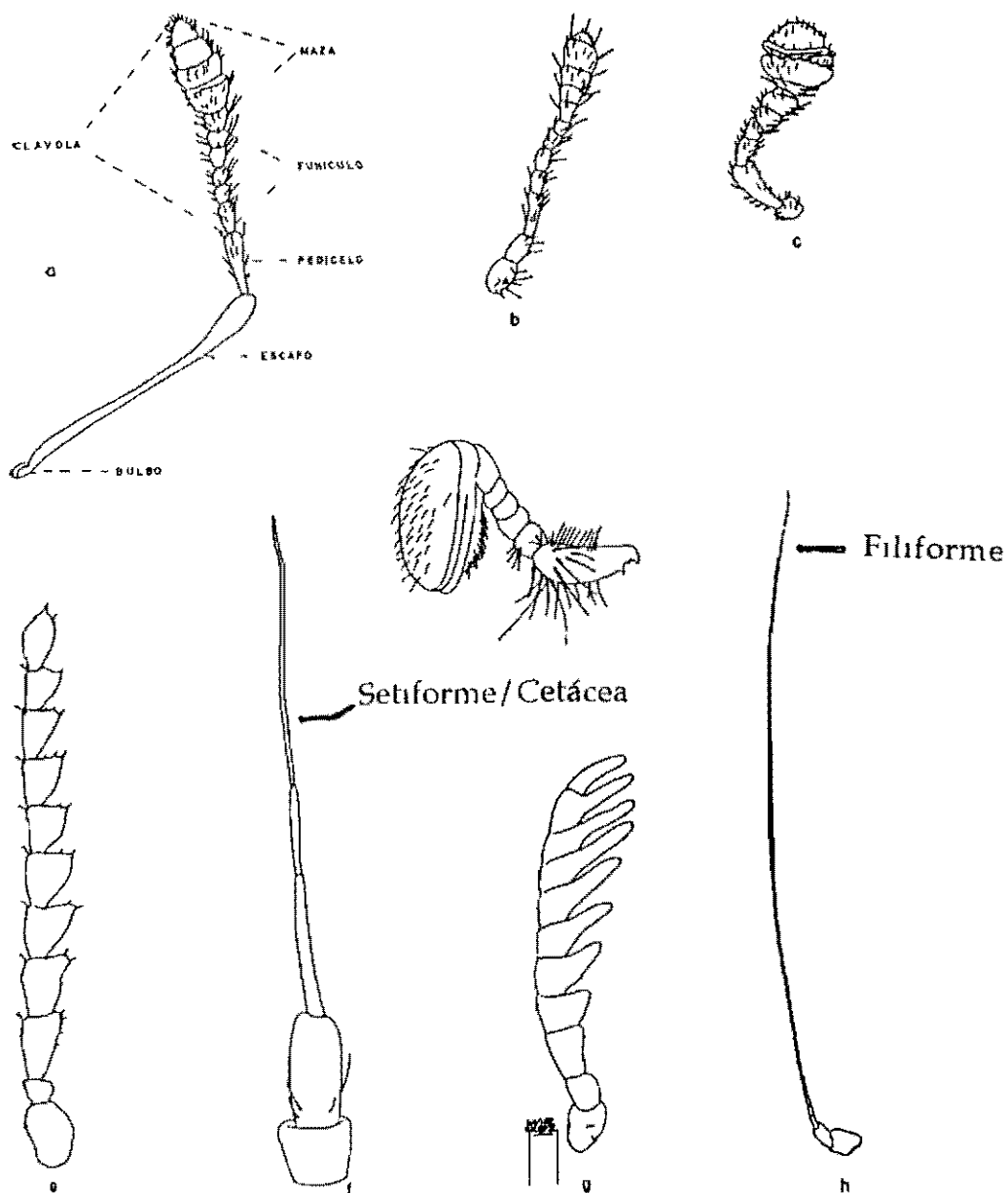


Fig. 45. Antenas: a) Antena mostrando las diversas partes que la forman; b) claviforme o clavada; c) capitada; d) lamelada; e) aserrada; f) cetácea; g) pectinada; h) filiforme.

(Coronado y Marques 1972)

Figura 6
Clases de antenas

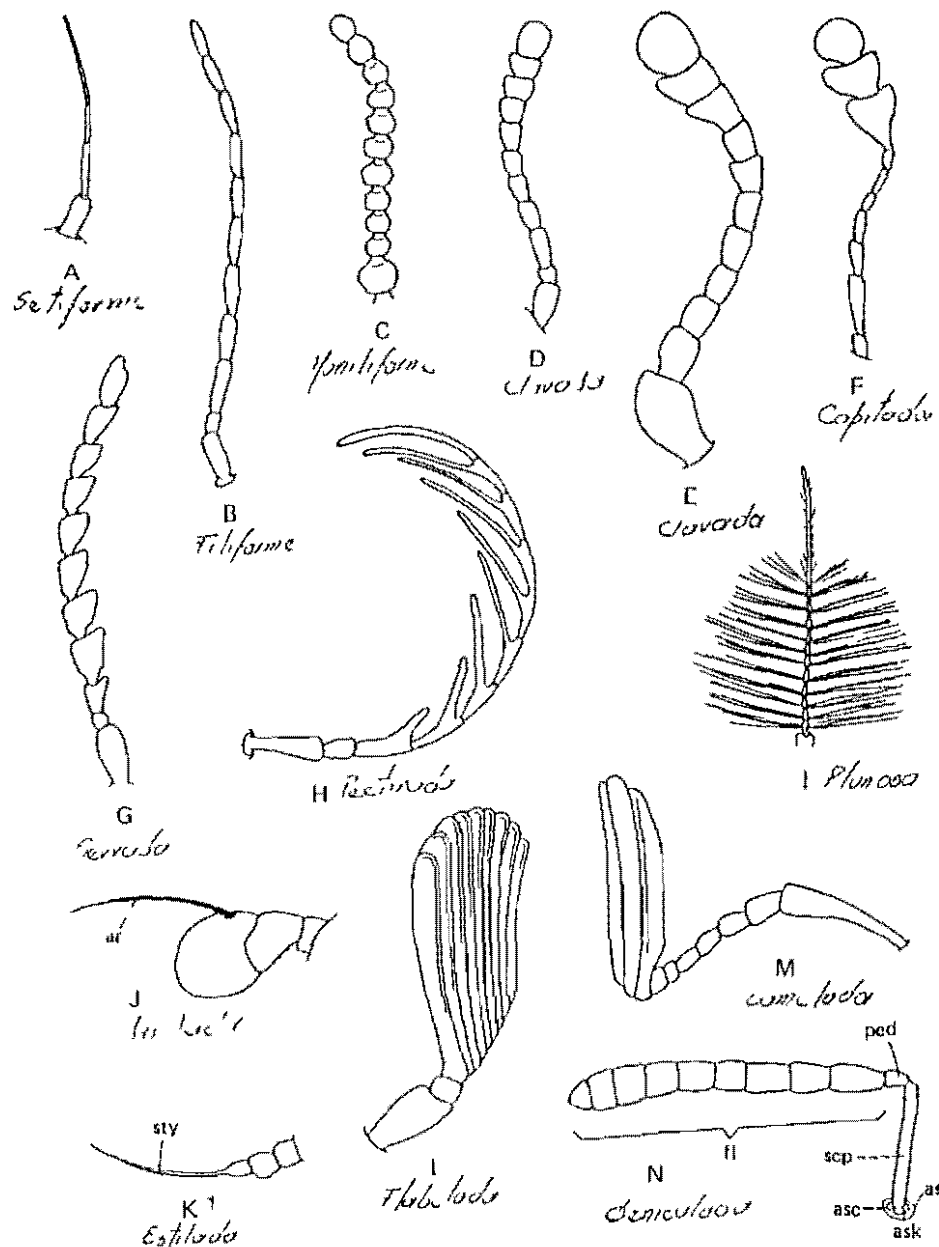
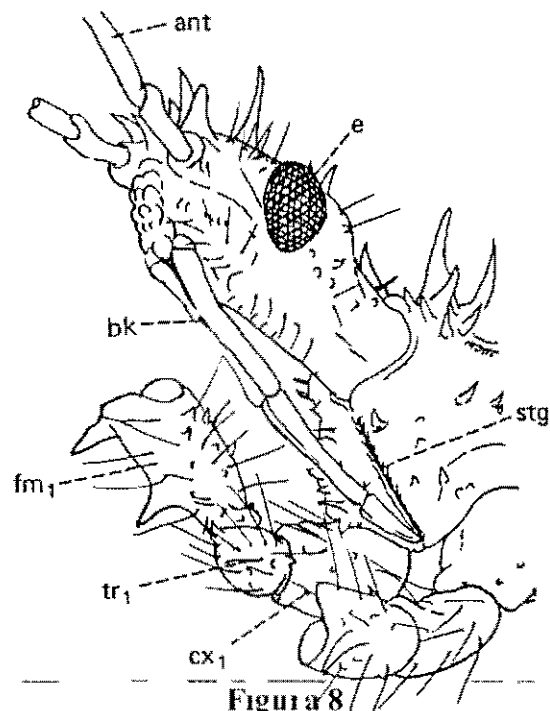


Figure 6 Types of antennae. A: setaceous (hair only). B: filiform (ground beetle). C: moniliform (wrinkled bark beetle). D: clavate (darkling beetle). E: clavate (ladybird beetle). F: capitate (strip beetle). G: serrate (click beetle). H: pectinate (fire-colored beetle). I: plumose (male mosquito). J: mistle (syrphid fly). K: stylate (snipe fly). L: flabellate (cedar beetle). M: lamellate (fungus beetle). N: geniculate (chalcid). Antennae such as those in D-F, L, and M are also called clubbed or arista. asc: antennal sclerite. ask: antennal socket. fl: flagellum. ped: pedicel. scp: scape. sty: style.

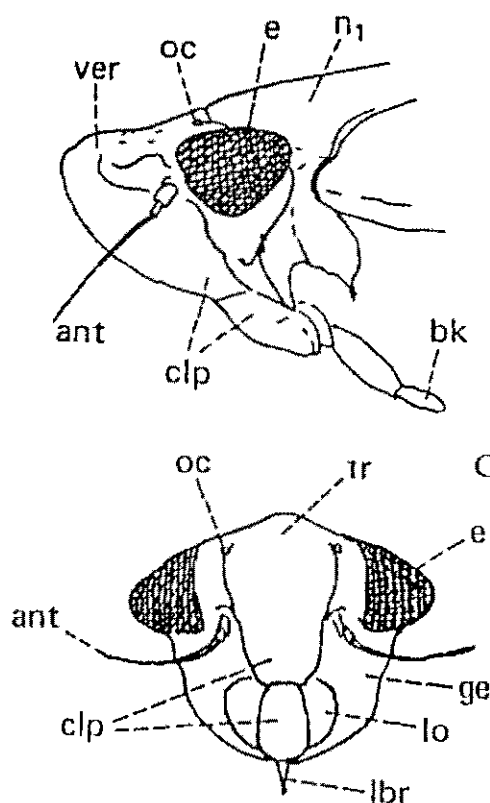
(Borror et al 1976)

Figura 7
Cabeza y aparato bucal del orden Hemiptera



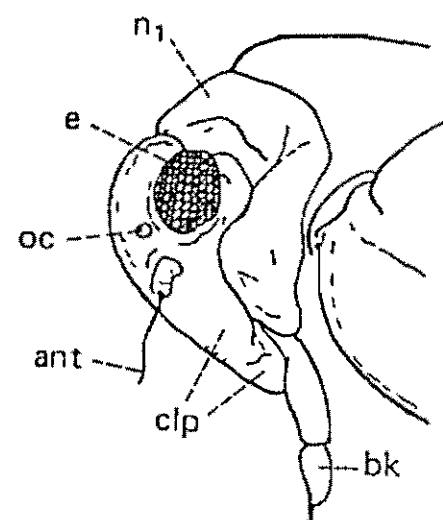
HEMIPTERA
 Reduviidae

Figura 8
Cabeza y aparato bucal del orden Homoptera



CERCOPIDAE

CICADELLIDAE



FULGOROIDEA

(Borror et al 1976)

Figura 9

Las patas de las superfamilias del orden Homoptera



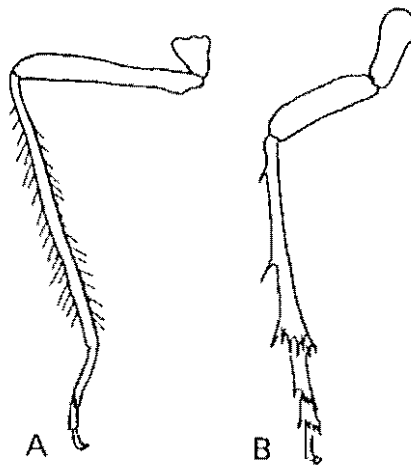
Esquema de las mesocoxas de un Fulgoroide en vista ventral mostrando su separación



Esquema de las metacoxas de un Cicadellidae en vista ventral mostrando su posición



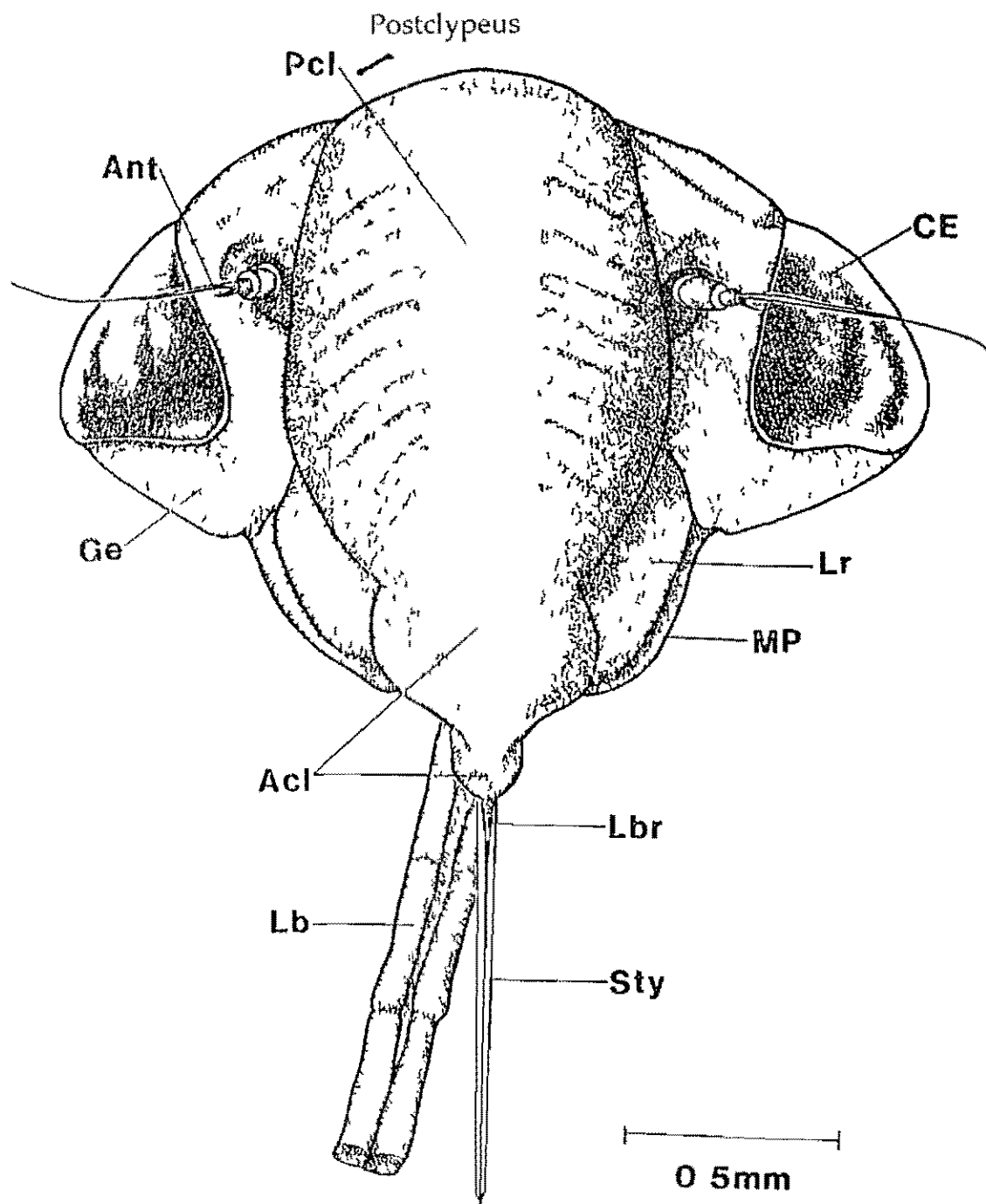
Esquema de las metacoxas de un Cercopidae en vista ventral, mostrando su forma



- 201 A hind leg of a leafhopper (Cicadellidae)
B hind leg of a froghopper (Cercopidae)

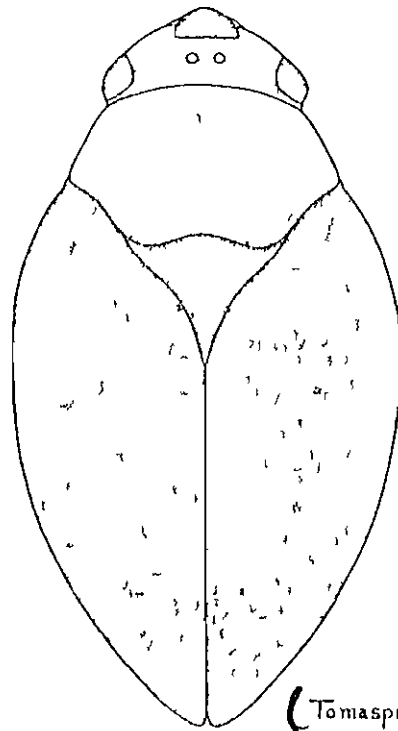
(Borror et al 1976)

Figura 10
Cabeza de la familia Aphrophoridae



Philaenus spumarius (Aphrophoridae)
(Peck, sin publicar)

Figura 11
Configuración de la familia Cercopidae



(*Tomaspis*) *bicincta*

(Doering 1930)

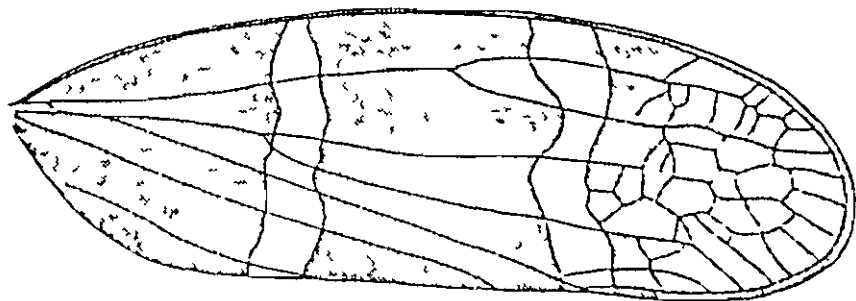
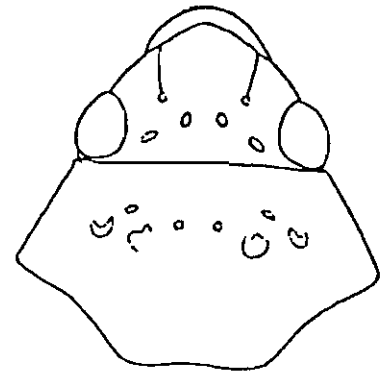
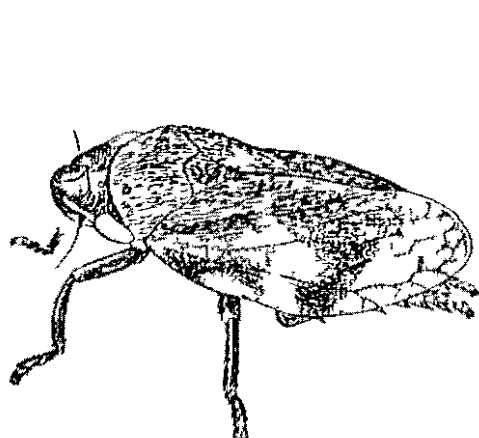


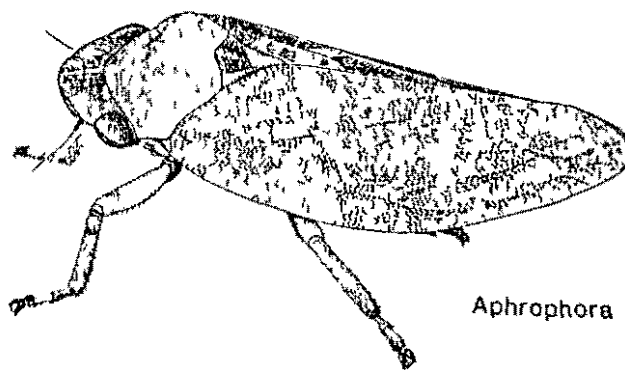
Fig 6—*Mahanarva (Ipiranga) rubicunda* (Wlk.) A Head and pronotum lateral view B the same dorsal view, C tegmen

(Fennah 1968)

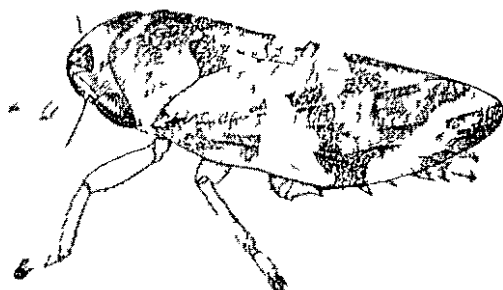
Figura 12
 Configuración de la familia Aphrophoridae



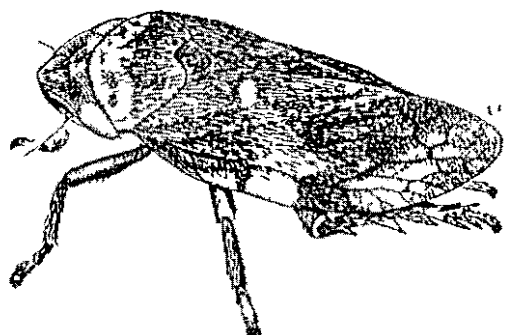
Philaenion canadensis
 (Walley)



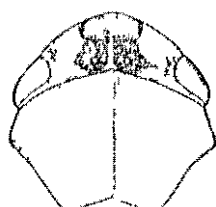
Aphrophora princeps
 Walley



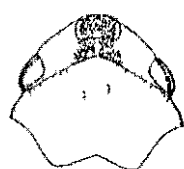
Philaenus spumarius
 (Linnaeus)



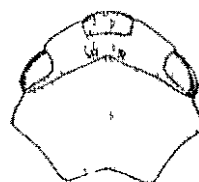
Philaenion abjecta
 (Uhler)



22
A. ampliata



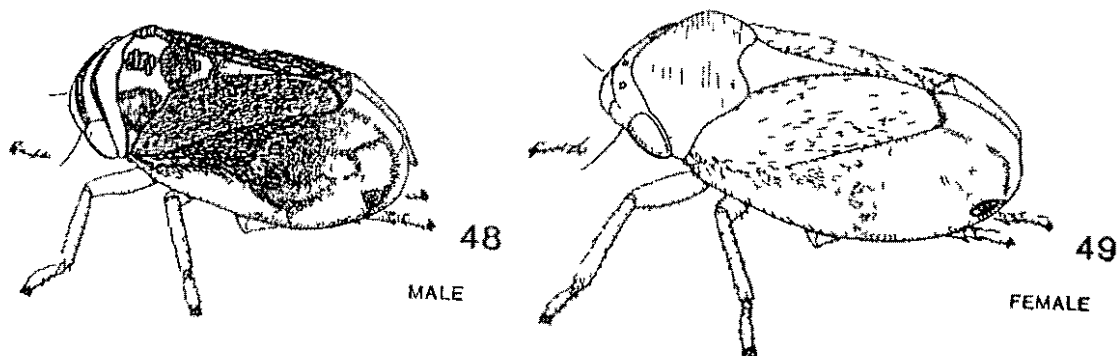
23
A. princeps



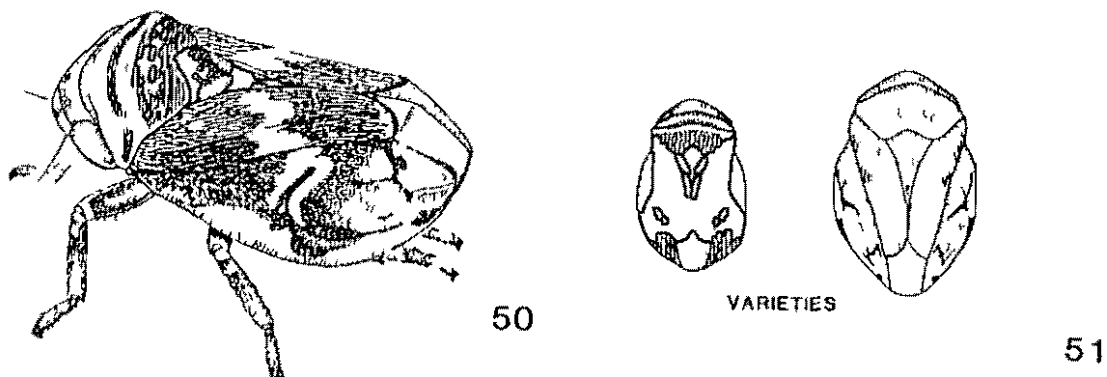
24
Aphrophora regina

(Hamilton 1982)

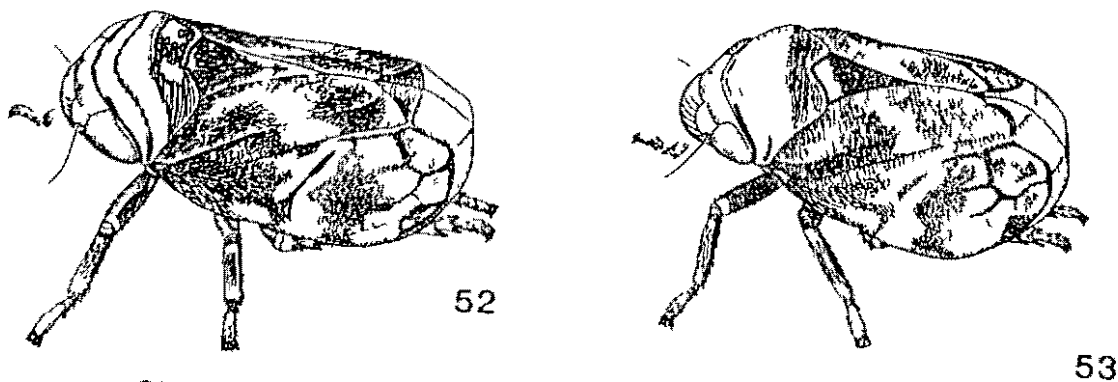
Figura 13
Configuración de la familia Clastopteridae



Clastoptera testacea Fitch



Clastoptera obtusa (Say)



Clastoptera ovata Doering

(Hamilton 1982)

Práctica 2:

**RECONOCIMIENTO DE LAS
ESPECIES Y LOS ADULTOS**

**III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salvazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000**

Practica 2

Reconocimiento de las Especies y los Adultos

Tema	Identificación de las especies colombianas y reconocimiento de los sexos de los adultos
Objetivos	Reconocer las características morfológicas que distinguen los adultos machos y hembras Reconocer la morfología y variación en la genitalia de los adultos, especialmente las características taxonómicamente importantes Reconocer las características morfológicas útiles para distinguir los géneros y especies de cicópodos asociados con gramíneas Distinguir las principales especies del salivazo en Colombia

1 Genitalia y sexo del adulto

- Estudiar las diferencias externas entre machos y hembras de *A. varia* y *Z. pubescens* y aprender como distinguir los sexos. Se debe examinar la capsula genital por el lado ventral tanto como lateral. Buscar las mismas diferencias en especímenes montados e intentar de distinguir el sexo por ojo, sin magnificación (Fig. 1, 2, 3, especímenes en alcohol y montados)
- Estudiar las placas de la genitalia montada bajo el microscopio. En el macho identificar
 - a) las placas genitales
 - b) los estiletes genitales
 - c) el edeago
 - d) el gonoporo del edeagoFamiliarizarse con las diferencias en el edeago entre géneros y la variación en su forma, número y ubicación de espinas, y la ubicación del gonoporo (Fig. 3, placas de microscopio)
- Estudiar la genitalia externa de especímenes machos en alcohol (*A. varia* y *Z. pubescens*). Localizar y examinar las mismas cuatro partes taxonómicamente importantes: las placas genitales, los estiletes genitales, el edeago y el gonoporo. Se puede disectar y hacer cortes del abdomen y las alas para facilitar la búsqueda. Comparar lo que ven con los dibujos de Costes 1971 (Fig. 4, especímenes en alcohol)

2 Timbales

- Ver la demostración de los timbales. Estos órganos son los encargados de producir y transmitir vibraciones para la comunicación a través del sustrato. Consisten de una membrana vibracional y músculos especializados en el segmento I del abdomen en machos y hembras. (Montaje de demostración)

3 Evaluación

- Con el instructor, conseguir un grupo mezclado de adultos y determinar el número de individuos de cada sexo (especímenes en alcohol)

4 Géneros asociados con pastos (de Tomaspidae)

- Sin observar características de la genitalia, es difícil distinguir las especies del salivazo. No obstante, algunas otras características han demostrado utilidad en distinguir géneros para uso en claves taxonómicas. Familiarizarse con algunas de las características importantes para distinguir entre géneros y especies con cuatro parejas. Para cada pareja, juntar la característica con los taxa apropiada llenando los espacios (Fig. 14, 15, 16)

Mahanarva vs *Zulia* Distancia entre ojo-proepisterna y ojo-postclipeo

- | | |
|-------|---|
| _____ | (a) ancho máximo entre margen inferior del ojo y proepisterna 1.5 veces el ancho menor entre ojo y postclipeo |
| _____ | (b) ancho máximo entre margen inferior del ojo y proepisterna apenas si lo logra, el ancho menor entre ojo y postclipeo |

Aeneolamia vs *Prosapia* Segmento antena 3

- | | |
|-------|---|
| _____ | (a) casi cónico, arista menor ubicada distintamente más hacia la base que la arista mayor |
| _____ | (b) transversal o escasamente redondo al ápice, las aristas planas |

Aeneolamia vs *Deois* Valvulas 1 del ovipositor

- | | |
|-------|--|
| _____ | (a) con proyecciones ventrales a la base |
| _____ | (b) sin proyecciones ventrales a la base |

Z. carbonaria vs *Z. pubescens* Perfil del clipco

- _____ (a) rectangular o doblado subagudamente
- _____ (b) redondo hasta anteclypeo en lo mayor solo obtusamente angulado

5 Especies asociados con pastos en Colombia (de Tomaspidae)

- Examinar las especies de cicopidos asociados con gramíneas en Colombia e intentar distinguir visualmente las especies
- Ahora buscar las características específicas que distinguen los siguientes complejos de especies que ocurren en tres zonas diferentes de Colombia. Son útiles las características de color y tamaño debido a la variación intraespecífica? Sería posible describir las diferencias a un ganadero o productor de estas zonas?

Costa Caribe

A. lepidior vs *A. reducta*

Piedemonte Orinoquia

A. reducta vs *A. varia* vs *Z. pubescens*

Valle del Cauca

P. simulans vs *Z. carbonaria* vs *Z. pubescens*

6 Evaluación

- Distinguir entre todas las especies de un solo género sería difícil sin contar con características de la genitalia debido a la variación en patrones de color. Sin embargo, a nivel geográfico podría ser posible establecer claves taxonómicas basadas en características generales como color, tamaño o forma. Estas claves serían más prácticas y útiles para usuarios sin experiencia en entomología o sin estereoscopios
- Formar grupos de cuatro personas para diseñar una clave taxonómica binomial para distinguir entre las principales especies en Colombia. Estas claves tienen que superar la variación intra- y interespecífica en color tanto como dimorfismo sexual (especímenes montados). Usar especímenes montados de
 - *Acneolamia lepidior*
 - *Acneolamia reducta*
 - *Aeneolamia varia*
 - *Mahanai va andigena*
 - *Prosapia simulans*
 - *Zulia carbonaria*
 - *Zulia pubescens*
 - *Zulia* sp. nov.

Figura 1
Morfología general de la genitalia entre sexos

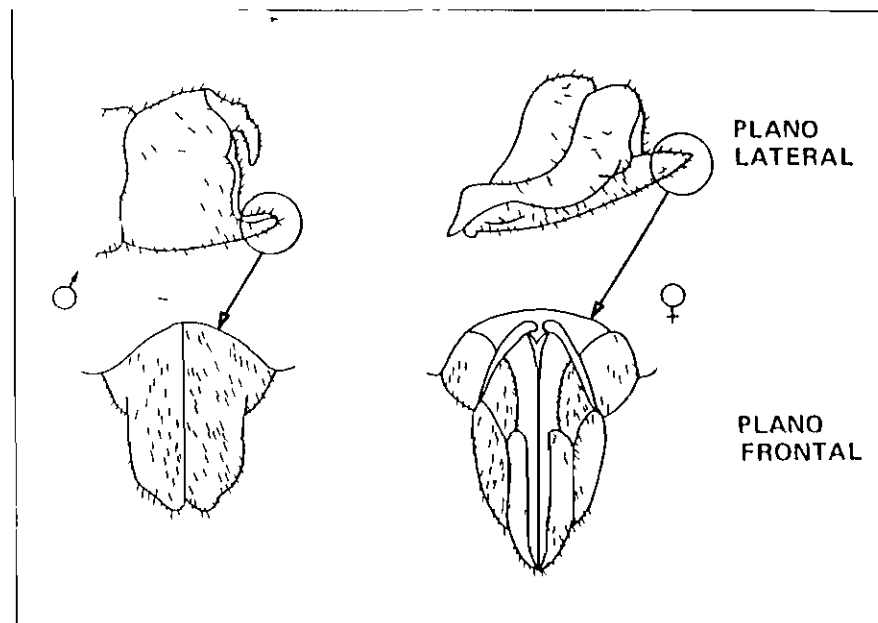
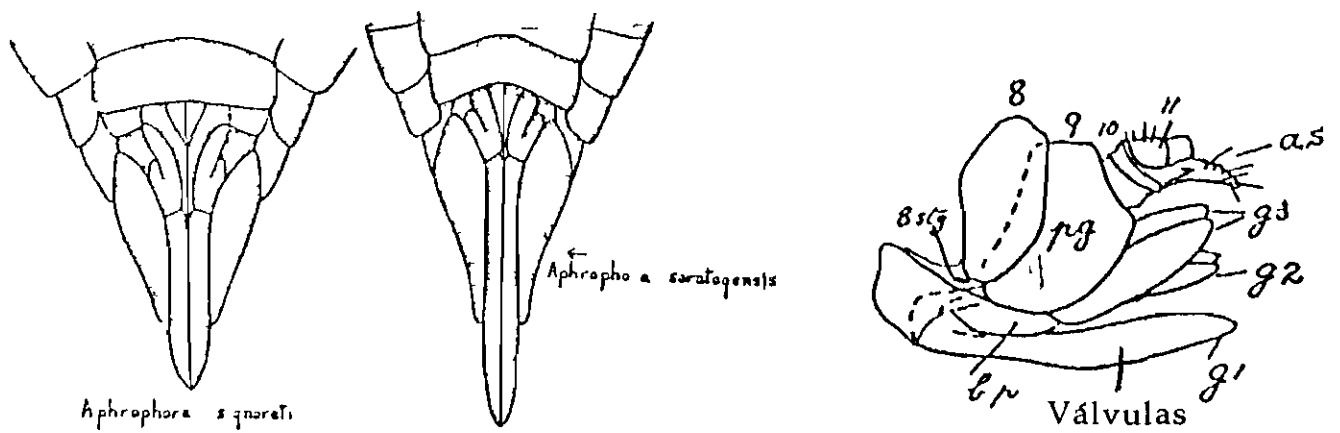


Figura 9 Genitalia externa de *Zulia colombiana* Lallemant vista en dos planos

(Calderón et al 1982)

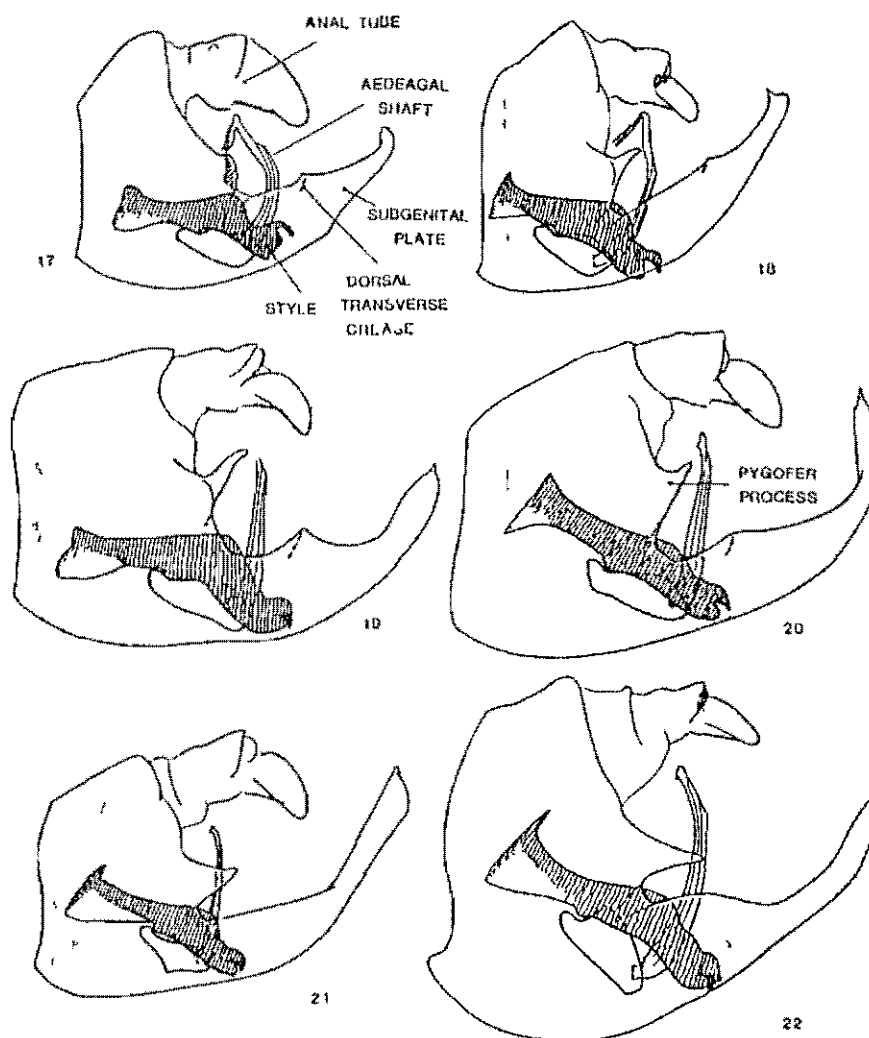
Figura 2
Estructuras de la genitalia de las hembras



(Doering 1930)

(Kershaw 1914)

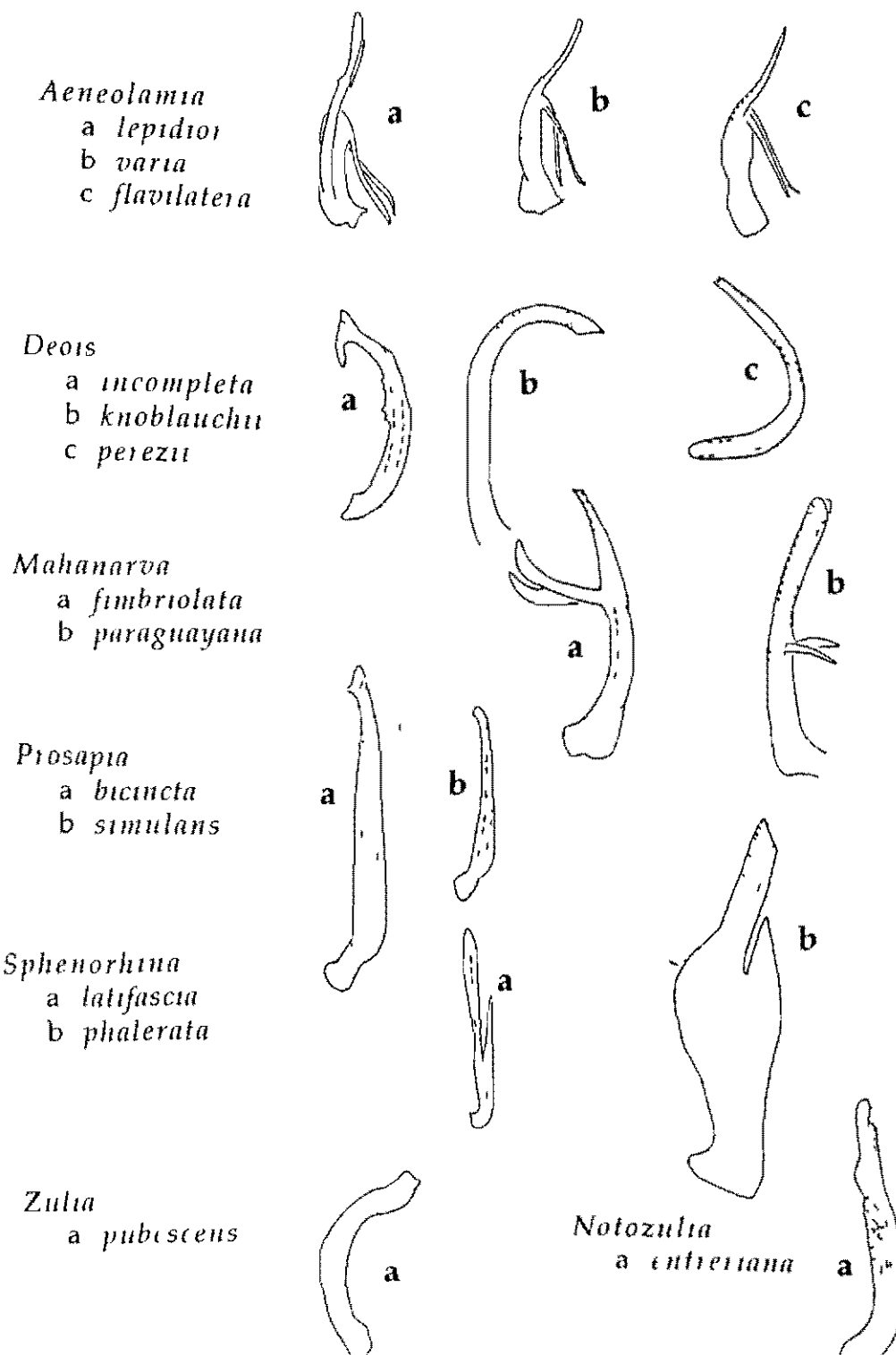
Figura 3
Estructuras de la genitalia de los machos



Figs 17-22 Male terminalia of *Prosapia* spp. Lateral aspect 17 *P. fortior* n. sp. 18 *P. chiapanensis* sp. 19 *P. miles* (Fowler) 20 *P. ignifera* n. sp. 21 *P. stimulans* (Walker) 22 *P. isabrensis* sp.

(Hamilton 1982)

Figura 4
Variación en el edeago del macho



(Costes 1971)

Figura 5
Distancia ojo-proepisterna y ojo-postclipeo

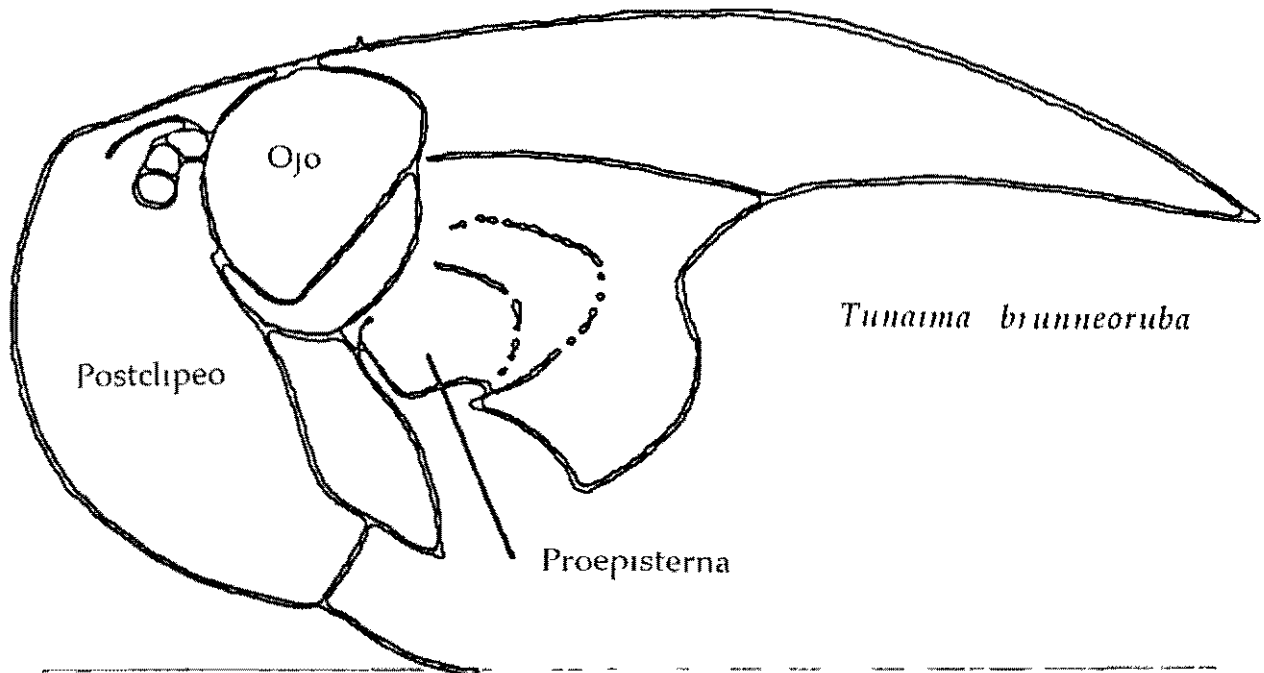
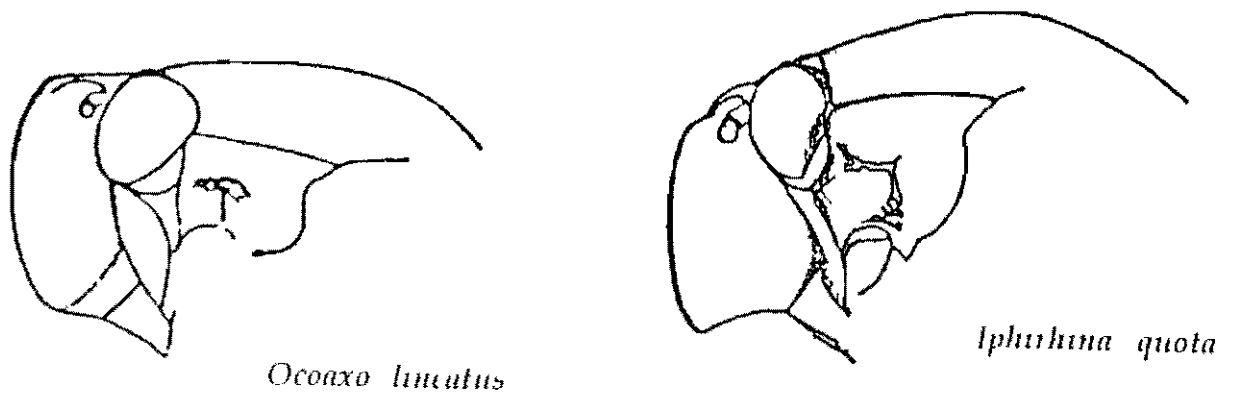


Figura 6
Perfil del clipeo



Práctica 3:

RECONOCIMIENTO DE LOS ESTADOS DE DESARROLLO DE LAS NINFAS Y HUEVOS

**III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000**

Practica 3

Reconocimiento de los Estados de Desarrollo de las Ninfas y Huevos

Tema	Reconocimiento e identificación de los estados de desarrollo de las ninfas y de los huevos
Objetivos	Reconocer las características morfológicas de las ninfas asociadas con la vida en una masa de espuma Reconocer las diferencias morfológicas que distinguen los cinco instares ninfales Distinguir el sexo del quinto instar Reconocer las diferencias entre los cuatro estados de desarrollo de los huevos y como varía las características morfológicas entre especies diferentes

1 Morfología de las ninfas

- Estudiar la morfología de ninfas del quinto instar
 - a) localizar los ojos, antenas, muñones alares y abdomen
 - b) revisar el tubo formado por los esternitos de los segmentos abdominales y tratar de encontrar los espiráculos escondidos al interior
 - c) contar el número de segmentos abdominales y localizar la genitalia en el segmento 9, los segmentos 10 y 11 son reducidos (Fig. 1, 2, especímenes)
- Determinar el sexo del quinto instar con la referencia de Kuenzi 1985 (Fig. 1, especímenes)
- Comparar el instar V temprano (Va) y tardío (Vb, próximos a mudar a adulto) Identificar los rasgos característicos del futuro adulto, especialmente las espinas laterales y la corona de espinas en la metatibia (Especímenes)

2 Determinacion de instar

- Empezando con los instares mayores hacia los menores, utilizar la clave para determinar los instares y verificar que se puede ver la morfología de las características importantes
 - a) las antenas
 - b) las muñones alares
 - c) los ojos
 - d) la capsula cefalica
 - e) la esclerotizacion(Tabla 1, especímenes)
- Hacer dibujos para acompañar la clave sobre la forma de las muñones alares y su ubicacion sobre el abdomen y torax. Apuntar otras características que puedan ser utiles para distinguir los instares (Tabla 1, especímenes)
- Llenar la tabla de resumen sobre las características claves para distinguir los estados ninfales (Tabla 2)
- Familiarizarse con las ninfas de otras especies disponibles (Specimens)

2 Evaluacion

- Con el instructor conseguir un grupo de varios instares de varias especies mezclados y determinar cuantos individuos hay de cada instar (a pesar de diferencias entre especies). En este caso no se puede contar con diferencias de tamaño debido a las diferencias entre especies

3 Desarrollo comparativo de huevos

- Familiarizarse con la morfología de los huevos de *A. varia*. Localizar el polo anterior y posterior, y la linea de eclosion. En los huevos mas desarrollados encontrar las manchas de pigmento rojo y la ruptura en el corion que expone la tapa de eclosion (Fig. 3, 4, especímenes)
- Observar la cajas petris que contiene huevos puestos sobre papel filtro humedo por *A. varia* y otras especies. Para algunas especies este metodo sirve como una alternativa para obtener y observar pequeñas cantidades de huevos sin tener que trabajar con barro como sustrato de oviposicion. Como estan puestos los huevos solos, o en pequeños grupos? Como estan metidos los huevos en el papel, cual polo esta en la superficie, estan ubicados en un patron regular?

- Con referencia a los dibujos de Fewkes 1965 (Fig. 1) y Wiedijk 1982 (Fig. 2) determinar el estado de desarrollo de varios huevos del grupo en la demostración *A. varia* y las otras especies disponibles. Fuera de tamaño, cuales son las características de los huevos que varían entre estas especies?
- Ver la demostración de montajes con huevos de *P. simulans* utilizados para determinar duración de los estados de desarrollo y características morfológicas.

Figura 1
Instares de la familia Clastopteidae

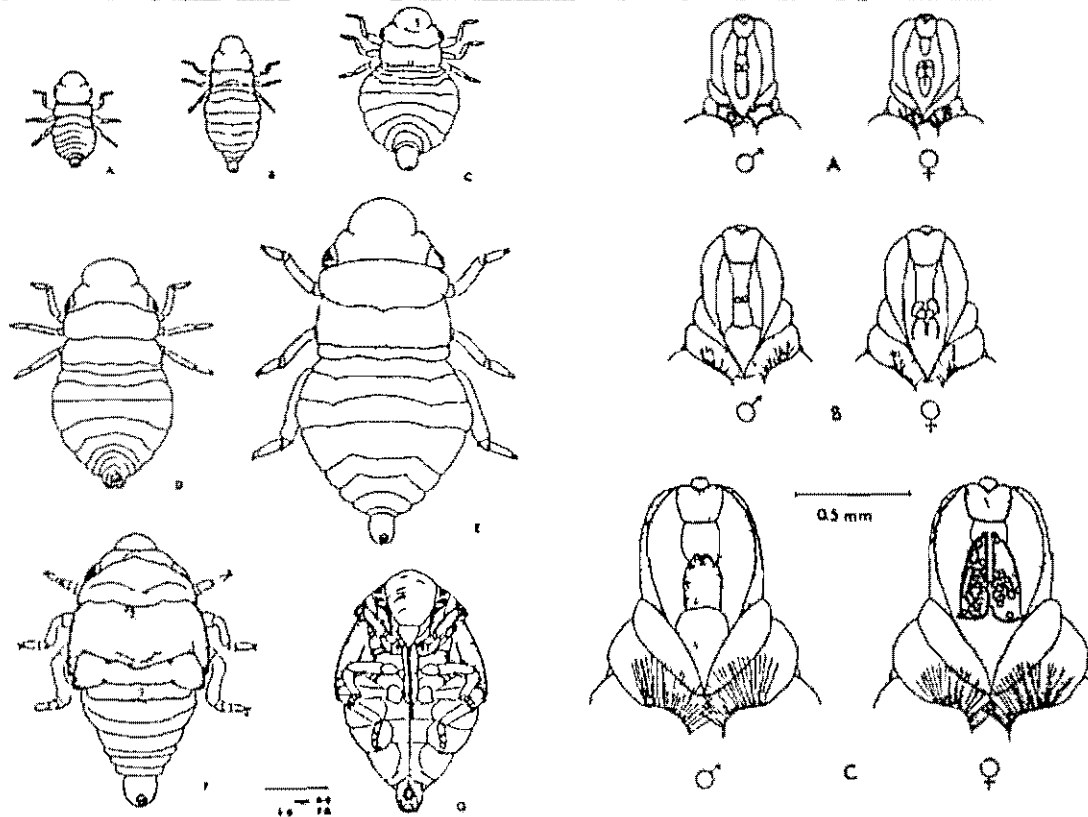
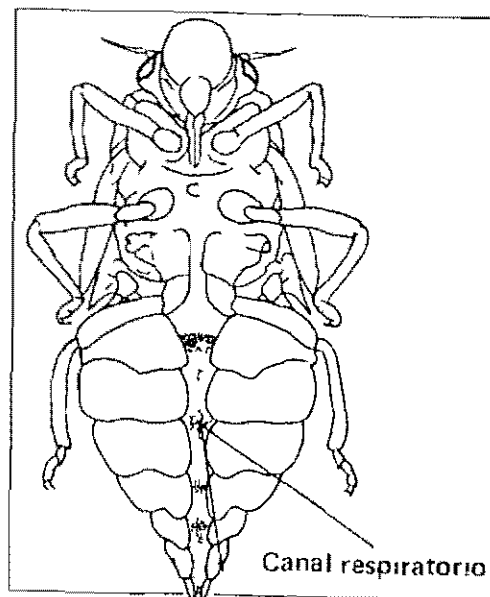


Fig 2 Nymphal instars of *C. arborina* -A) newly emerged nymph B) late first instar C) second instar D) third instar E) fourth instar F) fifth instar dorsal view G) fifth instar ventral view -Note the different scale for F and G

(Kuenzi y Coppel 1985)

Figura 2
Tubo de respiracion



(Calderón et al 1982)

Fig 3 Development of the genitalia. Ventral views of abdominal segments 5-9. Segment 6 is concealed by the enlarged fifth tergum and the curvature of the abdomen. The filaments mentioned in the text are shown as one clump. A) third instar B) fourth instar C) fifth instar

Vista ventral de la ninfa con la localización del canal que aloja los espiráculos (Tomado de Costa Lima 1942)

Figura 3
 Estados de desarrollo de huevos de *Aeneolamia varia*

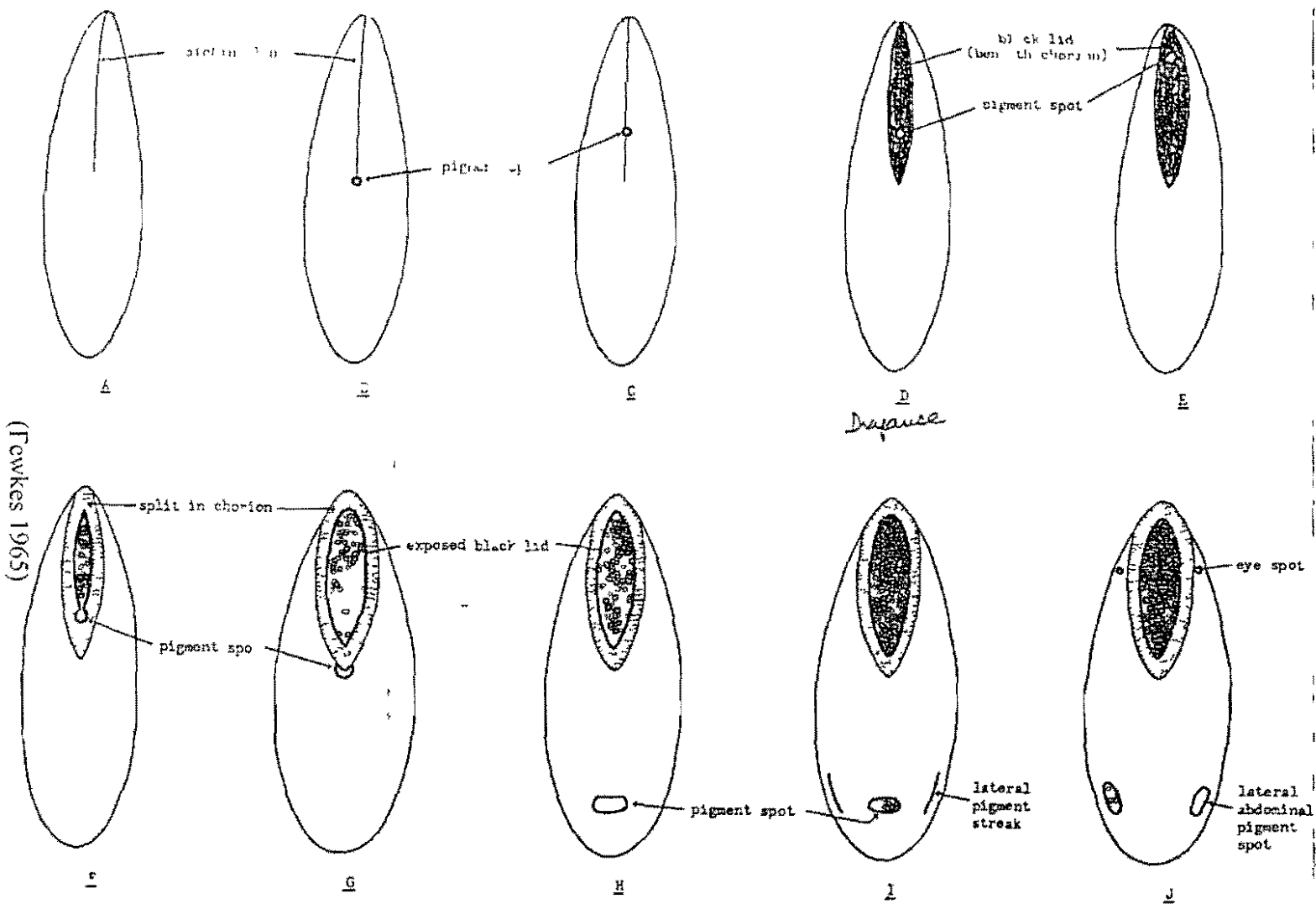


Figure 3

Diagram to show stages in development of the frog hopper egg
 top pigment spot seen by transparency
 D represent a diapausing egg

Uncleared eggs viewed from dorsal aspect - anterior pole to the

Figura 4

Estados de desarrollo general de *Aeneolamia flavilatera*

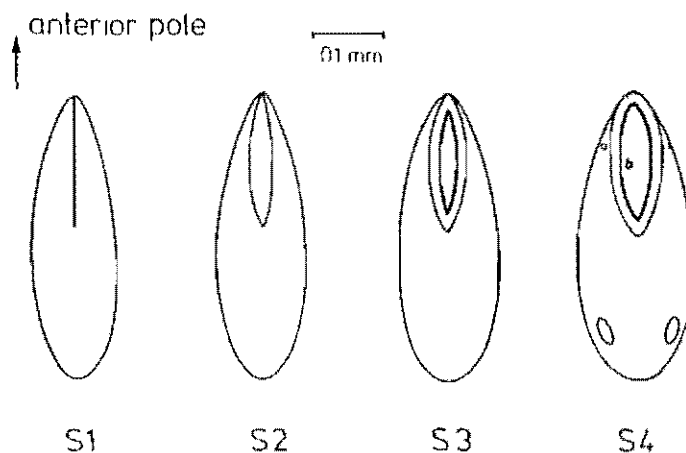


Fig. 7 Stages of *A. flavilatera* egg differentiation is based on the description of characteristic features of the outer appearance of the egg (frontal view) during embryonic development.

- S₁ - entirely pale yellow, the egg shell or chorion already showing the hatching line, which is the suture along which the egg shell will split later on.
- S₂ - underneath the hatching line, a dark elliptical area has become visible, which will later on develop to be the hatching lid. A reddish roundly shaped pigment spot is hidden underneath the dark streak near the anterior pole of the egg.
- S₃ - the egg shell has partly split along the hatching line, thus exposing the black hatching lid, the pigment spot is now somewhere underneath the hatching lid, and moving on downwards (i.e. away from the anterior pole) as blastokinesis advances.
- S₄ - blastokinesis has taken place, the above mentioned pigment spot has split in two and these are visible at both sides near the posterior pole of the egg (the abdominal pigment spots of the embryo). The two newly developed distinct red spots that are now present near the anterior pole of the egg are the eye spots of the embryo.

(Wiedijk 1982)

Tabla 1
Características claves de los instares de *Aeneolamia varia*

Instar V

<u>Antena</u>	8 segmentos - el segmento 3 es 2 veces mas largo que el 4 - los segmentos 1 y 2 casi tan anchos como largos
<u>Muñon alar</u>	Muñones alares anteriores se extienden mas alla del metatorax hasta el segmento abdominal 2, muñones alares posteriores se extienden a traves de los segmentos abdominales 1 y 2 hasta el segmento 3 - 2 veces mas largo que la superficie dorsal del metatorax
<u>Ojo</u>	Forma oval con bordes distintos
<u>Tarsa</u>	3 segmentos

Instar IV

<u>Antena</u>	Dificiles de ver con nuestros estereoscopios - 8 segmentos - el segmento 3 es 2 veces mas largo que segmento 4, los segmentos 1 y 2 casi tan anchos como largos
<u>Muñon alar</u>	Muñones alares anteriores se extienden hasta el centro de metatorax, muñones alares posteriores se extienden dentro del segmento abdominal 1 - 1.5-2 veces mas largos que la superficie dorsal del metatorax
<u>Ojo</u>	Forma medio circulo con bordes distintos
<u>Tarsa</u>	Aparentemente con un solo segmento

Instar III

<u>Antena</u>	Dificiles de ver con nuestros estereoscopios
<u>Muñon alar</u>	Muñones alares anteriores se extienden casi hasta el centro del metatorax, muñones alares posteriores se extienden hasta - pero no dentro del segmento abdominal 1 - esclerite dorsal metatoraxico reducido en la linea central
<u>Ojo</u>	Forma medio circulo con bordes distintos

Instar II

<u>Muñon alar</u>	Muñones alares anteriores y posteriores son diminutas que se extienden apenas mas alla del borde posterior de sus segmentos toracicos, escleritos toracicos reducidos pero presentes
<u>Ojo</u>	Forma circular hasta oval con bordes difusos

Instar I

<u>Muñon alar</u>	Ausentes - escleritos toracicos aparentemente ausentes
<u>Ojo</u>	Forma circular hasta oval con bordes difusos

Tabla 2
Características claves para distinguir los cinco instars y seis clases de edad

Característica	Instar/Clase de Edad					
	I	II	III	IV	Va	Vb
Ancho de la capsula cefalica						
Esclerotizacion del torax						
Alas mesotoraxicas llegan hasta						
Alas metatoraxicas llegan hasta						
Espinas metatibias del adulto						

Práctica 4:

MECANISMOS DE DEFENSA

**III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000**

Practica 4

Mecanismos de Defensa

Tema	Defensas claves de los cercopidos: las masas de espuma de las ninfas y el sangraje reflexivo en los adultos
Objetivos	Conocer como las ninfas de los cercopidos construyen las masas de espuma y así entender su papel de protección y como influye en su vida natural Observar y estudiar el comportamiento del sangraje reflexivo para entender su papel en la vida natural de los cercopidos adultos

1 Construcción de la masa de espuma

- Observar la demostración de las masas de espuma producidos por los diferentes instares. Familiarizarse con las diferencias en aspectos físicos como tamaño de las burbujas y tamaño de la masa de espuma. Hasta que punto ayudaría esas características en la determinación del instar en campo?
- Recoger una plantita de arroz con sitio de alimentación y liberar una ninfa. Observar su capacidad de caminar fuera de la masa de espuma, su capacidad de formar burbujas sin chupar y la búsqueda de un nuevo sitio de alimentación.
- Observar la construcción bajo magnificación del estereoscopio. Observar su posición de alimentación, el uso de los estiletes bucales, y las pruebas del tallo mientras busca un sitio apropiado. Notar el uso de las patas para agarrar y ayudar en la formación. Observar especialmente la acción del abdomen móvil para agregar burbujas y respirar.
- Registrar cuánto tiempo demora para cubrirse con la espuma y el número de burbujas por minuto.

2 Comportamiento del sangraje reflexivo

- Recoger un adulto de la jaula con el menor disturbio posible. Agarrarlo por la espalda y usar pinzas finas para pellizcar las patas o de alguna manera atacarle para ver la salida de la sangre. De cuales sitios sale y que tipo de ataque causa la respuesta? Observar el comportamiento bajo el estereoscopio para ver los sitios exactos.
- Hacer observaciones iniciales sobre el potencial de la sangre como repelente químico (repugnante desde el punto de vista de olor o sabor) o como repelente mecánico (pegajoso o un coagulante rápido). Tocar la sangre con la lengua para conocer el sabor de este y jugar con una gotica para ver si es pegajosa.
- Volver a recoger tres adultos uno a la vez. Esta vez recolectar toda la sangre que sale de las patas con un tubo capilar. Tener cuidado de no recolectar la orina clara que sale por el ano. Pellizcar y molestarle por 2 minutos o hasta que no salga mas sangre. Medir la cantidad de sangre (mm en el capilar) de tres individuos y registrar el sexo.
- Si hay tiempo, pensar en como se podría evaluar la efectividad de la defensa contra enemigos naturales y determinar el mecanismo del repelente. Pensar en posibles bioensayos y considerar los enemigos diversos desde hormigas hasta pajaros.

3 Discusion

- Contra que clase(s) de depredadores funcionaria mejor la defensa de la masa de espuma segun su nuevo conocimiento? Funcionaria para esconder la ninfa, repeler físicamente, repugnar, o como?
- De que tipo cree es el mecanismo de la defensa de sangraje reflexivo: químico, mecánico u otro?

Práctica 5:

**CRIA Y ESTUDIOS
BIOLOGICOS**

**III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salvazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000**

Practica 5

Cria y Estudios Biologicos

Tema	Metodos y tecnicas de cria y estudios biologicos
Objetivos	Reconocer como manejar una cria masiva
	Reconocer como manejar una unidad de cria, escala pequeña
	Reconocer como preparar los montajes requeridos por estudios biologicos

1 Visita a las actividades en la casa de malla

- Se van a presentar tecnicas de manejo de plantas, suelo, y condiciones ambientales para aportar estudios sobre el salvazo

2 Demostracion y discusion sobre el cria masiva del salvazo

- Preparacion de material vegetal
- Obtencion de condiciones optimas para desarrollo de las ninfas
- Captura y manejo de adultos
- Camara de oviposicion
- Cria masiva tradicional vs mejorado

3 Demostracion y discusion sobre una unidad de cria

- Manejo
- Usos

4 Demostracion y discusion sobre montajes para aportar estudios biologicos

- Longevidad de ninfas
- Longevidad de adultos
- Sitios de oviposicion

Práctica 6:

MANEJO DE HUEVOS

**III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000**

Practica 6 Manejo de Huevos

Tema	Manejo de los huevos del salivazo en apoyo a su cria y uso en bioensayos
Objetivos	Conocer el procedimiento, desde recoleccion hasta infestacion, para separar, limpiar, contar, desinfectar, almacenar y separar los estados diferentes de los huevos del mion

1 Manejo de huevos

- Se va a mostrar el procedimiento para manejar los huevos de *A. varia*. El proceso inicia con el sustrato de oviposicion (barro) que contiene huevos puestos por hembras en la camaras de oviposicion en la cria. En todo el proceso - desde extraccion, limpieza, desinfeccion y almacenamiento hasta infestacion - fijarse en los detalles relevantes a la eficiente manipulacion de los huevos que disminuye las perdidas

2 Proceso de extraccion

- Tamizado
- Flotacion
- Desinfeccion
- Incubacion

3 Bateria de separacion

4 Frecuencia de eclosion

5 Utilizacion de las posturas

- Prioridades
- Almacenamiento

Utilización de huevos

* Infestación en campo y colonia

Bioensayos

Almacenamiento

Prioridades

1 - Buscar soluciones que mantenga los huevos en suspensión

Concentración

9%

10%

11%

12%

Comportamiento

Decantan rápido

Decantan lento

Algunos NO decantan

Sobrenadan rápido

2 - Instrumento y cantidad de solución (10,5%) que permita fraccionar en partes iguales un determinado número de huevos

A - Frasco dispensador (Alicuota 10ml)

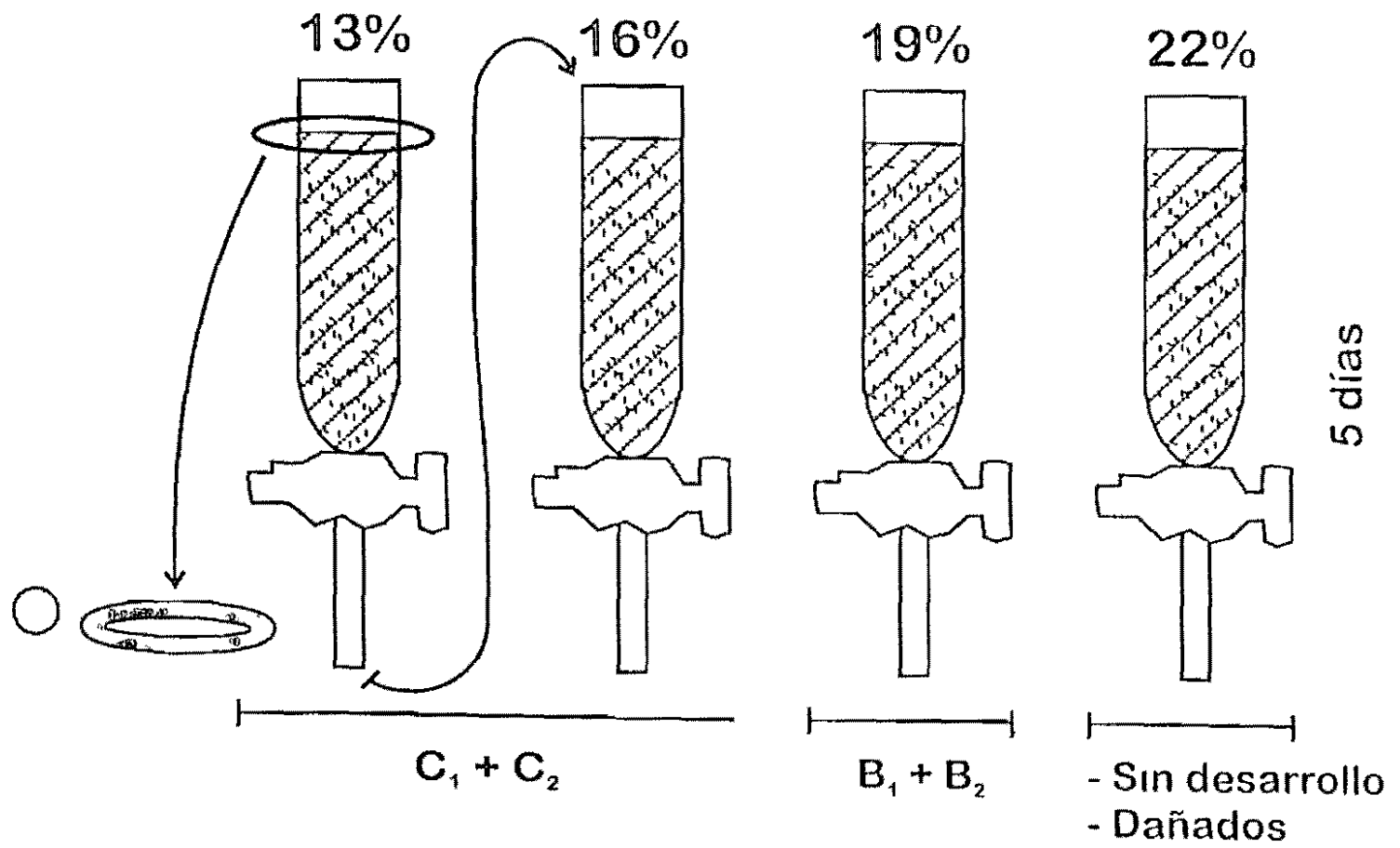
B - Fórmula

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Total} & & \text{No de huevos} & & & & \text{Volumen} \\ \text{de huevos} & & \text{deseados} & & 10 & & \text{de} \\ \text{del 13\%} & \div & \text{por sitio} & \times & \text{(Alicuota} & = & \text{solucion a} \\ \text{separados} & & \text{o pote} & & \text{ml)} & & \text{preparar} \end{array}$$

Contabilidad de huevos

Solución Salina	Factor (k) conversión	Total huevos
13%	1090	$\frac{0.1}{\text{No. ml} \times k}$
16%	1211	$\frac{0.1}{\text{No. ml} \times k}$
19%	1363	$\frac{0.1}{\text{No. ml} \times k}$
22%	1635	$\frac{0.1}{\text{No. ml} \times k}$
25%	2180	$\frac{0.1}{\text{number ml} \times k}$

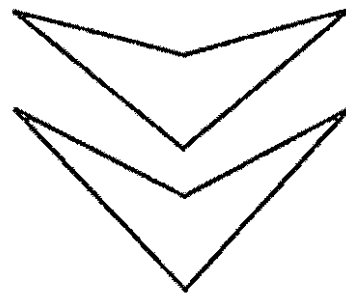
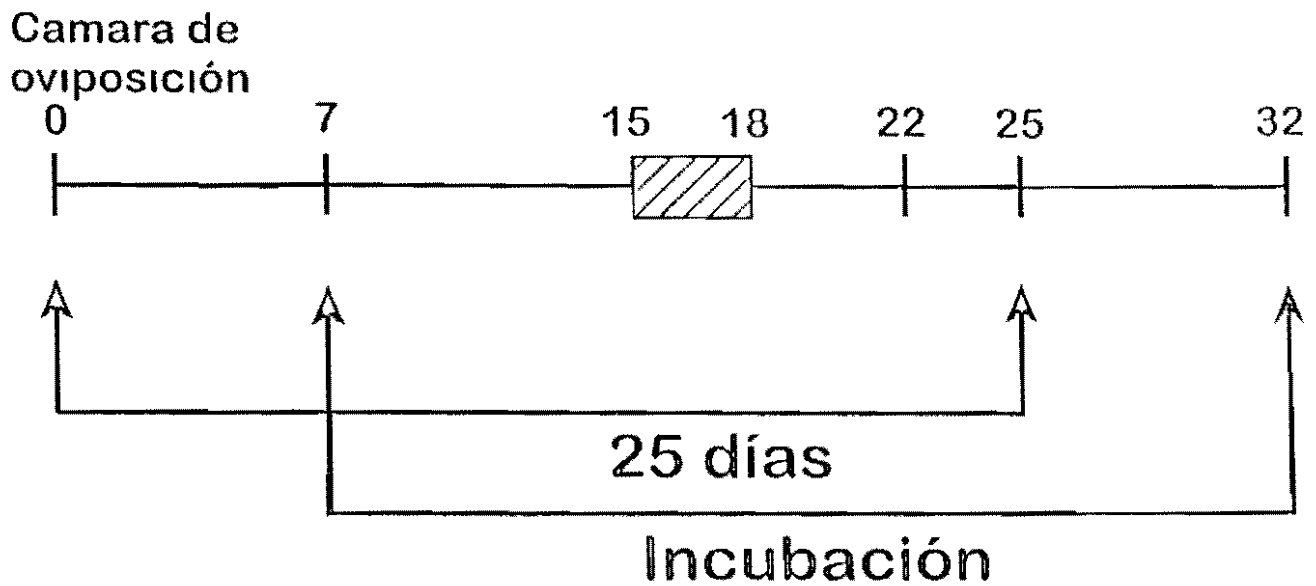
Batería de Separación



Componentes

- Embudo de separación
- Soluciones salinas
- huevos flotantes
- huevos decantados

Desarrollo de los huevos (*Aeneolamia varia*)



TEMPRANOS
25 - 32 días

35%

TARDIOS
32 $\pm$ 120 días

65%

Práctica 7:

**RECONOCIMIENTO DE
ENEMIGOS NATURALES**

**III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000**

Practica 7 Reconocimiento de Enemigos Naturales

Tema	Reconocimiento de los enemigos naturales del salivazo de los pastos
Objetivos	Reconocer las diferentes clases de enemigos del salivazo encontrados en Colombia a) Moscas depredadoras b) Acaros parasitarios c) Nematodos parasitarios d) Moscas parasitoides e) Hongos entomopatogenos Conocer el procedimiento para manejar los hongos entomopatogenos recoleccion de especimenes envio, desinfeccion aislamiento y almacenamiento Conocer los pasos para realizar pruebas de patogenicidad de hongos entomopatogenos sobre ninfas y adultos

1 Reconocimiento de enemigos naturales

- Mosca depredadora Familiarizarse con los tres estados de vida de *Salpingogaster nigra* (Diptera: Syrphidae) mediante las demostraciones de especimenes. Pensando en la biología y comportamiento de la larva, la pupa y el adulto, cuales factores podrian presentarse como limitaciones a la abundancia de esta especie, o a su uso como agente de control biologico? (Fig. 1)
- Acaros parasitarios Ver las muestras de los acaros parasitarios sobre adultos del salivazo y el amplio rango de sitios en el cuerpo del insecto donde los acaros se encuentran. No se sabe que impacto como enemigos tienen los acaros
- Nematodos parasitarios Reconocer los nematodos (Mermithidae) que atacan las ninfas y adultos. Normalmente salen del cuerpo del insecto en el alcohol, pero veran especimenes en que el nematodo todavia se encuentra dentro del abdomen de la ninfa

- Mosca parasitoide. Ver el espécimen de la larva de la familia de mosca Pipunculidae (orden Diptera). Debido a la protección de la espuma, la mosca oviposita sobre el adulto y las larvas pasan por dos instares. La única indicación externa del parasitismo es el abdomen destendido. Los órganos reproductivos se atrofian por causa del ataque. Se cree que es la primera observación de la familia Pipunculidae atacando la superfamilia Cercopoidea en el Nuevo Mundo. Su descubrimiento indica que hay otros enemigos del salivazo que quedan por conocer (Fig. 2)
- Familiarizarse con diferentes aislamientos de hongos que fueron aislados del salivazo, como *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces* y *Fusarium*. (Demostración, Fig. 3)

2 Hongos entomopatógenos al salivazo

- Se va a visitar el cultivo de hongos entomopatógenos del CIAT
- Proceso básico de patógenos de artrópodos
 - Contacto con el hospedero
 - Germinación
 - Penetración. En masticadores, la mayoría son atacados por virus, bacterias y protozoos. Ingieren el patógeno, el cual llega a la pared del intestino, siendo infectado. Los chupadores son atacados en su mayoría por hongos y nematodos. La penetración en los hongos ocurre por el desarrollo de hifas sobre la cutícula, las cuales producen enzimas que la hidrolizan.
 - Colonización. Puede ser localizada cuando ataca a un solo tejido, o generalizada atacando varios tejidos como en el caso de los hongos.
 - Reproducción y Diseminación (expresión del patógeno). Emitir propagulos que infecten más hospederos.
- Conocer los pasos a seguir para el manejo de posibles agentes de control encontrados en insectos muertos.

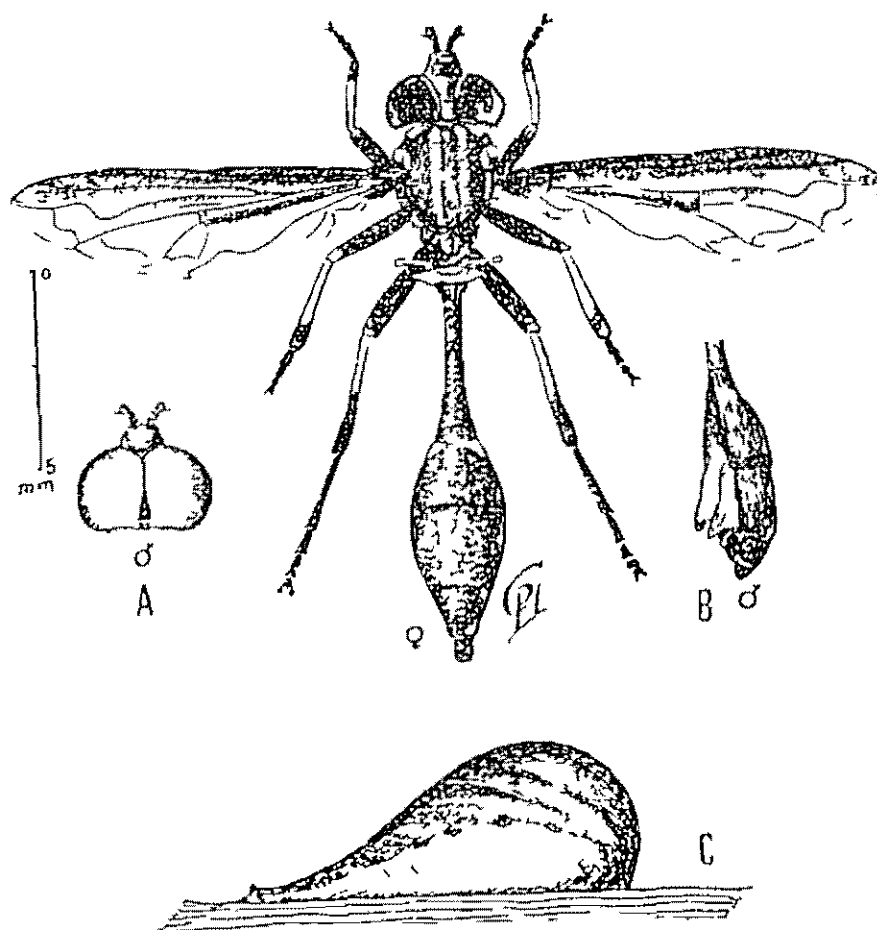
Recolección, Envío, Aislamiento, Purificación, Almacenamiento

- Según los conocimientos adquiridos sobre biología del insecto, ¿cuál cree que podría ser el estado más susceptible al ataque de hongos entomopatógenos? ¿Cuáles serán las principales limitaciones al uso exitoso de hongos entomopatógenos al salivazo en pastos o caña?

3 Pruebas con entomopatógenos sobre ninfas y adultos

- Se va a visitar el invernadero para conocer los métodos para realizar pruebas de patogenicidad, demostrando
 - Preparación de una suspensión
 - Aplicación sobre ninfas y adultos
 - Evaluación de patogenicidad

Figura 1
Mosca depredadora *Salpingogaster nigra* (Diptera Syrphidae)



Salpingogaster nigra Schiner — fema
 A. Cabeça do macho B. Abdome do
 macho C. Pupa

(Guagliumi 1969)

Figura 2
Mosca parasitoide Pipunculidae (Diptera)

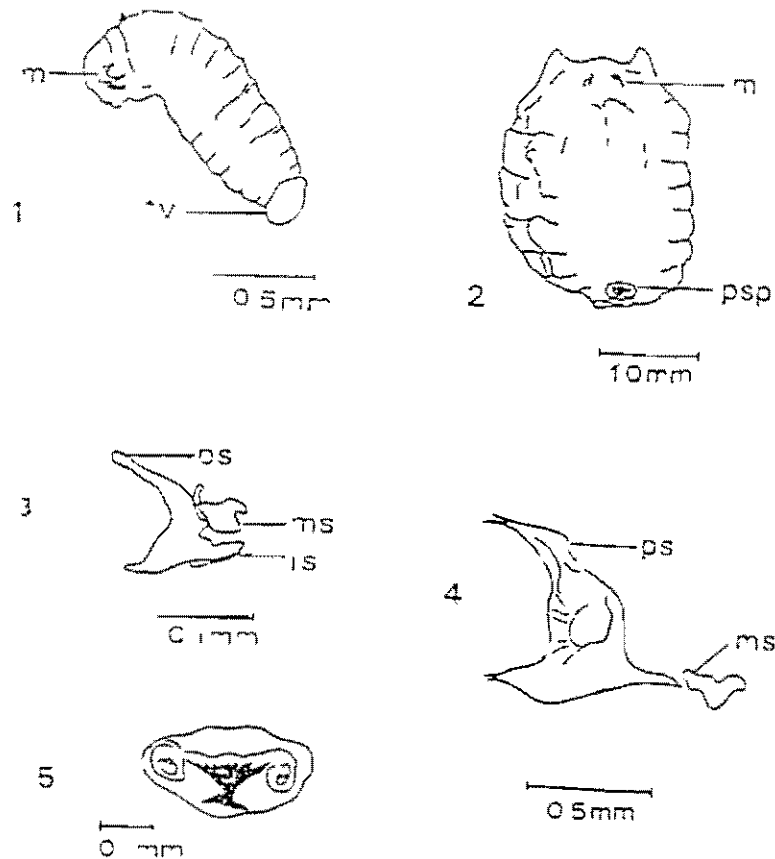


Fig. 1. —(1) First instar larva from *P. pumarius*. (2) Second instar larva from *P. pumarius*. (3) Lateral view of mouth parts of first instar larva. (4) Lateral view of mouthparts of second instar larva. (5) Posterior spiracular plate of second instar larva. *ds* labial setae in mouth parts. *ms* mandibular setae. *ps* praryngeal sclerite. *psp* posterior spiracular plate. *ls* terminal vesicle.
 (Whittaker 196_)

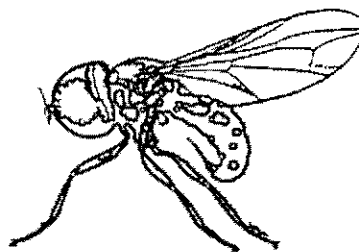


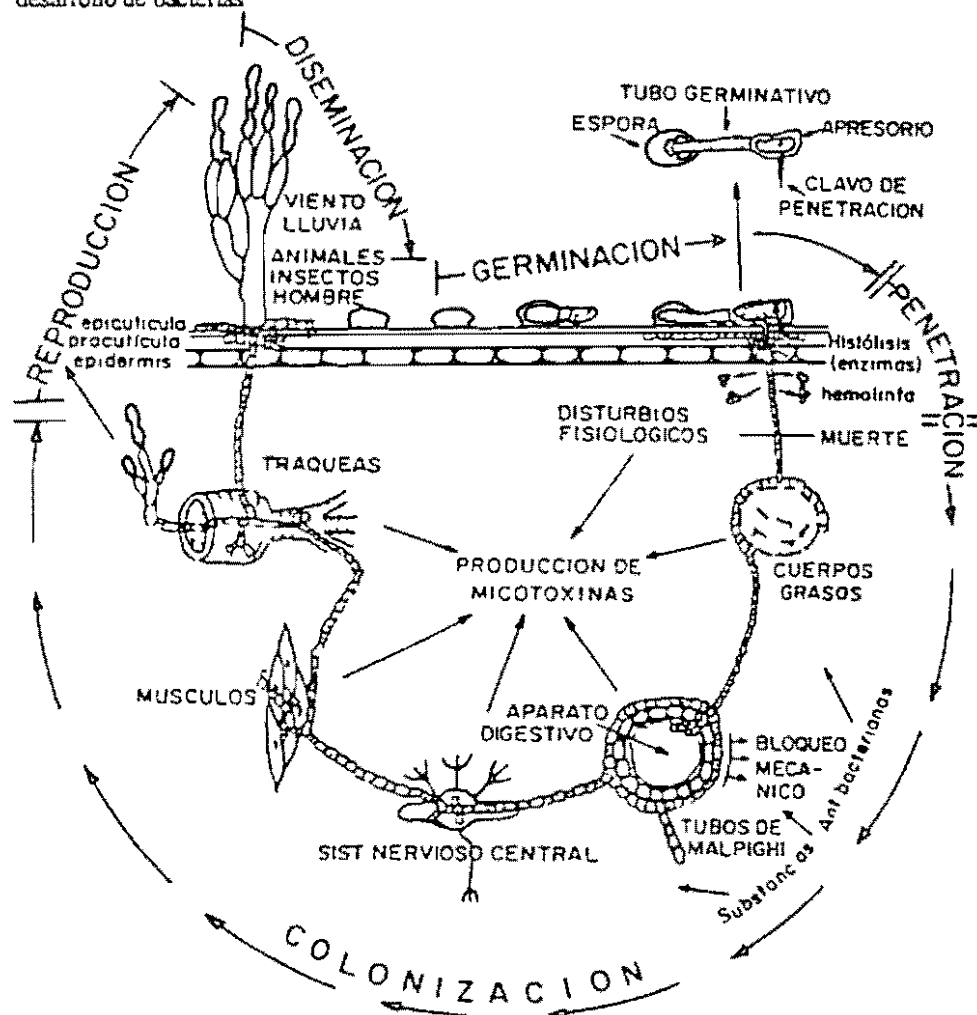
Figure 32-62 A big headed fly *Tomosvaryella subvirescens* (Loew) female (Courtesy of Knowlton and the Utah Agricultural Experiment Station)
 (Borror et al. 1979)

Figura 3

Ciclo de vida del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*

MODO DE ACCION DEL MICOINSECTICIDA COBICAN 1

Las esporas que contienen COBICAN 1 caen sobre el insecto. Con la humedad relativa (H.R.) sobre 80% las esporas germinan y se da el proceso de penetración del insecto por medios físicos y químicos (realizado en 72 horas y con baja cantidad de luz ultravioleta). El hongo produce destruxina (micotoxina) que paraliza al insecto y en 4 a 5 días muere. Entre 48 a 60 horas después el hongo invade todo el cuerpo del insecto y se reproduce formando esporas 24 a 48 horas después, dependiendo de la humedad relativa. No ocurre desintegración del insecto (*A. variata*) porque las toxinas no permiten el desarrollo de bacterias.



**RELACION PATOGENO-HOSPEDERO
 COBICAN-1 Vs CANDELILLA**

(Molina 1991)

Práctica 8:

**MUESTREO Y METODOS
DE CAMPO**

**III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000**

Practica 8

Muestreo y Metodos de Campo

Tema	Metodos de muestreo de ninfas y adultos del salivazo en gramíneas forrajeras en la Finca Piedechinche
Objetivos	Familiarizarse con el insecto en el campo
	Conocer como realizar muestreos de masas de espuma para recolectar ninfas y enemigos naturales asociados
	Conocer como realizar muestreos de jama entomologica para recolectar adultos y enemigos naturales asociados

1 Materiales de muestreo

2 Esquema de muestreo para ninfas

- Tamaño, numero y ubicacion de marcos
- Conteos de ninfas versus conteos de masas de espuma
- Adultos tenerales
- Manejo de especímenes
- Recoleccion de enemigos naturales

3 Esquema de muestreo para adultos

- Numero y series de jamazos
- Manejo de especímenes
- Recoleccion de enemigos naturales

4 Recolecciones de huevos

5 Muestreos de fluctuacion poblacional

- Metodología
- Se va a dividir en cinco grupos. Cada persona realizara dos muestreos de ninfas y dos de adultos, manejando debidamente los especímenes y apuntando la informacion relevante para su posterior analisis en el laboratorio

6 Discusion sobre muestreo y monitoreo en gramíneas forrajeras y caña de azucar

Bibliografía MUESIRFO

- Bianco, R R , R Robles y A Martinez Garza** 1984 Disposicion espacial de *Aeneolamia* spp (Homoptera Cercopidae) en zacate pangola (*Digitaria decumbens* Stent) Agrociencia 57 95 108
- Chandler, K J y P G Alsopp** 1995 Sampling adults of *Eoscarta carnifex* (Hemiptera Cercopidae) and their associated symptoms of sugarcane. Journal of Economic Entomology 88 1301-1306
- Evans, D F** 1974 Sequential sampling of adult sugar-cane froghoppers [*Aeneolamia varia saccharina* (Dist.)] Tropical Agriculture 51(1) 57-62
- Evans, D E** 1972 The spatial distribution and sampling of *Aeneolamia varia saccharina* and *A. postica jugata* (Homoptera Cercopidae) Ent exp appl 15 305-318
- King, A B S** 1975 The extraction, distribution and sampling of the eggs of the sugar-cane froghopper *Aeneolamia varia saccharina* (Dist.) (Homoptera Cercopidae) Bulletin of Entomological Research 65 157-164
- Mangan, R L y A Wutz** 1983 Aggregation patterns of meadow spittlebugs, *Philaenus spumarius* L. (Homoptera Cercopidae) on old-field alfalfa plants. Environmental Entomology 12 151-157
- Meio, L A S y S S Neto** 1983 Tipos de amostragem e evolução populacional das cigarrinhas-das pastagens. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 18(12) 1303-1309
- Nagai, V, Z A Ramiro, N V Panovich y M H Hirasawa** 1985 Metodo de quadrados tamanho da amostra em levantamentos de espumas de cigarrinhas pastagens 44 707-713
- Nilakhe, S S** 1982 Amostragem de ninfas de cigarrinhas em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. Boletim de Pesquisa, LMBRAPA No. 2 67 pp
- Nilakhe, S S , G B Hewitt, G O Paschoal, C M Buainain y A R Roel Souza** 1987 Influence of collection method and collection time on survival, sexual proportion and number of spittlebug adults captured. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 22(9/10) 929-934
- Nilakhe, S S , A A da Silva y I A G Souza Filho** 1984 Sampling procedures for spittlebug adults in pastures of *Brachiaria decumbens*. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 19(9) 1065-1074
- Nilakhe, S S , P B Martin, J R Valerio, W W Koller, I A G de Souza Filho y A A da Silva** 1984 Sampling plans for spittlebug eggs in pastures of *Brachiaria decumbens*. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 19(8) 935-941

Nilakhe, S S , G O Paschoal, A A da Silva, C M Buamain y A R R Souza 1985

Spittlebug eggs: comparison of sampling efficiency of sample units of different sizes
Pesquisa Agropecuaria Brasileira 21(11) 1245-1250

Nilakhe, S S 1986 Sampling procedures for spittlebug adults in pastures of *Panicum maximum*

Pesquisa Agropecuaria Brasileira 21(11) 119-1128

Práctica 9:

ANALISIS DE MUESTRAS Y DATOS POBLACIONALES

**III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000**

Practica 9

Analisis de Muestras del Campo y Datos Poblacionales

Tema	Analisis de muestras del campo y datos poblacionales
Objetivos	Analizar y resumir especimenes recolectados durante muestreos de masa de espuma y jamaño en la Finca Piedechinche, Valle del Cauca segun a) numero y estado de desarrollo de las ninfas b) numero, sexo y especie de los adultos c) identidad e incidencia de enemigos naturales Conocer el manejo de los datos en hojas electronicas Conocer como se analiza los datos para interpretar y resumir composicion de especie, fluctuacion poblacional, sincronizacion poblacional y fenologia

1 Analisis de especimenes de los muestreos de masa de espuma

- Para cada muestra separada, determinar
 - a) el numero de ninfas totales
 - b) instar de cada ninfa
 - c) si los del instar V son tempranos (Va) o tardios (Vb)
 - d) el sexo del instar V
 - e) sexo y especie de cada adulto teneral
- Apuntar la informacion en las hojas de datos incluyendo cualquier presencia de enemigos naturales (Tabla 1)

2 Analisis de especimenes de los muestreos de jama

- Para cada muestra separada, determinar
 - a) el numero de adultos totales
 - b) la especie de cada adulto
 - c) el sexo de cada adulto
- Registrar la informacion en las hojas de datos incluyendo cualquier presencia de enemigos naturales (Tabla 2)

2. Analisis de datos poblacionales

- Si el tiempo permite, se va a demostrar como introducir los datos a una hoja electronica para su posterior analisis
- Se va a demostrar como se manipulan y resumen los datos para interpretar ciertos aspectos de la ecologia poblacional
 - a) composicion de especie
 - b) fluctuacion poblacional
 - c) sincronizacion poblacional
 - d) fenologia
 - e) variacion a nivel de finca

Tabla 1
Hoja de datos para muestreos de dinamica poblacional ninfas

Biología y Ecología Comparativa del Salvazo de los Pastos
MUESTREO DE NINFAS

Sitio Finca Piedechinche, Palmira, Valle del Cauca

Fecha _____ Parcela _____

[illegible]

Tabla 2
Hoja de datos para muestreos de dinamica poblacional adultos

Biología y Ecología Comparativa del Salivazo de los Pastos Dinamica Poblacional

MUESTREO DE ADULTOS

Sitio Finca Piedechunche, Palmira, Valle del Cauca

Fecha _____ Nombres _____

Parcela y Hora	Cuadrante	Codigo Frasco(s)	<i>P. simulans</i>		<i>Z. carbonaria</i>		<i>Z. pubescens</i>		<i>S. nigra</i> Adultos	Acaros	Otros
			Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra			
	I										
	II										
	III										
	IV										
	I										
	II										
	III										
	IV										
	I										
	II										
	III										
	IV										

Observaciones/Notas

Práctica 10:

RESISTENCIA VARIETAL

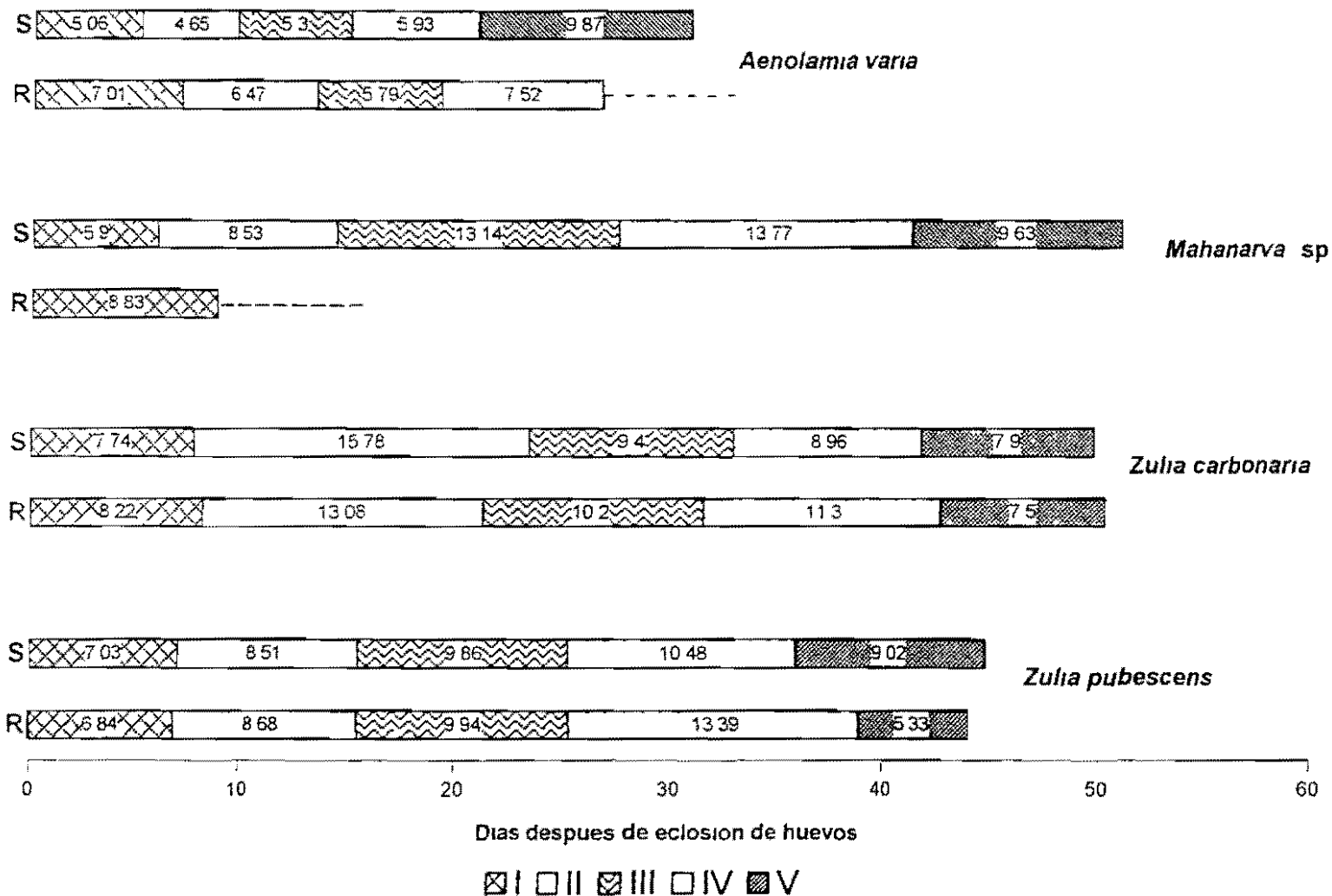
**III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000**

Practica 10 **Resistencia Varietal**

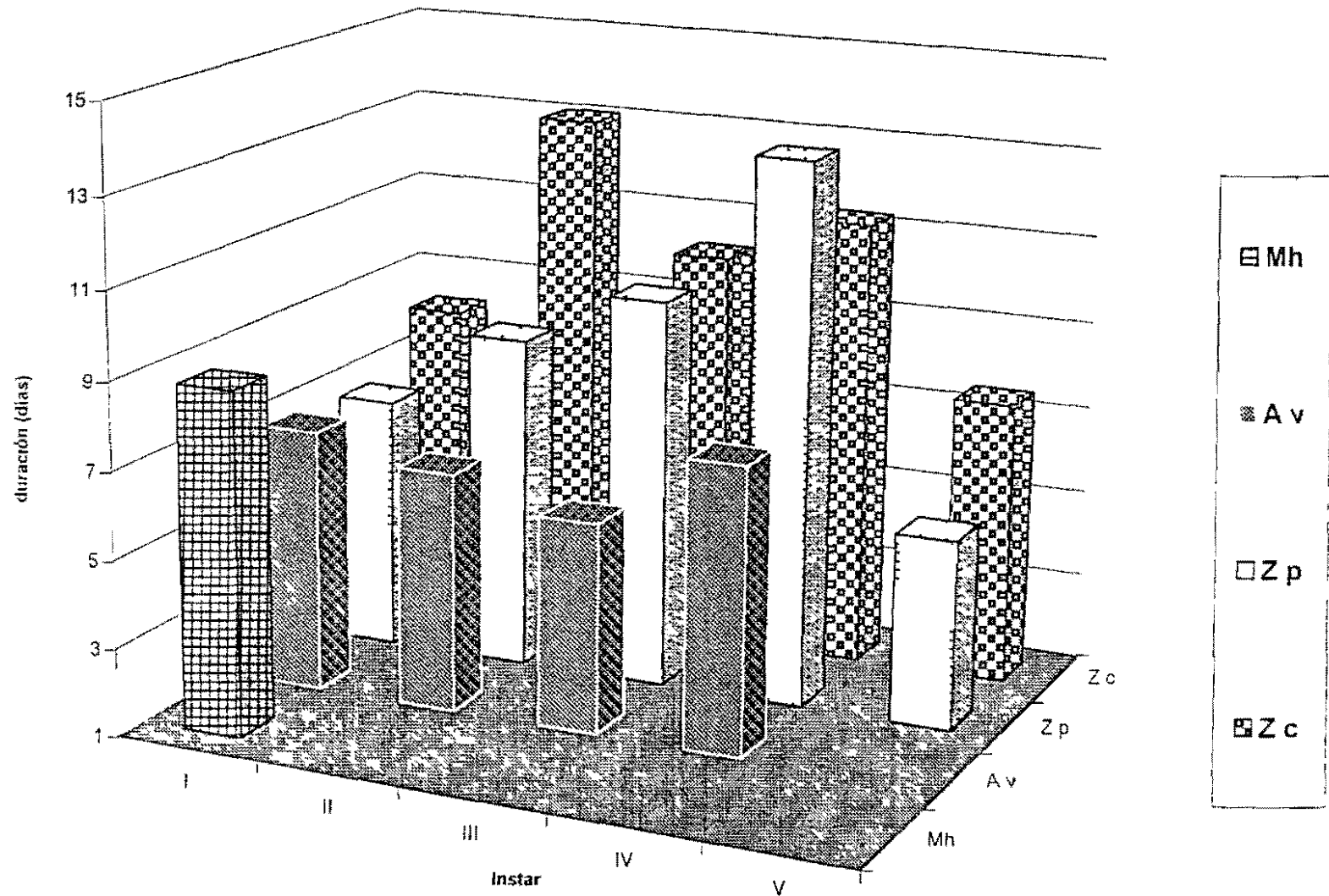
Tema	Metodos y tecnicas para evaluar resistencia varietal al salivazo
Objetivos	Visitar el invernadero para familiarizarse con los metodos y tecnicas asociados con la evaluacion de resistencia varietal y otros bioensayos

Notas

Duración de instares ninfales de cuatro especies de salivazo criadas en dos genotipos de *Bracharia* spp CIAT 0654 (S) y CIAT 36062 (R)

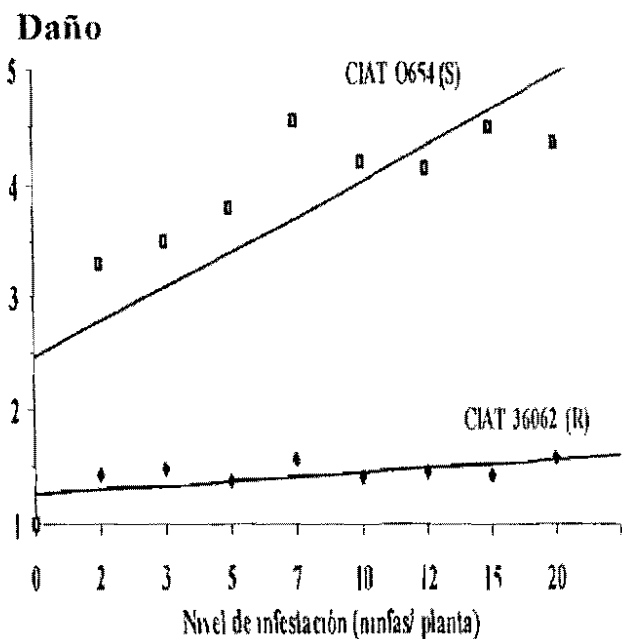


Duración ninfal de cuatro especies de salivazo en *Brachiaria* spp CIAT 36062 (R)

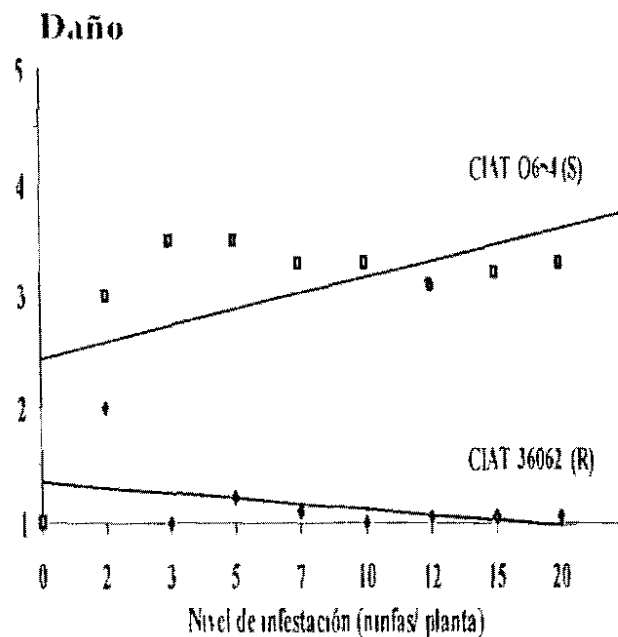


Daño causado por cuatro especies de Salivazo a diferentes niveles de infestación en dos genotipos de *Brachiaria* spp.

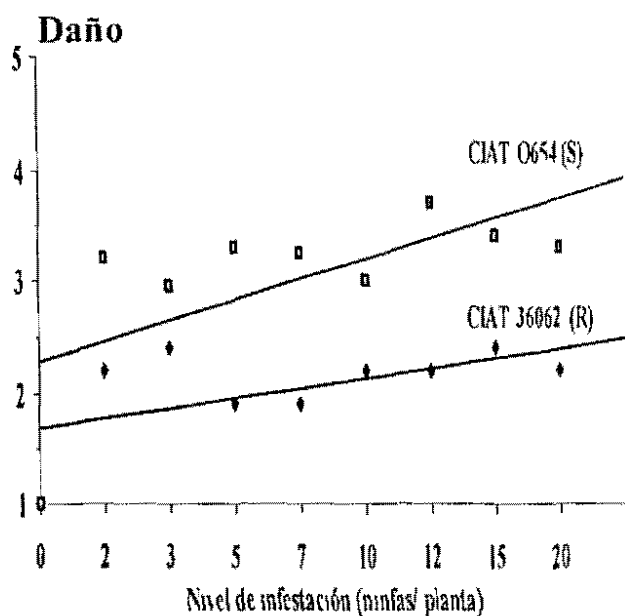
A varia



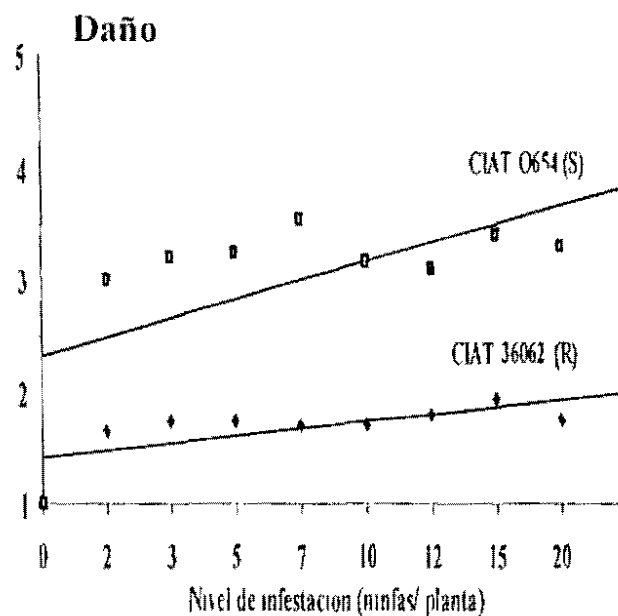
Mahanarva sp



Z carbonaria

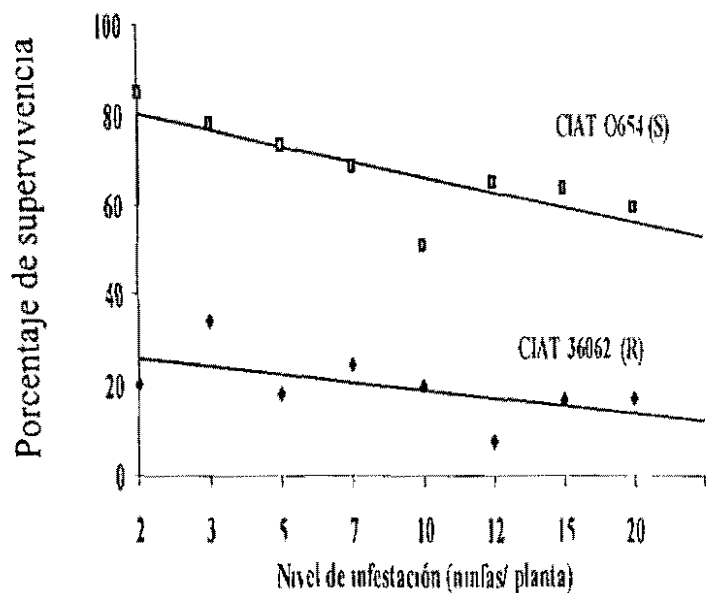


Z pubescens

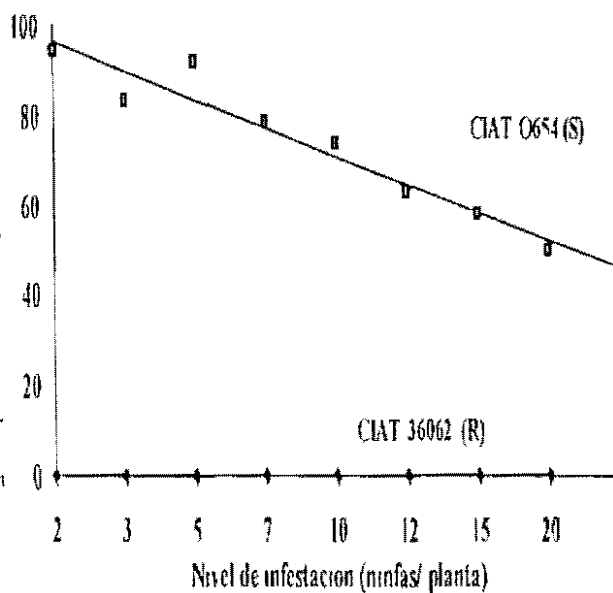


Supervivencia de cuatro especies de salivazo criadas en dos genotipos de *Brachiaria* spp.

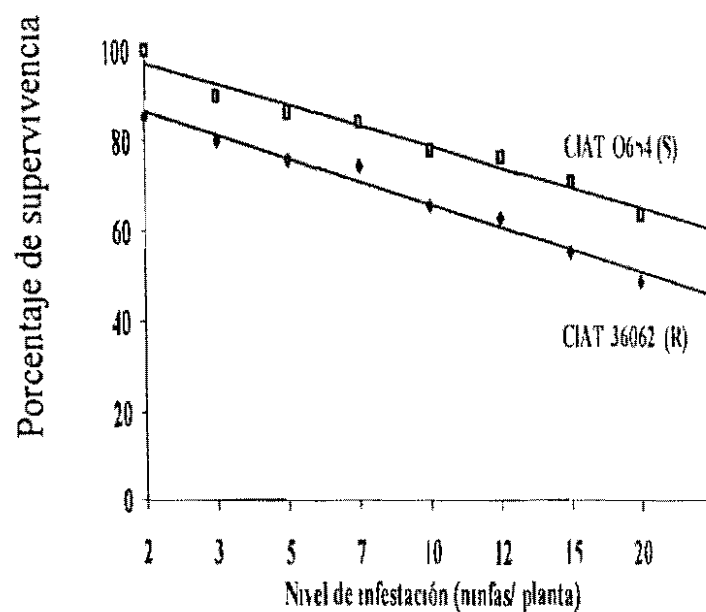
A. varia



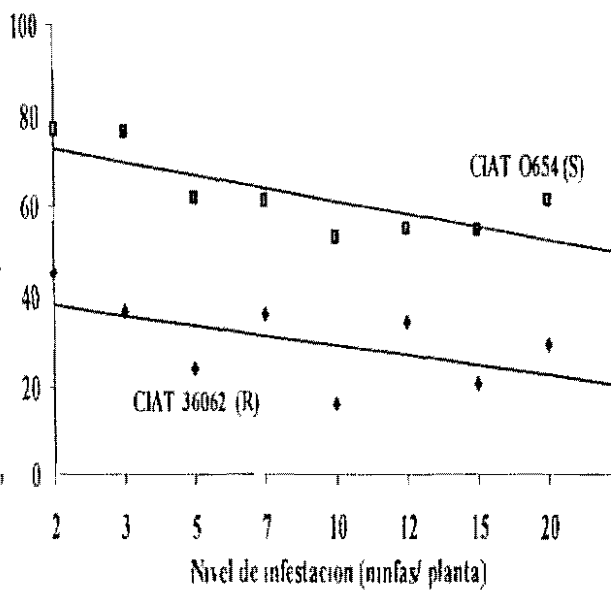
Mahanarva sp



Z. carbonaria

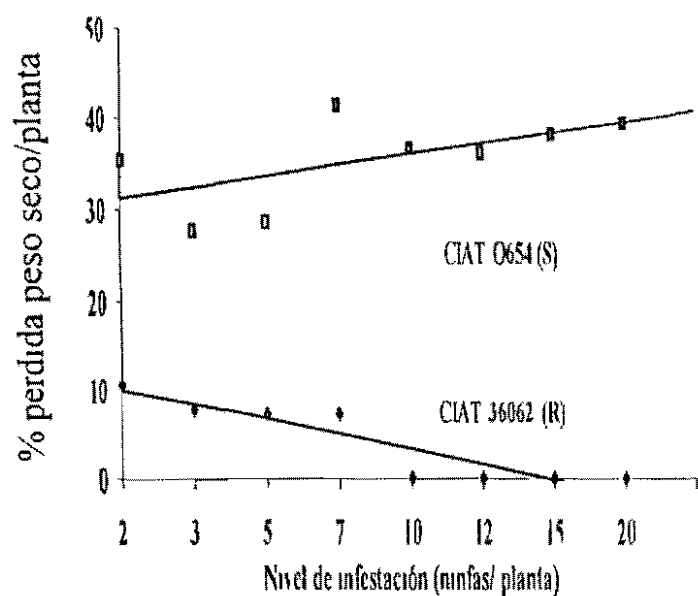


Z. pubescens

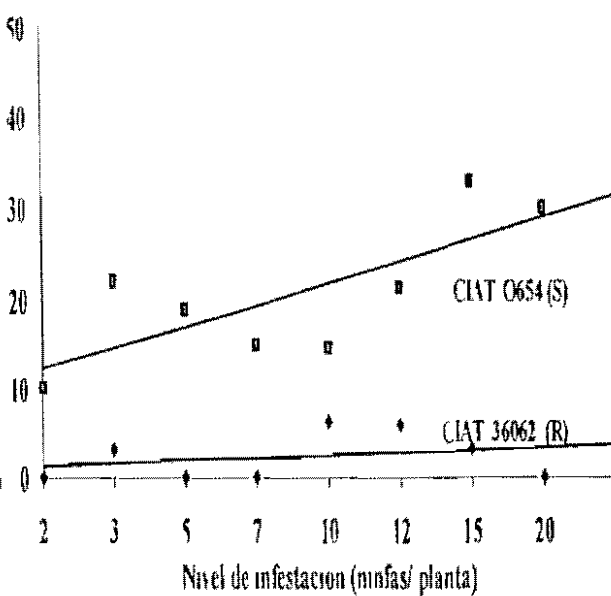


Pérdida de peso seco de dos genotipos de *Brachiaria* spp. Infestado con cuatro especies de salivazo.

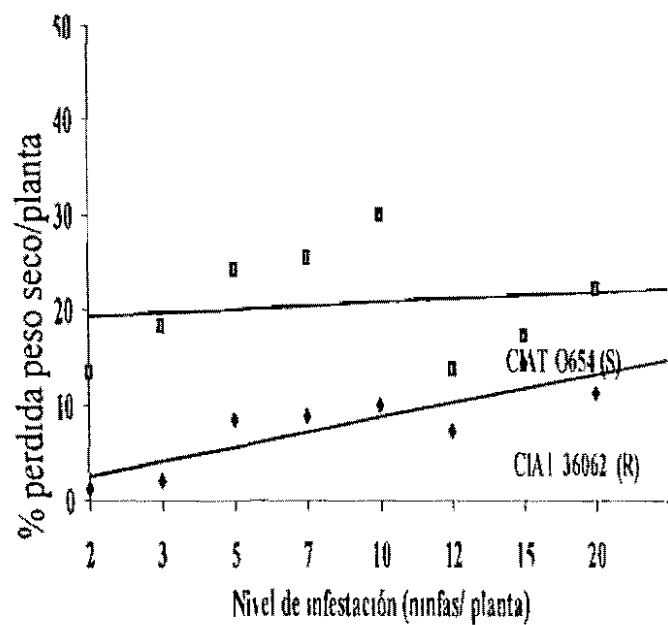
A varia



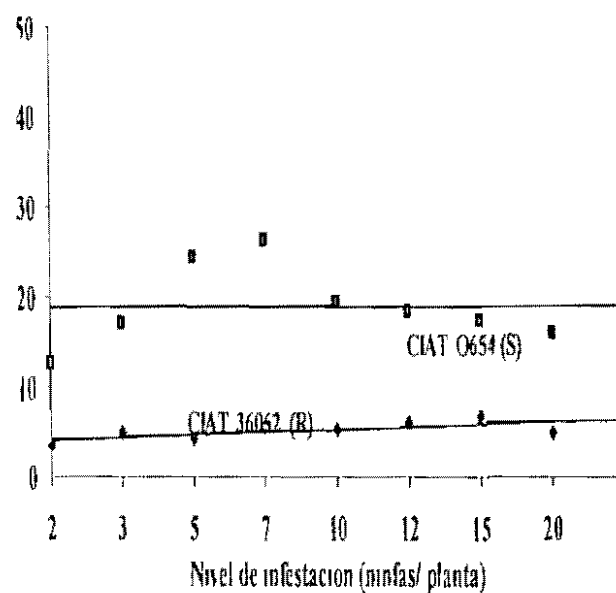
Mahanarva sp



Z carbonaria



Z pubescens



Práctica 11:

**HACIA EL MANEJO
INTEGRADO**

III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000

Practica 11 Hacia el Manejo Integrado

Tema	Alternativas para el manejo integrado del salvazo de los pastos en gramíneas
Objetivos	Basado en el nuevo conocimiento adquirido durante el taller, discutir las diferentes tácticas de manejo y como se puede combinar para armar una estrategia de manejo integrado

- 1 Leer Valerio y Koller 1993 para familiarizarse con las alternativas del manejo integrado del mion. Este artículo se encuentra en las lecturas del Taller
- 2 Se hará mesa redonda para la discusión
- 3 A continuación se resume las citas mas importantes sobre MIP y tácticas de manejo

Bibliografía MANEJO DEL SALIVAZO

MANEJO INTEGRADO DEL SALIVAZO EN GENERAL

- Barrientos, A** 1983 Different methods to control spittlebug (*Moncophora bicincta fiaterna* (Uhler) in *Cynodon nlemfuensis* Cuban Journal of Agricultural Science 17 223-228
- Cosenza, G W , R Pereira de Andrade, D T Gomes y C M Campos da Rocha** 1981 O controle integrado das cigarrinhas da pastagens Comunicado Técnico EMBRAPA 17(2a ed) 1-6
- Jimenez G , I A** 1978 Estudios tendientes a establecer el control integrado de las salivitas de los pastos Revista Colombiana de Entomología 4(1-2) 19-33
- Ndakhe, S S** 1983 Sugestões para uma tática de manejo das pastagens para reduzir as perdas por cigarrinhas Comunicado Técnico EMBRAPA 16 1-11
- Ramos, I M** 1985 Recomendações para identificação, levantamento e controle de cigarrinhas das pastagens Comunicado Técnico, IPA no 22 7 pp
- Valerio, J R y W W Koller** 1993 Proposição para o manejo integrado das cigarrinhas das pastagens Pasturas Tropicais 15(3) 10-16

CONTROL BIOLOGICO

- Allard, G B , C A Chast, J B Heale, J E Isaac y C Prior** 1990 Field evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) as a mycoinsecticide for control of sugarcane froghopper, *Aeneolamia varia saccharina* (Hemiptera: Cercopidae) Journal of Invertebrate Pathology 55 41-46
- Allard, G B** 1987 Prospects for the biocontrol of the sugarcane froghopper with particular reference to Trinidad Biocontrol News and Information 8(2) 105-115
- Avila de Moreno, C y M I Umaña** 1988 Aspectos de la biología y patogenicidad del hongo *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin sobre *Aeneolamia varia* (F) Revista ICA 23 155-161
- Boas, A M V y R M Andrade** 1990 Observações preliminares sobre a biologia de *Acmopolynema hirsuti* Gomes (Hymenoptera: Mymaridae) parasitoide de ovos da cigarrinha *Mahanarva posticata* Stål (Homoptera: Cercopidae) Anais de Sociedade Entomológica do Brasil 19(2) 307-313
- Carneiro, M de Fatima** 1988 Eficiência de diferentes cepas de *Metarhizium anisopliae* no controle de *Deois flavopicta* Pesquisa Agropecuária Brasileira 23(7) 685-689

- Faria, M R de, M S Tigano, E M G Fontes y R E Lecuona** 1995 Characterization and virulence of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. isolates to eggs of *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera: Cercopidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 24: 659-663
- Fewkes, D W** 1965 Biological control. Studies of the natural enemies of froghoppers in Uganda. Search for froghopper predators and parasites in East Pakistan. Culture of Dutky's nematode DD-136. Annual Report of the Tate and Lyle Central Agricultural Research Station: 407-408
- Guagliumi, P** 1970 Cigarrinhas das pastagens e perspectivas para o seu combate biologico no nordeste do Brasil. *Ruralidade* July 33: 37
- Kershaw, J C** 1913 Recommendations for dealing with the froghopper pest from work thereon during 1913. *Bulletin of the Department of Agriculture Trinidad and Tobago* 12(76^o): 197-204
- Marques, I M R** 1988 Distribuição de *Salpingogaster nigra* Schiner, 1868 (Diptera: Syrphidae) predador específico de ninfas de cigarrinhas da raiz, (Homoptera: Cercopidae) em algumas regiões do Brasil. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 17(supl.): 67-74
- Medina, C A, S L Lapointe y P Chacon** 1993 Fauna de hormigas asociadas con forrajes tropicales y su implicacion como depredadores de huevos y ninfas salivazo de los pastos, *Aenicolamia* spp. *Revista Colombiana de Entomologia* 19(4): 143-150
- Medina U, C A** 1995 Hormigas depredadoras de huevos de salivazo de los pastos *Aenicolamia varia* (Homoptera: Cercopidae) en pasturas de *Brachiaria* en los Llanos Orientales de Colombia. *Bol. Mus. Ent. Univ. Valle* 3(1): 1-13
- Myers, H** 1930 Study of froghopper eggs for parasites. *Minutes and Proceedings of the Froghopper Investigation Committee* 18: 60-63
- Myers, J G** 1929 Biological control of the froghopper: the present position. *Minutes and Proceedings of the Froghopper Investigation Committee* (14): 217-219
- Paez, P J, G A Torres M, J A Jimenez G y J E Luque Z** 1985 Ciclo biologico y comportamiento del *Salpingogaster nigra* Schiner, preditor del "mion" y "salivita" de los pastos. *Revista Colombiana de Entomologia* 11(1): 11-16
- Pickles, A** 1932 Notes of the natural enemies of the sugar cane froghopper (*Tomaspis saccharina* Dist.) in Trinidad, with descriptions of new species. *Bulletin of Entomological Research* 23: 203-210
- Pires, C S S, E M G Fontes, F R Supin, H M C Fernandes y D F Gomes** 1993 Ocorrencia de *Anagrus* sp. (Hymenoptera: Mymaridae) parasitando ovos de *Deois flavopicta* (Stal) (Homoptera: Cercopidae) em pastagens do Brasil Central. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 22(2): 411-413

- Poinar, G O Jr y B Linares** 1985 *Hexameris dactylocercus* sp. n. (Mermithidae Nematoda) a parasite of *Aeneolamia varia* (Cercopidae Homoptera) in Venezuela. *Revue de Nematologie* 8(2) 109-111
- Salazar, J D y F Badilla** 1997 Evaluación de dos cepas del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* y seis insecticidas granulados en el control del salivazo (*Aeneolamia postica*) (Hom. Cercopidae) en caña de azúcar en la región de San Carlos, Costa Rica. *Manejo integrado de plagas* 43: 8-18
- Urich, F W** 1913 The frog hopper egg parasite and its colonization in the cane fields. Circular of the Board of Agriculture. Trinidad and Tobago circular no. 11. 9 pp
- Vignos, des W G** 1979 Status of the biological control of frog hopper on sugar cane in Trinidad. *Journal of the Agricultural Society* 79(1) 47-57
- Whittaker, J B** 1969 The biology of Pipunculidae (Diptera) parasitising some British Cercopidae (Homoptera). *Proceedings of the Royal Entomological Society of London (A)* 44: 17-24

CONTROL CULTURAL

- Barrientos, A** 1983 Diferentes métodos de control de la salivita (*Monecphora bicincta fraterna* (Uhler) en *Cynodon nlemfuensis*. *Rev. cubana Cienc. agric.* 17: 209-213
- Barrientos, A y C Mora** Uso de la quema, el pastoreo y el corte del pasto bermuda cruzada I (*Cynodon dactylon* vs Coast cross I) en el control de ninfas de salivazo (*Monecphora bicincta fraterna* Uhler). *memo.* 137: 143
- Buck, E W** 1963 Observations on the biology and cultural insecticidal control of *Prosapia bicincta*, a spittlebug, on Coastal Bermudagrass. *Journal of Economic Entomology* 56(6) 749-752
- Bianchini, D y P L Guardia Abramides** 1987 Efeito de tres alturas de manejo na população de cigarrinhas em pastagens consorciadas. *Zootecnia Nova Odessa, SP* 25(4) 367-377
- Botelho, W P R Reis, y D M da Fonseca** 1985 Efeito da carga animal sobre a população da cigarrinha, *Zulia centuriata* (Berg 1879) (Homoptera Cercopidae) em pastagem de Capim- "Buffel", *Conchus ciliaris* L. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 14(2) 205-214
- Hewitt, G B** 1988 Grazing management as a means of regulating spittlebug (Homoptera Cercopidae) numbers in Central Brazil. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 23(7) 697-707
- Koller, W W y J R Valério** 1988 Efeito da remoção da palha acumulada no nível do solo sobre a população de cigarrinhas (Homoptera Cercopidae) em pastagens de *Brachiaria decumbens*. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 17(1) 209-215

Koller, W W , M Monteiro y L I S Z Vera 1987 Influencia de tratos culturais sobre as cigarrinhas das-pastagens em *Brachiaria decumbens* Stapf. Pesquisa em Andamento, EMBRAPA 35 1-4

Koller, W W 1988 Tratos culturais em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf: efeitos sobre os ovos, ninfas e adultos das cigarrinhas das-pastagens (Homoptera: Cercopidae). Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 17(2) 409-418

Martin, P B 1983 Insect habitat management in pasture systems. Environmental Management 7(1) 59-64

Nilakhe, S S 1983 Sugestões para uma tática de manejo das pastagens para reduzir as perdas por cigarrinhas. Comunicado Técnico EMBRAPA 16 1-11

Valerio, J R y W W Koller 1981 Levantamento populacional das cigarrinhas das pastagens em pastos de *Brachiaria humidicola* e *Brachiaria ruzizensis* sob diferentes intensidades de pastejo. Pesquisa em Andamento, EMBRAPA 16 1-5

CONTROL QUIMICO

Barrientos, A 1985 Chemical and agrotechnical methods for controlling spittlebug (*Monecphora bicincta fraterna* Uhler) in bermuda grass (*Cynodon dactylon*) cv Coast cross 1. Cuban Journal of Agricultural Science 19 225-229

Barrientos, A 1983 Diferentes métodos de control de la salivita (*Monecphora bicincta fraterna* (Uhler) en *Cynodon nifluensis*. Rev. cubana Cienc. agric. 17 209-213

Barrientos, A 1985 Métodos químicos y agrotecnicos de control de la salivita (*Monecphora bicincta fraterna* Uhler) en bermuda cruzada 1 (*Cynodon dactylon* cv cruzada 1. Rev. cubana Cienc. agric. 19 215-219

Beck, E W 1963 Observations on the biology and cultural-insecticidal control of *Prosapia bicincta*, a spittlebug on Coastal Bermudagrass. Journal of Economic Entomology 56(6) 749-752

El-Kadi, M K y J M de Abreu 1981 Controle químico de adultos de cigarrinhas das pastagens (Homoptera: Cercopidae). Revista Theobroma 11(3) 157-165

Evans, D E y D A Buxo 1971 Insecticidal control of the sugarcane froghopper. Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists 14 507-515

Evans, D F 1973 Resistance to carbamate insecticides in *Aeneolamia varia saccharina* (Distant). Tropical Agriculture 50(2) 153-163

Fagan, B E y L C Kuitert 1970 Evaluation of insecticides for control of the two lined spittlebug on Florida pastures. Journal of Economic Entomology 63(3) 716-719

Fewkes, D W y D A Buxo 1969 Chemical control of sugarcane froghopper (Homoptera, Cercopidae) infestations from the air in Trinidad. Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists 13: 1348-1364

Gopee, T J 1983 Evaluation of three NRDC pyrethroids against the sugar-cane froghopper *Aeneolamia varia saccharina* (Dist.) (Cercopidae) in Trinidad. Tropical Agriculture 60(1): 56-59

Howden, G F y A T Marshall 1961 A method of dissolving the protective spittle masses of froghopper nymphs. Nature 189(4736): 509-510

Pass, B C y J K Reed 1965 Biology and control of the spittlebug *Prosapia bicincta* in coastal Bermuda grass. Journal of Economic Entomology 58(2): 275-278

Souza, A R R y S S Nilakhe 1985 Damage evaluation and chemical control of spittlebugs in rice crops. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 14(2): 177-188

RESISTENCIA VARIETAL

Cardona, C, J Miles y G Sotelo 1999 An improved methodology for massive screening of *Brachiaria* spp. genotypes for resistance to *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). Journal of Economic Entomology 92: 490-496

Enkerlin, D y J A S Morales 1979 The grass spittlebug complex *Aeneolamia albofasciata* and *Prosapia similans* in northeastern Mexico and its possible control by resistant buffelgrass hybrids. Miscellaneous Publication of the Texas Agricultural Experiment Station 1451: 470-494

Ferrufino, A y S L Lapointe 1989 Host plant resistance in *Brachiaria* grasses to the spittlebug *Zulia colombiana*. Entomologia experimentalis et applicata 51: 155-162

Flores, J D, Velasco, H 1974 Daños causados por adultos de mosca pinta *Aeneolamia postica* (Wlk.), a diversas especies de zacates forrajeros. Folia Entomologica Mexicana 28(71-75): 71-75

Hernandez M, R y M McIndez 1986 Resistencia de 26 ecotipos de *Brachiaria* spp a la plaga "salivazo" (Homoptera: Cercopidae) en Tatapoto - Departamento de San Martin. Avances en Investigacion, INIPA (Instituto Nacional de Investigacion y Promocion Agropecuaria) 3: 7 pp

Lapointe, S L, M S Serrano, G L Arango, G Sotelo y F Cordoba 1992 Antibiosis to spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in accessions of *Brachiaria* spp. Journal of Economic Entomology 85(4): 1485-1490

Lapointe, S L y J W Miles 1992 Germplasm case study: *Brachiaria* species. Pastures for the Tropical Lowlands. CIAT's Contribution pp. 43-55. CIAT, Cali, Colombia

- Lapointe, S L , G Arango y G Sotelo** 1989. A methodology for evaluation of host plant resistance in *Bracharia* to spittlebug species (Homoptera: Cercopidae). XVI International Grassland Congress, Nice, France. 731-732
- Mcnezes, de M y M A Moreno Ruiz** 1981. Aspectos da resistencia de tres gramíneas forrageiras ao ataque de *Zulia entreliana* (Betg) (Homoptera: Cercopidae). Revista Iheobioma 11(1): 53-59
- Miles, J W , S L Lapointe, M L Escandon y G Sotelo** 1995. Inheritance of resistance to spittlebug (Homoptera: Cercopidae) in interspecific *Bracharia* spp. hybrids. Journal of Economic Entomology 88(5): 1477-1481
- Miles, J W y S L Lapointe** 1992. Regional germplasm evaluation: a portfolio of germplasm options for the major ecosystems of tropical America. Pastures for the Tropical Lowlands. CIAT's Contribution, pp. 9-28. CIAT, Cali, Colombia
- Morales, J G y D Enkerlin S** 1978. Selección de líneas de zacate buffel resistentes al complejo moseca pinta. Folia Entomologica Mexicana 38/40: 175-176
- Sotelo, G , C Cardona, J Miles** 1998. Metodología mejorada para evaluación de resistencia de *Bracharia* spp. al salivazo de los pastos (Homoptera: Cercopidae) en invernadero. Revista Colombiana de Entomología 24(1-2): 17-22
- Thomas, D y S L Lapointe** 1989. Testing new accessions of guinea grass (*Panicum maximum*) for acid soils and resistance to spittlebug (*Acridamia reducta*). Tropical Grasslands 23(4): 232-239
- Vallejos, A y A Ferrufino** 19___. Evaluación de germoplasma forrajero del género *Bracharia* spp. 7: 4-12
- Valles, C R** 1985. Susceptibilidad de ecotipos de *Bracharia* spp. al ataque de salivazo. Pasturas Tropicales 7(2): 9-10
- Valles, P C R y F R Diaz N** 1986. Resistencia De *Bracharia* spp al salivazo (Homoptera: Cercopidae) en Calzada, Perú. Avances en Investigación en Pastos y Forrajes 1: 1-6

Anexo 1:

Temas a Considerar para Conocer un Taxon

III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000

TEMAS A CONSIDERAR PARA CONOCER UN TAXON *

Relaciones Taxonomicas

- Según los expertos, cuales están considerados como los parientes vivos más cercanos?
- Que características distinguen el taxon de los parientes más cercanos?
- Cuales son las características adaptativas del grupo filogenico al cual pertenece el taxon?
- Como funcionan estas adaptaciones principales?

Distribucion

- Cual es el rango biogeografico del taxon?
- Que formaciones de plantas y cuales zonas climaticas ocupa el taxon?
- Cuales son las características que definen el habitat utilizado por la mayor parte de los miembros del taxon?
- Cuales son los principales factores que limitan su distribucion?

Reproduccion y Desarrollo

- Como se encuentran los sexos para aparearse?
- Donde y como ovipositan las hembras?
- Los huevos se ponen solos o en grupos?
- Que cambios morfológicos importantes ocurren a través del curso del desarrollo?
- Cual es la capacidad reproductiva de una hembra?

Fenologia

- Cuales son los estados de vida que están activos en las diferentes estaciones?
- Cuántas generaciones hay al año?
- Donde (y en cual estado de vida) pasan las poblaciones la estación adversa?

Nutricion

- Cual es el rango de comida utilizado por los miembros del taxon?
- Hay algunas características comunes a los componentes de la dieta para la mayoría de los miembros del taxon?
- Como se distinguen las dietas de los inmaduros y los adultos?
- Cuales son las adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento mas notables en la alimentacion de los inmaduros y adultos?

Enemigos

- Cuales son los depredadores, parasitos y enfermedades que causan una mortalidad significativa?
- Cuales son las adaptaciones que el taxon emplea para escapar de los enemigos?

Movimiento

- Cual es el area en que el inmaduro se moviliza para buscar su alimentacion?
- En que estado de vida ocurre la dispersion?
- Como se dispersan los adultos?
- Comparado con otros insectos, como estimaria su capacidad de volar?
- Es variable la capacidad de dispersion de los individuos en la poblacion?

Ecologia

- Han habido investigaciones sobresalientes en los temas tratados, y si existen cuales fueron los resultados principales?

(* Modificado de Richard B. Root - Cornell University)

Anexo 2:

Clave para Separar los Ordenes de Insectos

**III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000**

Clave para separar los órdenes de insectos con
importancia económica directa o indirecta
(basada en adultos, pupas, larvas y ninfas)

- 1 Insectos con la cabeza, torax y abdomen bien diferenciados. Patas segmentadas, tarsos generalmente con mas de un segmento. Cutícula generalmente dura y coloreada. Aparato bucal de tipo masticador, lamedor, picador o con forma de espiritrompa. Ojos compuestos usualmente presentes. 2
- 1' Insectos con la cabeza generalmente poco definida. Torax y abdomen poco diferenciados. Patas frecuentemente cortas o lobuladas, inconspicuas o ausentes. Tarsos con un solo segmento y una uña. Aparato bucal masticador. Cutícula generalmente suave, incolora, blanquecina, amarillenta o en algunos casos vivamente coloreada. Ojos sencillos o ausentes. LARVAS * 20
- 2 Patas y alas encerradas en una membrana extra. Formas inmóviles o con muy poca movilidad, generalmente protegidas dentro de capullos o celdas. En su mayoría de color blanco o amarillento. PUPAS 29
- 2' Patas y alas no envueltas en una membrana extra. Formas móviles y activas, rara vez protegidas dentro de capullos o celdas. Coloración brillante u oscura, pocas veces blanca o amarillenta en su totalidad. 3
- 3 Insectos sin alas, con vestigios alares o con alas no funcionales, usualmente carnosos. Aparatos copuladores ausentes o poco desarrollados **. 4
- 3' Insectos con alas generalmente bien desarrolladas, funcionales, membranosas o coriáceas. Aparatos copuladores u oviposidores bien desarrollados. ADULTOS o IMAGOS 5
- 4 Insectos con hábitos terrestres. NINFAS 35
- 4' Insectos con hábitos acuáticos. MAYADES (no consideradas en este trabajo)
- 5 Aparato bucal de tipo masticador (figs. 4-7-9) 12

- 5' Aparato bucal modificado en forma de pico proboscide o espiritrompa para picar o absorber (figs 8-10) 6
- 6 Apteris. Ojos compuestos vestigiales formados por una o más omeletas o ausentes. Sin cejas ni ovipositor 7
- 6' Alas y ojos compuestos generalmente muy desarrollados 8
- 7 Aparato bucal picador retraído. Cuerpo comprimido. Segmentos torácicos fusionados. Estigmas respiratorios en posición dorsal. Patas modificadas como tenazas. Ectoparasitos de mamíferos (Fig. 136) ANOPLURA
- 7' Aparato bucal picador expuesto. Cuerpo comprimido. Estigmas respiratorios laterales. Patas adaptadas para el salto. Ectoparasitos de aves y mamíferos SIPHONAPTERA
- 8 Con cuatro alas muy estrechas, delgadas, provistas con abundantes sedas largas. Aparato bucal posteroventral, semiconico corto, simétrico (fig. 101). Tamaño muy pequeño (0.5 mm) THYSANOPTERA
- 8' Con cuatro o dos alas de forma variable pero sin sedas largas y abundantes. Aparato bucal simétrico 9
- 9 Cuerpo, alas y patas con una cubierta densa de escamas coloridas. Aparato bucal en forma de espiritrompa LEPIDOPTERA
- 9' Aparato bucal en forma de pico o proboscide. Cuerpo, alas y patas sin cubierta densa de escamas 10
- 10 Alas mesotorácicas membranosas, alas metatorácicas reducidas a balancines. Protórax y metatórax pequeños fusionados con el mesotórax (figs. 1-17) DIPTERA
- 10' Alas metatorácicas membranosas. Protórax y metatórax bien desarrollados 11
- 11 Alas mesotorácicas uniformemente endurecidas, más largas que las alas posteriores. Aparato bucal desplazado hacia la parte postero-inferior de la cabeza sin gula (fig. 102) HOMOPTERA
- 11' Alas mesotorácicas endurecidas en su mitad basal y membranosas en su mitad distal, más cortas que las alas posteriores. Aparato bucal no desplazado hacia atrás, con gula (fig. 8) HEMIPTERA (= HETEROPTERA)

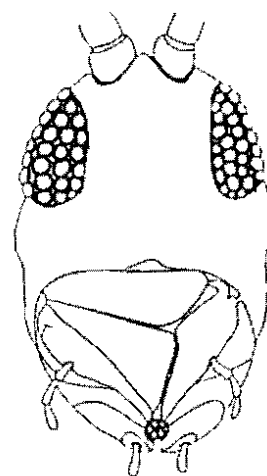


Fig. 101 Vista antero-ventral de la cabeza de un tisanoptero

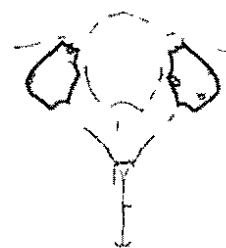


Fig. 102 Vista antero-ventral de la cabeza de un homoptero

* El insecto en cuestión puede ser un adulto de homoptero del grupo de las cecidias (Cecididae)

* El insecto puede ser un adulto de Mallophaga, Anoplura, Siphonaptera, Diptera, Hymenoptera con características ápteras o un Hexapoda Apterygota

12 Con cercos abdominales (figs 31-32) 13

12 Sin cercos abdominales (figs 29-30) 16

13 Pitis posteriores alargadas adaptadas para el salto. Alas mesotorácicas endurecidas como tegminas (fig 21). Ovipositor bien desarrollado. Generalmente con órganos estimuladores en las alas y en las pitis. ORTHOPTERA

13' Pitis posteriores no adaptadas para el salto 14

14 Cercos abdominales de una sola pieza con forma de tenazas. Alas mesotorácicas muy cortas un poco endurecidas corriendo alas posteriores membranosas semicirculares o ruseses (fig 128). DERMAPTERA

14' Cercos abdominales multarticulados 15

15 Alas mesotorácicas largas endurecidas como tegminas alas posteriores membranosas con forma de abanico. Tarsos formados generalmente por cinco artejos (fig 125). DIPTEROPTERA

15' Alas meso y metatorácicas membranosas desprendibles alargadas muy puecidas en forma y tamaño solo presentes en la casta reproductora. Insectos sociales polimorficos. Tarsos generalmente formados por cuatro artejos (fig 130). ISOPTERA

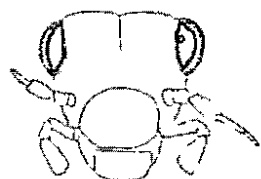


Fig 103 Vista frontal de la cabeza de un p o cóptero (PC = post clípeo)

16 Apteros. Ojos compuestos formados por dos ommatidias. Antenas pequeñas y usualmente retráctiles en surcos bajo la cabeza. Pterotórax mucho más ancho que la cabeza. Ectoparasitos de aves y mamíferos (fig 137). MALLOPHAGA

16 Generalmente con cuatro alas desarrolladas o modificadas. Ojos compuestos bien desarrollados o ruseses 17

17 Alas mesotorácicas endurecidas en forma de elitros. Alas posteriores membranosas y plegadas. Pterotórax bien desarrollado y claramente distinguible del pterotórax. COLLEOPTERA

17' Alas meso y metatorácicas membranosas 18

18 Tarsos con dos o tres segmentos. Cabeza con una sutura epicraneal en forma de Y invertida. Postclípeo abultado (Fig 103). Antenas muy largas formadas por 12 a 30 artejos. Alas membranosas delgadas con la venación reducida. Tamaño menor de 6 mm. PSOCOPTERA

18 Tarsos normalmente con cinco artejos 19

19 Primer segmento abdominal fusionado con el metotorax. Alas meso-
torácicas más grandes que las posteriores con poca venación y me-
nos de 20 celdas. Apuñito bucal musculoso en ocasiones con las maxi-
las y el labio modificados para recolectar alimento líquido (fig. 9)
Ovipositor generalmente bien desarrollado HYMENOPTERA

19 Primer segmento abdominal articulado con el metotorax. Alas meso-
torácicas casi tan grandes como las posteriores con abundante venación y más de 20 celdas. Ovipositor no desarrollado NEUROPTERA

20 Torax con tres pares de patas articuladas con frecuencia pequeñas o apenas perceptibles (figs. 11-15) 21

20' Torax sin patas (fig. 16) 25

21 Segmentos abdominales sin larvopodos o espinipodios excepto en el extremo del abdomen. Cabeza plana, deprimida o globular 22

21' Segmentos abdominales con larvopodos o espinipodios. Cabeza globular (fig. 107) 21

22 Patas torácicas con dos uñas tarsales. Las antenas y las mandíbulas usualmente más largas que la cabeza (fig. 101). Cuerpo con forma y ornamentación variables NEUROPTERA

22' Patas torácicas normalmente con una uña tarsal. Las antenas y las mandíbulas una vez son tan largas como la cabeza 23

23 Cabeza aplastada, deprimida, prognata (una vez hipognata) sin escleritos adfrontales (fig. 105). Patas más o menos de igual tamaño algunos COLLOPIERA

23' Cabeza globular, hipognata con escleritos adfrontales. Patas torácicas cuando más con cinco segmentos. Antenas situadas cerca de la base de las mandíbulas algunos LEPIDOPTERA

21 Generalmente con cinco pares de larvopodos o espinipodios en los segmentos 3o a 6o y 10o algunas veces con dos o tres pares solamente. Larvopodos siempre provistos con ventosas o estructuras adhesivas apicales (fig. 106). Antenas insertas en la base de las mandíbulas (fig. 107). Ocelos ausentes o en número mayor de uno la mayor parte de LEPIDOPTERA

21 Usualmente con 6 a 8 pares de larvopodos en los segmentos 2o a 5o y 10o o 2o a 7o y 10o o 2o a 6o y 10o, nunca provistos con estructuras adhesivas apicales. Solo con un ocelo en cada lado de la cabeza o sin ellos. Antenas insertas en la frente (fig. 108) algunos HYMENOPTERA



Fig. 101 Vista dorsal de la cabeza de una larva de neuróptero

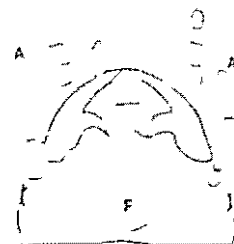


Fig. 105 Vista dorsal de la cabeza de una larva de colóptero Carabidae (A = antena F = frente)

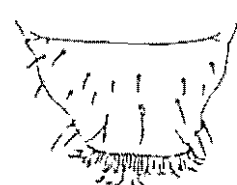


Fig. 106 Larvopodo o espinipodio de una larva de lepidóptero mostrando los accesos adhesivos apicales

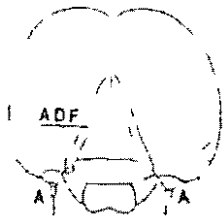


Fig 107 Vista frontal de la cabeza de una larva típica de lepidóptero Noctuidae (ADF = esclerito adfrontal A = antena)

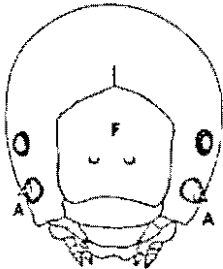


Fig 108 Vista ventral de la cabeza de una larva de himenóptero Diprionidae (F = frente A = antena)



Fig 109 Vista ventral de la cabeza de una larva de lepidóptero Noctuidae mostrando el órgano hilador del labio (OH)

- 25 Cabeza con escleritos adfrontales Labio con órgano hilador prominente (fig 109) algunos LEPIDOPTERA
- 25' Cabeza sin escleritos adfrontales Labio sin órgano hilador 26
- 26 Cabeza bien diferenciada más oscura que el resto del cuerpo nunca retruida en el protorax Antenas conspicuas Palpos maxilares con dos o más segmentos 27
- 26' Cabeza retruida (aunque sea en parte) dentro del protorax no bien diferenciada Si la cabeza está expuesta normalmente es globulosa y del mismo color que el cuerpo menos ancha que el protorax Antenas y ocelos ausentes 28
- 27 Cuerpo generalmente corto y en forma de C Ocelos presentes Antenas y mandíbulas más cortas que la cabeza Abdomen con menos de 10 segmentos diferenciables y sin procesos subanales prominentes algunos COLEOPTERA
- 27' Cuerpo largo y notablemente delgado nunca en forma de C Ocelos ausentes Antenas cortas de 3 segmentos Maxilas en forma de cepillo Abdomen con 10 segmentos diferenciables terminado en un par de procesos subanales cada segmento con más o menos 12 sedas rígidas más largas en los segmentos posteriores SIPHONAPTERA
- 28 Generalmente con varios pares de estigmas abdominales Antenas ausentes Palpos maxilares nunca con más de un segmento Mandíbulas masticadoras Comúnmente se les encuentra en celdas de cera papel o dentro del cuerpo de otros insectos y en agallas vegetales algunos HYMENOPTERA
- 28' Generalmente con un par de estigmas abdominales muy grandes colocados juntos en la parte media dorsal del 8o segmento abdominal y en ocasiones en el extremo de tubos cilíndricos largos o en estructuras semiconicas cortas (snorkel) En casos raros existen más de dos estigmas abdominales y entonces las antenas son de forma espátulada Las piezas bucales están reducidas a un par de ganchos no aptos para masticar Cabeza muy reducida en ocasiones ausente (por lo cual se observa el extremo anterior aguzado) algunos DIPTERA
- 29 Mandíbulas maxilas y labio reconocibles 30
- 29' Mandíbulas maxilas y labio no reconocibles o si se encuentran presentes están modificados como órganos picadores o chupadores tubulares (si el extremo anterior de la cabeza es alargado y con un par de apéndices antenales y los lados entonces corresponde a una pupa de Coleoptera Curculionidae) 31

- 30 Antenas alargadas con más de 12 artejos esbozos alares nunca con forma de elito y normalmente con varias venas diferenciadas

NEUROPTERA

- 30 Antenas mucho más cortas que el cuerpo con menos de 12 artejos o mucho más largas que el cuerpo con 11 artejos gruesos y largos. Esbozos alares y patas una vez fusionados al cuerpo. Esbozos alares gruesos en forma de elito con venación escasa o nula. Prototórax grande diferenciado del mesotórax (fig. 11)

COLLOPTERA

- 31 Patas bucales ausentes. Patis del interior dirigidas hacia adelante de bajo de la cabeza. Cuerpo encerrado en una celda o en exuvias o cubierto por una concha cerosa separable (fig. 161)

HOMOPTERA (Coccidae)***

- 31 Patas bucales presentes. Patis del interior no extendidas hacia adelante y debajo de la cabeza

32

- 32 Antenas partes bucales patas y alas generalmente inmóviles creciendo fuertemente adheridas o fusionadas a la superficie plantar o esternal (condición objetiva). Las maxilas se extienden como un puñal de pliegues largos delgados adyacentes a lo largo de la parte media de la región ventral formando una proboscidea larga. Pronoto pequeño. Esbozos alares muy grandes. Antenas puñales al margen de los pliegues alares. Se encuentran en capullos de seda o celdas dentro del suelo o libres adheridas a algunas superficies por el ápice del abdomen y con un hilo alrededor del cuerpo

LEPIDOPTERA

- 32' Apéndices cefálicos y torácicos fuertemente móviles y no adheridos entre sí o con la superficie del cuerpo (condición exuvial). Maxilas nunca con forma larga y delgada

33

- 33 Lupa frecuentemente encerrada en un pupario formado por la última cutícula larvaria seca (condición contraria) y con un puñal de estigmas respiratorios grandes cerca de un extremo. En ocasiones con proyecciones respiratorias en el tórax. Solo se observa un par de esbozos alares que al igual que las patas no están adheridas al cuerpo. Pronoto pequeño no diferenciable del mesotórax

DIPTERA

- 33 Pupa nunca encerrada en pupario pero puede encontrarse en celdas de materiales diversos. Los apéndices de la cabeza siempre expuestos y móviles. Con cuatro pliegues alares o sin ellos

34

- 34 Cuerpo subcilíndrico con frecuencia estrecho entre el tórax y el abdomen. Esbozos alares generalmente presentes los interiores con venas y más grandes que los posteriores. Antenas siempre más largas que la cabeza. Ojos compuestos diferenciables. Mandíbulas de tipo masticador maxilas y labio alargadas. Prototórax pequeño fusionado al mesotórax

HYMENOPTERA

Aun cuando no son endopterigotos los coccidos pueden confundirse con las pupas de algunos insectos por sus características superficiales

- 31' Cuerpo frecuentemente comprimido de hasta 6 mm de largo. Pliegues alares ausentes. Antenas diminutas. Pronoto largo y conspicuo. Dentio de celdas formadas con desechos orgánicos. SIPHONAPTERA
- 35 Tarsos sin uñas o con uñas poco visibles. Cuerpo cilíndrico. Extremo del abdomen puntiagudo. Con dos pares de palpos bucales. THYSANOPTERA
- 35' Tarsos siempre con una o dos uñas 36
- 36 Partes bucales de tipo masticador. Labro siempre expuesto. Palpos presentes 37
- 36' Partes bucales adaptadas para picar. Palpos ausentes. Labro poco visible 42
- 37 Antenas con cinco artejos. Cuerpo deprimido. Ectoparásitos de aves y mamíferos. MALLOPHAGA
- 37' Antenas con más de cinco artejos 38
- 38 Protórax más pequeño que los otros segmentos torácicos. Cabeza hipognata. Clipeo abultado. PSOCOPTERA
- 38' Segmentos torácicos más o menos de igual tamaño o con el protórax o el mesotórax más grandes 39
- 39 Cabeza vertical hipognata. Antenas insertas sobre la frente 40
- 39' Cabeza horizontal prognata. Antenas insertas en la parte dorsal de la cabeza 41
- 40 Patas posteriores adaptadas para saltar. Protórax más o menos cuadrangular o un poco comprimido lateralmente. ORTHOPTERA
- 40' Patas posteriores de tipo caminador. delgadas. Protórax deprimido o delgado y largo. DICTYOPTERA
- 41 Tarsos con cuatro artejos. Cercos abdominales cortos formados por tres segmentos. Cutícula muy delgada y blanda. Color pálido, blanquecino o amarillento. Sociales. Polimórficos. ISOPTERA
- 41' Tarsos con dos o tres artejos. Cercos abdominales largos formados por una sola pieza en forma de pinza. DERMAPTERA
- 42 Esbozos alares nunca presentes. Partes bucales retraídas dentro de la cabeza estrecha. Tarsos formados por un artejo y con una sola uña modificados para constituir una pinza. Ectoparásitos de mamíferos. ANOPLURA

- 12' Esbozos alares usualmente presentes. Partes bucales externas muy modificadas como picos. Tarsos con más de un artejo y con dos uñas 13

- 43 Labio inserto en la parte antero inferior de la cabeza

HEMIPTERA

- 43' Labio inserto en el extremo postero inferior de la cabeza (En algunas Coccidae no existen las patas ni los esbozos alares y presentan el cuerpo cubierto por un polvo ceroso de color claro)

HOMOPTERA

Como los objetivos de esta obra no pretenden abarcar a todos los órdenes y familias de insectos establecidos en el territorio mexicano para identificar otros grupos no considerados en la clave anterior y en otras subsecuentes se recomienda consultar las claves para separar ordenes y familias propuestas por Ross (1968) Borror *et al* (1971) y Daly *et al* (1978) mientras que para identificar formas inmaduras se sugieren los trabajos de Chu (1949) Peterson (1976) y Stehn (1987)

Las claves que contiene este libro tienen como proposito fundamental el mostrar a los interesados en el tema los principales caracteres empleados en la taxonomia de cada grupo de insectos por lo cual no incluyen a todas las especies genericas o familiares importantes de Mexico. Si al tratar de identificar algun ejemplar con ayuda de estas claves sus caracteristicas no concuerdan *plenamente* con las mencionadas en el texto significa que no se trata del taxon en cuestion ante lo cual se recomienda consultar con un especialista o acudir a alguna de las colecciones referenciales citadas en el anexo final de este libro

Asi mismo se sugiere a los lectores observar con cuidado todas las ilustraciones porque en ellas se han tratado de reproducir con el maximo cuidado las caracteristicas especificas genericas y supragenericas que ayudan a identificar a los insectos. Todas las especies ilustradas se basan en ejemplares correctamente determinados por especialistas

Anexo 3:

Clave para Separar familias seleccionadas del Orden Homoptera

**III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000**

Clave para separar familias seleccionadas del orden Homoptera

HOMOPTERA

Adoptamos el nombre más utilizado en México para este grupo de insectos succionadores de acuerdo con Borror DeLong & Triplehorn (1976) aunque en otra literatura se les encuentra como Hemiptera Homoptera (Loss 1968 Richards & Davies 1977) o Rhynchota Homoptera (Grandi 1966)

Son insectos que se reconocen por presentar un aparato bucal de tipo picador succionador provisto con cuatro estiletes sin palpos colocado en posición opistognata. La mayoría presenta ojos compuestos y ocelos. Tienen cuatro alas con textura membranosa en ocasiones el par anterior está un poco endurecido como tegminas el par posterior es un poco más corto que el anterior y un poco más ancho durante el reposo permanecen en posición laterodorsal inclinada. Existen especies cuyos machos presentan sólo un par de alas y sus hembras son apteras. Las patas son de tipo caminador o saltador y en algunas familias pueden faltar en el estado adulto.

Tienen hábitos solitarios o gregarios. Citaremos algunas de las principales especies con importancia económica distribuidas en México que están incluidas en las siguientes familias:

Membracidae	succionadoras de savia en tallos y ramas
Cercopidae	succionadoras de savia en follaje tallos y raíces
Cicadellidae	succionadoras de savia en hojas y tallos transmisoras de virosis vegetales
Fulgoridae	succionadoras de savia en hojas y tallos
Aphididae	succionadores de savia en follaje y tallos transmisores de virosis vegetales
Coccoidea	succionadores de savia en tallos hojas y frutos Productores de colorantes y laca
Aleyrodidae	succionadores de savia en hojas y tallos

Estas familias pueden separarse con la clave siguiente

Entomología Práctica
M. A. Morón y R. A. Terrón
Instituto de Ecología, México, D.F.
1988

- 1 Tarsos con tres artejos antenas muy cortas Pico inserto en la parte baja y posterior de la cabeza Insectos activos Suborden Auchenorrhyncha 2
- 1' Tarsos con uno o dos artejos (cuando están presentes las patas) Antenas largas y filiformes Pico (cuando está presente) situado entre las coxas anteriores Insectos usualmente poco activos o sedentarios Suborden Sternorrhyncha 5
- 2 Antenas insertas en la frente y entre los ojos o al menos anteriormente a los ojos Coxas intermedias cortas y muy próximas entre sí (Fig 150) 3
- 2' Antenas insertas a los lados de la cabeza y bajo los ojos Coxas intermedias largas y separadas entre sí (Fig 151) Tibia posterior sin un espolón apical ancho y móvil Área anal de las alas posteriores reticulada con muchas venas transversales FULGORIDAE
- 3 Normalmente con dos ocelos (raramente con tres) Insectos saltadores El pronoto se extiende hacia atrás sobre el abdomen en ocasiones con proyecciones verticales u horizontales en forma de espinas o cuernos MEMBRACIDAE
- 3' Con los caracteres anteriores excepto que el pronoto no se extiende hacia atrás nunca cubre al resto del torax y no tiene proyecciones 4
- 4 Metatibias con una o dos espinas fuertes y una serie de espinitas alrededor del apice Coxas posteriores cortas y conicas (Fig 152) CERCOPIDAE
- 4' Metatibias con una o mas hileras de espinas pequeñas Coxas posteriores transversales (Fig 153) CICADELLIDAE
- 5 Tarsos con dos artejos y con dos uñas Cuando se trata de formas aladas presentan cuatro alas Partes bucales bien desarrolladas en los dos sexos con el pico largo Antenas con tres a siete segmentos 6
- 5' Tarsos con un artejo y una uña Hembras apteras y en ocasiones apodas con forma de escama o gusano cubiertas por cera blanca rosada o amarillenta Machos con un par de alas y sin pico COCCOIDEA
- 6 Alas translucidas las posteriores mucho mas pequeñas que las anteriores Las alas mesotoracicas poseen 4 o 5 venas (rara vez 6) Corniculus presentes Antenas con 6 artejos Vena mediana del ala frontal ramificada APIIDIDAE
- 6' Alas opacas cubiertas por un polvillo ceroso las alas metatoracicas casi tan largas como las anteriores Sin corniculus ALEYRODIDAE



Fig 150 Esquema de las mesocoxas de un Membracidae en vista ventral mostrando su forma y posición



Fig 151 Esquema de las mesocoxas de un Fulgoridae en vista ventral mostrando su separación



Fig 152 Esquema de las metacoxas de un Cercopidae en vista ventral mostrando su forma



Fig 153 Esquema de las metacoxas de un Cicadellidae en vista ventral mostrando su posición

Anexo 4:

**Contribución del Grupo
Bioecología/MIP del Salivazo al
Informe Annual CIAT 2000**

III Taller sobre la Bioecología y Manejo del Salivazo de los Pastos
CIAT, Cali, Colombia, 23-27 octubre de 2000

Research group on the Comparative
Bioecology and IPM of Grassland Spittlebugs
2000 Summary of Activities

Contribution to CIAT Annual Report 2000

Project IP-5 Tropical Grasses and Legumes
Project PE-1 IPM for a Safer Environment



CIAT

Centro Internacional de Agricultura Tropical
International Center for Tropical Agriculture
A A 6713 Cali Colombia

Activity 1.1 Study the bioecology of spittlebug species in contrasting environments

- 1.1.1 Comparative biology of *Zulia* spittlebugs
- 1.1.2 Detection of the Central American forage and cane pest, *Prosapia simulans*, in South America
- 1.1.3 Biology and habits of *Prosapia simulans*
- 1.1.4 Characterization of substrate communication in adult spittlebugs
- 1.1.5 Population dynamics and phenology of spittlebugs in the Cauca Valley
- 1.1.6 Documentation of first generation population phenology in two lowland sites
- 1.1.7 Preoviposition determinants of egg diapause
- 1.1.8 Seasonal changes in the incidence and duration of egg diapause

Activity 2.2 Diagnosis of spittlebug for elaborating IPM components

- 2.2.1 Identity and distribution of spittlebugs associated with graminoids of Colombia and Ecuador
- 2.2.2 Evaluation of an artificial diet for maintenance of spittlebug adults
- 2.2.3 Identity, incidence and maintenance of spittlebug fungal entomopathogens
- 2.2.4 Screening fungal entomopathogens for virulence to spittlebug adults
- 2.2.5 Evaluation methodology for measuring virulence of fungal entomopathogens to spittlebug nymphs
- 2.2.6 Economic impact of spittlebugs to animal production in *Brachiaria decumbens*
- 2.2.7 Recovery and maintenance of fungal and bacterial isolates entomopathogenic to cassava pests (Anuar Morales, Rosalba Tobón, Daniel Peck)

Activity 3.3 Facilitate communication through Newsletters, Journal and Workshops

- 3.3.1 III Workshop on the Bioecology and Management of Grassland Spittlebugs
- 3.3.2 Proposal development: Distribution patterns of grassland spittlebugs for gauging range expansion and invasion risk
- 3.3.3 Proposal development: Characterization of *Prosapia simulans*, a new spittlebug pest in forage grasses of Colombia
- 3.3.4 Proposal development: Methodologies for the evaluation and diagnosis of spittlebugs in graminoid crops
- 3.3.5 Proposal development: Manual for the study of the biology and ecology of grassland spittlebugs
- 3.3.6 Proposal development: Vibrational communication as a taxonomic tool for grassland spittlebugs

PUBLICATIONS

COLLABORATORS

STAFF LIST

Activity 1.1 Study the bioecology of spittlebug species in contrasting environments

Highlights

- Completed comparative biological studies on three spittlebug species (*Zulia carbonaria*, *Zulia pubescens*, *Zulia* sp. nov.) and imitated studies on a fourth (*Prosapia simulans*).
- Detected and made preliminary assessment of the presence of the Central American forage grass and sugar cane pest, *Prosapia simulans*, in *Brachiaria decumbens* of the Cauca Valley, which is a first report of the species and genus in Colombia and South America.
- Further characterized substrate communication in spittlebug adults by describing the male courtship calls of three species and confirming significant differences in call structure among taxa.
- Gathered data on early season population dynamics of spittlebug nymphs and adults in three contrasting sites to measure the correlation between phenology and rainfall and to gauge potential to predict the timing of outbreaks.
- Established new studies on egg diapause including an experiment to test the effect of preoviposition conditions on diapause incidence and a study to document seasonal changes in diapause incidence among field populations in three contrasting sites.

Despite a high pest status and long history in the Neotropics, an effective and coordinated program for the integrated management of spittlebugs in forage grasses does not yet exist. Among the factors that contribute is (1) a tendency to over generalize among the diversity of species, genera and habitat associations, (2) a poor understanding of the natural history of the family Cercopidae, (3) little biological information for the majority of economically important species, (4) scarcity of detailed site-specific studies on ecology that offer the resolution necessary to guide advances in pest management, and (5) IPM tools that are rudimentary or absent.

In 2000 we continued studies to overcome these limitations, focusing on the (1) the acquisition of new bioecological information on this pest complex and the family Cercopidae, (2) development of contrasting ecoregions in Colombia as model sites for advancing the diagnosis and management of spittlebugs, and (3) development and evaluation of research methodologies and technologies to promote higher quality research from NARS.

Progress towards achieving output milestones

- Defined variation in the biology and abundance of spittlebug species in Colombia

Previously established research methodologies were implemented to continue characterizing the natural history of the family Cercopidae, the comparative biology of the major spittlebug pests in Colombia, and the population ecology of the spittlebug complex in contrasting sites. The Interandean Region (Cauca Valley), with bimodal annual precipitation, was developed as a fourth model region that includes the Caribbean Coast (Córdoba and Sucre, highly seasonal for precipitation), Orinoquia Piedmont (Meta, intermediate seasonal) and Amazonian Piedmont (Caquetá, continuously humid). Development of these sites is crucial for linking bioecological information to improvements in pest management. Our research on the spittlebug complex in each of these regions is establishing the patterns of variation in biology, behavior and ecology, fundamental for advancing management by tailoring control tactics to the diverse habitats, regions and production systems where spittlebugs are economically important.

Contributors: Daniel Peck (CIAT Projects IP-5, PE-1), Ulises Castro, Jairo Rodríguez, Anuar Morales, Francisco López (CIAT Project IP-5), Antonio Pérez (Universidad de Sucre), Guillermo León (CORPOICA CI. La Libertad)

1.1.1. Comparative biology of *Zulia* spittlebugs (Jairo Rodríguez, Daniel Peck)

Rationale: An inadequate understanding of the biology and behavior of most spittlebug species, plus a tendency to over generalize in those same aspects among species, has contributed to their ineffective management. Of the 15 species of spittlebugs associated with forage grasses in Colombia, only five have had their biology studied to any degree: *Aeneolamia lepidior*, *A. reducta*, *A. varia*, *Mahanarva* sp. nov., *Prosapia simulans* and *Zulia carbonaria*. To advance our understanding of the patterns of variation among taxa, we are examining the biology of three species in the genus *Zulia*: *Z. carbonaria*, *Z. pubescens* and *Zulia* sp. nov. With the exception of one study on *Z. carbonaria*, this genus has not yet been the focus of any biological or behavioral study and therefore aspects such as characterization and duration of the life stages, reproductive biology and oviposition sites are unknown and unavailable to guide advances in pest management.

Methods: Small-scale colonies were established to ensure availability of all life stages of the insect despite seasonality in the field. Source populations of *Z. carbonaria* and *Z. pubescens* were local in the department of Valle del Cauca while *Zulia* sp. nov. was collected on the Pacific coast in Nariño, its only known range in Colombia.

Methods were based on previous biological studies carried out by CIAT emphasizing morphological characterization of the life stages, duration of the life stages and reproductive biology. With the aid of a stereoscope and ocular micrometer, certain aspects of the external morphology were measured for four developmental stages of the eggs, five nymphal instars, and both sexes of the adults. Adult specimens were obtained from the field, nymphs were obtained from either the field or colony, and eggs were obtained from ovipositing adults in the colony.

To measure the duration of the life stages, field conditions were replicated in the screenhouse for controlled observations of adults and nymphs (Figure 1). Teneral adults (<12 hours old) from the colony were confined in cohorts of four individuals under acetate sleeve cages over pots of *Brachiaria ruziziensis*; mortality was assessed daily. For the nymphs, recently eclosed first instars (<12 hours old) were placed singly in pots of *B. ruziziensis* established with abundant surface roots required as feeding sites; transformation from one instar to the next was determined by direct observation of the molted exuvia. The mean longevity of each life stage was based on 40 individuals.



Figure 1. Pots employed to determine the longevity of adults (A) and nymphs (B).

Duration of the egg stages was determined under controlled incubation conditions (27°C, 100% RH, total darkness). Recently laid eggs (<24 hours old) were maintained on moist filter paper in petri dishes and observed daily. The duration of each of the four generalized developmental stages was based on 100 individuals.

To study oviposition sites as part of the description of reproductive biology, field conditions were replicated in the screenhouse. The soil surface was specially prepared with soil oviposition substrate dispersed on top with 2 g leaf litter (Figure 2). Each pot was infested with 2 females and 2 males from the

colony and once they died eggs were recovered from four oviposition substrates: uncovered soil, soil covered by leaf litter, leaf litter and the plant surface.

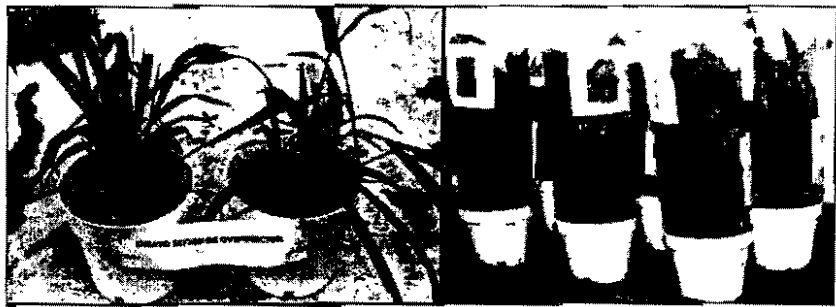


Figure 2. Pots for determining oviposition site preferences according to different oviposition substrates.

Results: Male and female *Z. carbonaria* were larger than *Z. pubescens* and *Zulia* sp. nov. in every morphological measure (width of head capsule and body; length of stylet, wing and body with and without wings). Males of *Zulia* sp. nov. were the smallest life stage. With the exception of only a few measures, females were significantly larger than males for each species.

Each species presented the four generalized developmental stages established for *A. varia* and other spittlebug species. In terms of size, *Zulia* sp. nov. eggs were smaller than the other two species during each developmental stage (Table 2). In phase S4, within 1-2 days of hatch, eggs of *Z. carbonaria* and *Z. pubescens* were 1.12 times longer than *Zulia* sp. nov. Despite significant differences in size between adult *Z. carbonaria* and *Z. pubescens*, no significant differences were detected in egg size with the exception of width in phase S2.

For *Z. carbonaria* and *Z. pubescens*, there were significant differences from each instar to the next in all parameters measured (width of head capsule, length of body, anterior wing pad and stylet) (Table 3). There were also significant differences among life stages between the two species for most measures, and these differences increased with instar. *Zulia* sp. nov. nymphs were not available for measurements.

Mean adult longevity was 19.6, 18.4 and 14.1 days, respectively, for *Z. carbonaria*, *Z. pubescens* and *Zulia* sp. nov. Longevity for *Zulia* sp. nov. was significantly less. By gender, longevity varied from 12.9-20.1 days among the three species (Table 4). No differences in longevity were detected between sexes of the same species.

Total duration of egg development varied from 14.3-17.4 days among the three species (Table 5), with *Z. carbonaria* > *Zulia* sp. nov. > *Z. pubescens*. Although S2 was the shortest stage for all species, S4 was the longest for *Z. carbonaria*, S3 for *Z. pubescens* and S1 for *Zulia* sp. nov., representing 38.9, 33.0 and 41.9%, respectively, of the total egg development time.

Total duration of nymph development varied from 38.0-42.6 days among the three species (Table 6). Duration was significantly longer in *Z. pubescens* given statistically longer stadia in instars I – IV. For each species, instar V was longer than other instars, representing 30.6, 33.1 y 30.7% of total nymphal development time for *Z. carbonaria*, *Z. pubescens* and *Zulia* sp. nov., respectively. For *Z. carbonaria* and *Z. pubescens*, there were no differences between instars I, II and III, but duration was incrementally longer in instars IV and V. For *Zulia* sp. nov., there were no differences among instars I – IV.

Based on these studies, the complete life cycle of *Z. carbonaria*, *Z. pubescens* and *Zulia* sp. nov. was 69.6, 61.5 and 64.4 days, respectively (Table 7).

Table 1. Morphological characterization (mm) of *Zulia* adults by sex (mean±S.E., range, n=40).

Species	Sex	Head capsule width	Stylet length	Body length with wings	Body length without wings	Anterior wing length	Body width
<i>Z. carbonaria</i>	F	2.69±0.12 a (2.43-1.87)	1.23±0.10 a (0.98-1.50)	11.22±0.37 a (9.21-11.43)	10.30±0.79 a (9.07-12.00)	9.11±0.52 a (8.21-11.50)	5.64±0.26 a (5.29-6.29)
	M	2.40±0.08 b (2.22-2.67)	1.16±0.06 a (1.07-1.28)	10.29±0.52 b (7.14-10.36)	9.36±1.07 b (7.29-11.93)	8.44±0.44 b (7.50-9.07)	4.87±0.26 b (4.29-5.29)
<i>Z. pubescens</i>	F	2.25±0.10 d (1.96-2.46)	1.03±0.07 c (0.89-1.28)	8.98±0.54 d (7.79-10.64)	8.57±1.03 dc (7.07-11.07)	7.10±0.27 e (6.29-7.50)	4.25±0.24 cd (4.14-5.36)
	M	2.14±0.06 d (1.99-2.25)	0.97±0.06 d (0.84-1.07)	8.74±0.50 de (8.93-10.71)	8.01±0.69 ed (7.00-10.00)	7.13±0.34 d (6.57-8.36)	4.41±0.26 d (4.00-5.36)
<i>Zulia</i> sp. nov.	F	2.35±0.08 c (2.16-2.49)	1.09±0.06 b (0.98-1.24)	9.72±0.47 c (8.93-10.71)	9.04±0.92 cb (6.93-10.93)	7.75±0.40 c (7.14-9.21)	4.65±0.30 c (4.00-5.21)
	M	2.08±0.08 f (1.99-2.25)	1.05±0.06 bc (0.96-1.16)	8.65±0.34 e (8.07-9.57)	7.07±1.08 e (5.93-9.64)	7.12±0.29 d (6.36-7.79)	4.04±0.20 e (3.64-4.36)

Within columns, means followed by different letters are significantly different (P<0.05).

Table 2. Width and length (mm) of development stages of *Zulia* eggs (mean±S.E., range, n=68-100).

Species	S1		S2		S3		S4	
	Length	Width	Length	Width	Length	Width	Length	Width
<i>Z. carbonaria</i>	1.06±0.03 a (1.00-1.13)	0.30±0.02 a (0.24-0.34)	1.07±0.03 a (0.99-1.13)	0.32±0.02 a (0.27-0.37)	1.09±0.02a (1.01-1.14)	0.33±0.02 a (0.29-0.39)	1.12±0.03 a (1.06-1.20)	0.38±0.02 a (0.34-0.43)
	1.05±0.04 a (0.97-1.17)	0.29±0.02 a (0.24-0.30)	1.06±0.03 a (1.00-1.17)	0.31±0.01 b (0.27-0.33)	1.07±0.04a (1.00-1.19)	0.33±0.02 a (0.29-0.36)	1.12±0.04 a (1.00-1.24)	0.37±0.02 a (0.34-0.41)
<i>Zulia</i> sp. nov.	0.95±0.04 b (0.84-1.01)	0.28±0.01 b (0.24-0.31)	0.97±0.03 b (0.86-1.03)	0.29±0.01 c (0.27-0.31)	0.97±0.03 b (0.91-1.04)	0.32±0.02 b (0.29-0.34)	1.00±0.03 b (0.93-1.07)	0.34±0.01 b (0.31-0.36)

Within columns, means followed by different letters are significantly different (P<0.05).

Table 3. Morphological characterization (mm) of nymphal life stages of *Zulia* (mean, n=40).

Species	Instar	Head capsule width	Body length	Anterior wing pad length	Stylet length
<i>Z. carbonaria</i>	I	0.39 a	1.57 a	-	0.32 a
	II	0.62 b	2.54 b	-	0.43 b
	III	0.97 c	4.01 c	0.33 a	0.67 c
	IV	1.50 d	6.21 d	0.95 b	1.00 d
	Va	2.18 e	9.81 e	2.80 c	1.40 f
	Vb F	2.24 f	10.62 g	2.93 d	1.45 g
	Vb M	2.21 f	10.10 f	2.85 d	1.37 e
<i>Z. pubescens</i>	I	0.39 a	1.48 a	-	0.32 a
	II	0.58 b	2.89 b	-	0.40 b
	III	0.90 c	3.91 c	0.35 a	0.58 c
	IV	1.34 d	5.66 d	0.86 b	0.83 d
	Va	1.92 e	8.40 e	2.37 c	1.16 f
	Vb F	1.93 e	9.53 f	2.48 d	1.10 e
	Vb M	1.88 f	9.43 f	2.53 d	1.12 f

Within columns for each species, means followed by different letters are significantly different ($P<0.05$).

Each species demonstrated some degree of flexibility in oviposition preferences by using two or more oviposition substrates (Figure 3). However, there were marked differences among species in those preferences. Both *Z. carbonaria* and *Zulia* sp. nov. preferred uncovered soil, laying 72.7 and 73.5% of their eggs in that substrate. *Z. pubescens* preferred laying eggs on the plant surface where 59.2% of eggs were recovered.

Table 4. Longevity (days) of *Zulia* adults by sex (mean, n=24-40).

Species	Sex	Longevity
<i>Z. carbonaria</i>	Female	20.4 a
	Male	18.4 a
<i>Z. pubescens</i>	Female	19.4 a
	Male	17.6 ab
<i>Zulia</i> sp. nov.	Female	14.9 bc
	Male	12.9 bc

Within columns, means followed by different letters are significantly different ($P<0.05$).

Table 5. Duration (days) of *Zulia* eggs by development stage (mean±S.E., range, n=108-126).

Species	S1	S2	S3	S4	Total
<i>Z. carbonaria</i>	5.93±0.70 a (5-8)	1.07±0.25 a (1-2)	3.69±0.53 b (3-5)	6.77±0.54 a (5-8)	17.40±0.91 a (12-20)
<i>Z. pubescens</i>	4.14±0.35 b (4-5)	1.05±0.21 a (1-2)	4.73±0.44 a (4-5)	4.42±0.50 c (4-5)	14.34±0.51 c (13-16)
<i>Zulia</i> sp. nov.	6.11±0.59 a (5-8)	1.10±0.30 a (1-2)	2.92±0.78 c (2-4)	4.69±0.53 b (3-6)	14.57±1.49 b (10-18)

Within columns, means followed by different letters are significantly different ($P<0.05$).

Table 6. Duration (days) of *Zulia* nymphs by instar (mean, n=40).

Species	Instar					Total
	I	II	III	IV	V	
<i>Z. carbonaria</i>	7.48 a	7.20 a	6.38 a	8.33 a	12.98 a	42.35 a
<i>Z. pubescens</i>	6.65 b	6.28 b	5.63 b	7.08 c	12.57 a	37.95 b
<i>Zulia</i> sp. nov.	7.96 a	7.13 a	6.71 a	7.79 b	13.08 a	42.67 a

Within columns, means followed by different letters are significantly different ($P<0.05$).

Table 7. Life cycle summary for three *Zulia* species.

Life stage		Duration (days)		
		<i>Zulia carbonaria</i>	<i>Zulia pubescens</i>	<i>Zulia</i> sp. nov.
Egg	Sum	17.4	14.3	14.6
	S1	5.9	4.1	6.1
	S2	1.1	1.0	1.1
	S3	3.7	4.7	2.9
	S4	6.8	4.4	4.7
Nymph	Sum	42.4	38.0	42.7
	Instar I	7.5	6.6	8.0
	Instar II	7.2	6.3	7.1
	Instar III	6.4	5.6	6.7
	Instar IV	8.3	7.1	7.8
	Instar V	13.0	12.6	13.1
Adult	Half longevity ¹	9.8	9.2	7.1
	Female	20.4	19.4	14.9
Life cycle		69.6	61.5	64.4

¹Mean longevity calculated from the Weibull distribution.

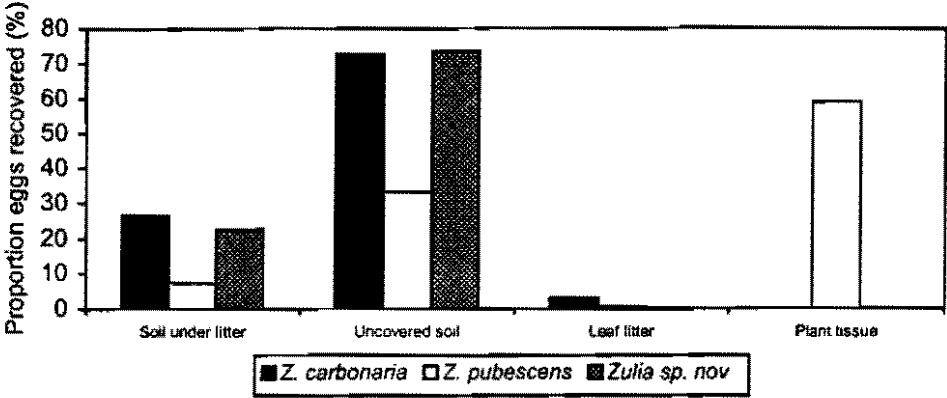


Figure 3. Oviposition site preferences determined in choice trials where eggs were recovered from four different substrates.

Discussion: In terms of size, adult spittlebugs from the genus *Zulia* exhibit the same sexual dimorphism as other genera studied to date (*Aeneolamia*, *Mahanarva*, *Prosapia*) in which females are larger than males in most body size measures. Reduction in the stylet length from Instar V to adult in *Z. carbonaria* and *Z. pubescens* is consistent with results from other species (*A. lepidior*, *A. reducta*, *Mahanarva* sp. nov., *Prosapia* sp. nov.). Eggs of all three species passed through the four generalized developmental stages expressed in other species (*A. lepidior*, *A. reducta*, *A. varia*, *Mahanarva* sp. nov., *Prosapia* sp. nov.). In terms of egg size, there appear to be general trends across genera where *Prosapia* = *Mahanarva* > *Zulia* > *Aeneolamia*.

The physical parameters measured for the nymphs demonstrate morphologically distinguishable instars. Like in other species, little overlap in head capsule width among instars makes this character highly diagnostic of instar within species. When supported by other physical characters such as degree of sclerotization and size and form of the wing pads, it is possible to accurately distinguish instars. Early and late instar V (Va, Vb) are distinguished by physical characters other than size, such as visibility of adult structures, similar to other species of spittlebug studied previously.

Adult longevity in *Zulia* is considerable longer than most previously studied species (*A. lepidior*, *A. reducta*, *A. varia*, *Mahanarva* sp. nov.) with the exception of *Prosapia* sp. nov. Mean longevity of adult *Z. carbonaria* was 7-8 days greater than those obtained in a previous study while duration of the egg stage was similar (Arango & Calderón 1981). Nymphal longevity for *Zulia* was greater than that obtained for *Aeneolamia* but similar to *Mahanarva* sp. nov. Unlike *A. lepidior* and *Mahanarva* sp. nov., for these species of *Zulia* instar V was the longest. Overall generation time varied from 61.5-69.6 days among species. The generation time calculated for *Z. carbonaria* (69.6) was similar to that determined in one previous study (72 days)

Consistent with other species, *Zulia* lays eggs in the soil, leaf litter and on the plant stem. Species-specific preferences vary widely, however. Two species prefer soil substrate like the genus *Aeneolamia*, while *Z. pubescens* prefers to lay eggs on the plant as is being demonstrated for *P. simulans* (see activity 1.1.3).

The methodologies established here have proven adequate for gathering biological information on previously unstudied spittlebug species. Continued studies will enable us to assess patterns of variation in spittlebug bioecology to help guide advances in spittlebug management.

1.1.2 Detection of the Central American forage and cane pest, *Prosapia simulans*, in South America (Daniel Peck, Ulises Castro, Francisco López, Anuar Morales, Jairo Rodríguez)

Rationale and Methods: *Prosapia simulans* is the most widely distributed species of grassland spittlebug, reported in the lowland tropics from Mexico to Panama. It is also a major pest of sugar cane in Central America. To our knowledge, this species and the genus *Prosapia* have never been reported in South America. Herein we report the first field detection of *P. simulans* in Colombia, quantitative measures of field abundance to make a preliminary assessment of population density and persistence, and an additional record from museum specimens collected in Venezuela. A manuscript has been submitted that includes a summary of the literature on geographic distribution, bionomics and pest status; diagnostic characters to distinguish it from other grassland spittlebugs in northern South America; and a discussion of its possible mode of introduction and pest status potential.

Results: Six populations of *P. simulans* were discovered in the Cauca Valley in 1999-2000. All specimens were identified using characteristics of the male genitalia and compared with type specimens at the Natural History Museum (BMNH), London.

The first report was a single adult female obtained 2-VI-1999 during surveys of *Zulia carbonaria* populations in *Brachiaria dictyoneura* near Santander de Quilichao (Table 1). Despite additional surveys in surrounding pastures and sugar cane fields, and weekly surveys in the same site ever since, no more individuals were recovered.

Table 1. Populations of *Prosapia simulans* detected in the Cauca Valley, Colombia.

Department	Municipality	Vereda	Elev. (m)	First detection	Host plants
Cauca	Santander de Quilichao	Santander de Quilichao	1060	2-VII-1999	<i>Brachiaria dictyoneura</i>
Valle del Cauca	Calima del Darien	Diamante la Gaviota	1575	12-VI-2000	<i>Brachiaria decumbens</i>
Valle del Cauca	Calima del Darien	La Primavera	1621	12-VI-2000	<i>Axonopus micay</i> <i>Brachiaria decumbens</i> <i>Cynodon plectostachyus</i> <i>Hyparrhenia rufa</i>
Valle del Cauca	Yotoco	Cordobitas	1535	1-II-2000	<i>Brachiaria decumbens</i> <i>Cynodon plectostachyus</i> <i>Saccharum officinarum</i>
Valle del Cauca	El Cerrito	Santa Helena (a)	1155	2-VII-1999	<i>Brachiaria decumbens</i>
Valle del Cauca	El Cerrito	Santa Helena (b)	1100	6-VII-2000	<i>Brachiaria decumbens</i> <i>Saccharum officinarum</i>

Four additional populations were discovered subsequently (Table 1). Populations at these sites were persistent because *P. simulans* was detected in various visits over several months. Sites varied over a broad elevational range (1060-1620 m) and with the exception of Santander de Quilichao, the dominant forage grass at each site was *Brachiaria decumbens*. The greatest populations detected were in Santa Helena. A survey on 4-IV-2000 estimated densities at 46.8 nymphs/m² (n = 10, 0.25m² quadrats) and 190 adults/50 sweeps (n = 4 series of 50 sweeps). Although economic thresholds based on quantitative yield loss data have never been established for grassland spittlebugs, these levels are considered highly damaging in Mexico where >30 nymphs/m² and >25 adults/50 sweeps are designated as "severe" infestations.

Host plants of *P. simulans* in these sites included *Axonopus micay*, *B. decumbens*, *B. dictyoneura*, *B. ruziizensis*, *Hyparrhenia rufa*, *Cynodon plectostachyus* and *Saccharum officinarum*. A single adult was

found feeding on sugar cane in Cordobitas while a single nymph was reported by CENICAÑA on cane in Santa Helena.

An additional record of *P. simulans* in South America was discovered from museum specimens housed at CIAT's insect collection (2 specimens) and the Natural History Museum (7 specimens), London. This material was all collected 30-V-1980 by Gerardo Pérez Nieto from Venezuela, Bolivar State, La Vergareña, in pasture, calculated to be near 6.783°N, 63.559°W (Fig. 1). No other South American specimens were found in the collections at Cornell University, the Universidad Nacional at Palmira (Cauca Valley) or the Universidad del Valle (Cauca Valley).

P. simulans can be separated from the other 17 species associated with wild and cultivated graminoids in Colombia and Ecuador by dorsal color pattern: dark brown to black with one transverse band across the center of the pronotum and two across the tegmen (Figure 1). As the only known member of the genus in South America, *P. simulans* is also distinguished by the genus definition of Fennah (1949, 1953) and supporting male genitalia characters discussed by Hamilton (1977).



Figure 1. *Prosapia simulans*, Central American spittlebug newly reported from Colombia (Cauca Valley) and South America. Male (left) and female.

In Mexico and Central America, there is significant variation in the color and form of the transverse bands, ranging from yellow to pink/red to orange, broad to narrow, and distinct to completely obscured particularly in females. The Colombian populations displayed a particular subset of this color and pattern variation. Of 18 males examined, all had narrow pale yellow tegminal bands with some reduction of the posterior band. The color of the venter was predominantly pink (55%), but some individuals were yellowish brown (28%) or intermediate (17%). Background tegmen color was usually brown (94%) but sometimes black (6%). Unlike *P. simulans* from Costa Rica, males from the Colombian populations had black subgenital plates with black patches on the lateral sides of the abdominal sternites. Of 10 females examined, all had both tegminal bands greatly reduced to barely evident on a black background. Female venters were black with red (90%) to yellowish brown (10%) markings.

Discussion: The populations of *P. simulans* detected in *B. decumbens* are persistent, at economically damaging levels, and cover a broad elevational range (1000-1600 m). Wider surveys should be carried out to identify the distribution of *P. simulans* and monitor its spread in pastures and cane plantations of the Cauca Valley. At the spittlebug densities detected in this study, milk and beef cattle production will be negatively affected and the persistence of improved *B. decumbens* pastures will be compromised. Spread

or introduction of this species to lowland regions of Colombia such as the Caribbean coast or the extensive eastern Llanos could have severe economic implications.

Up to now, *P. simulans* has not been reported on sugar cane beyond the observations noted above. Nevertheless, because the evidence suggests that *P. simulans* was introduced, cane producers should consider this species a potential threat. The menace may be heightened now as management shifts from preharvest burning to green production by the year 2005; elimination of burning may increase the susceptibility of sugar cane to this new insect pest. In Central America, this species is an injurious pest of cane in Honduras and Nicaragua. Up to now, the Cauca Valley of Colombia has been distinguished for the lack of spittlebug pests whereas essentially all other cane-producing regions of Central and South America have experienced major spittlebug pest problems.

Although the occurrence of *P. simulans* in Colombia and Venezuela could be attributed to low endemic populations only recently detected, we believe this is unlikely because *P. simulans* is an aposematic and economically important pest species. Furthermore, the Cauca Valley and Venezuela have been under relatively high surveillance over the last 20 years due to CIAT's activities and extensive fieldwork on grassland spittlebugs conducted in the 1950's across Venezuela. Our proposition is that *P. simulans* has been slowly invading from its known southern range in Panama and has advanced into the Cauca Valley from the Pacific Coast. Unfortunately, there are no known collections of cercopids from the remote areas of Chocó and the Darien to test this mode of introduction. Human-mediated introduction is one explanation for the Venezuelan reports. *Prosapia simulans* lays a majority of eggs on the plant stem (see activity 1.1.2), therefore arrival with infested vegetative material is a possibility.

Finally, these observations highlight the need for care in transfer of vegetative and soil materials associated with cercopid host plants. There is some other anecdotal evidence for regional introductions of grassland spittlebugs such as *Z. carbonaria* from the Cauca Valley into the Colombian Amazon, and an isolated report of the Central Brazil species *Notozulia entreriana* in the Colombian Llanos (see activity 2.2.1). One well-documented case is *Lepyronia coleoptrata* (Homoptera: Aphrophoridae), a Palearctic spittlebug with immigrant status in the United States (Hoebeker & Hamilton 1983). With the increasing movement of vegetative material throughout the Caribbean Basin and northward insect range expansion due to warming trends, sugar cane and forage grass production in the southern United States, like the Cauca Valley, would be threatened by the arrival of new spittlebug pests. The southeast United States already suffers from the native *Prosapia bicincta*, a damaging pest of forage grass, turf grass and ornamentals.

1.1.3 Biology and habits of *Prosapia simulans* (Jairo Rodríguez, Ulises Castro, Anuar Morales, Daniel Peck)

Rationale: The Central American forage and cane pest, *Prosapia simulans*, was recently reported for the first time in Colombia and South America (see activity 1.1.2). It is urgent to carry out a preliminary diagnosis of this pest in the Cauca Valley because several persistent populations over a broad elevational range (1100-1621 m) have been detected, some at economically damaging levels in pastures of *Brachiaria decumbens*. Moreover, this species poses a threat to sugar cane production especially with the future prohibition of burning (2005). This change in cultural practice is known to affect the status of insect pests in cane, and in Brazil it is known to have promoted previously unimportant spittlebug species to high pest status.

A literature review has shown that there is little known about the biology and ecology of this species despite being one of the most widely distributed spittlebugs in America, occurring from Mexico to Panama. To gather biological information relevant to this species, and relevant to the conditions in Cauca Valley of Colombia, we launched studies on its bioecology.

Methods: A small colony of *P. simulans* was established to provide insects for study and overcome seasonality of field populations. Descriptive studies on biology were carried out according to previously established methodologies (see activity 1.1.1) focusing on three aspects: morphological characterization of the life stages, duration of the life stages and reproductive biology. The following is a summary of results obtained to date.

Results: For adults, mean lengths of six morphological measures were greater in females than males with the exception of the posterior wing (Table 1). For eggs, mean length and width increased with development phase (Table 2)

Table 1. Morphological characterization (mm) of *P. simulans* adults by sex (mean±S.E., range, n=40).

Sex	Head capsule width	Stylet length	Body length with wings	Body length without wings	Anterior wing length	Body width
F	2.31±0.06 a (2.21-2.43)	0.98±0.07 a (0.89-1.16)	8.71± 0.33 a (7.29-9.29)	8.18±0.61 a (7.29-9.29)	6.80± 0.22 a (6.36-7.21)	4.63±0.15 a (4.36-5.07)
M	2.04±0.06 b (1.93-2.14)	0.89±0.03 b (0.82-0.94)	8.52±0.31 b (7.36-9.29)	7.23±0.32 b (6.57-8.14)	6.84±0.28 a (5.93-7.43)	4.16±0.14 b (3.79-4.43)

Within columns, means followed by different letters are significantly different (P<0.05).

Table 2. Width and length (mm) of development stages of *P. simulans* eggs (mean±S.E., range, n=75-100).

Parameter	Development stage			
	S1	S2	S3	S4
Length	1.16 ± 0.03 a (1.09 – 1.24)	1.18 ± 0.03 b (1.10 – 1.26)	1.21 ± 0.03 c (1.14 – 1.30)	1.25 ± 0.03 d (1.19 – 1.34)
Width	0.32 ± 0.02 a (0.29 – 0.36)	0.34 ± 0.01 b (0.31 – 0.37)	0.39 ± 0.03 c (0.30 – 0.47)	0.42 ± 0.01 d (0.39 – 0.46)

Mean longevity of adults (n=80) was 16.5 days. No statistical difference was detected between males (15.3 days, n=40) and females (17.9 days, n=40).

The duration of egg development differed between two collection sites, Santa Helena (El Cerrito, 1155 m elev.) and Cordobitas (Yotoco, 1535 m elev.). These two sites represented low and high elevation zones of the Cauca Valley. Mean egg development time in the lowland site was 50.5 days, significantly longer than

the upland site with 18.0 days (Table 3). Eggs from the lowland site had an extended S1 and S2 stage, representing 71.5 and 19.0% of the total development time, versus 38.4 and 11.8% in the highland site. An extended S2 phase is evidence for egg diapause, however such an extended S1 stage has not been documented in grassland spittlebug before. Both stages may relate to an egg quiescence associated with unfavorable dry conditions.

During development, *P. simulans* eggs lacked certain externally visible features in particular development stages, namely appearance of a red pigment spot in S2 and red eye and abdominal spots in S3. Pigment spots were not visible until S4. For this reason it was hard to distinguish eggs of S1 and S2 (S2 is distinguished from S3 by a rupture in the chorion) and therefore an extended phase may have been erroneously attributed to S1.

Mean development time for nymphs was 45.6 days (Table 4). Instar V was the longest, representing 28.8% of total development time, followed by instars II and IV, and then instars I and III.

Table 3. Duration (days) of *P. simulans* eggs by development stage and locality (mean±S.E., range, n=16-66).

Locality	Development stage				
	S1	S2	S3	S4	Total
Lowland: Santa Helena	36.14±4.52 (33-50)	9.60±7.30 (2-28)	3.63±1.15 (1-5)	5.57±1.02 (3-7)	50.53±3.58 a (45-57)
Upland: Cordobitas	6.90±1.09 (6-13)	2.13±1.69 (1-9)	3.98±0.77 (2-5)	5.18±0.58 (4-7)	17.99±1.27 (16-23) b

Means followed by different letters are significantly different (P<0.05).

Table 4. Duration of *Zulia* nymphs by instar (days) (n=40-55).

	Instar					Total
	I	II	III	IV	V	
Mean±S.E	6.75±1.16 a	7.54±2.16 a	9.30±2.79 b	10.04±2.26 b	13.14±2.70 c	45.59±5.45
Range	(5-11)	(4-13)	(5-17)	(5-14)	(10-20)	(35-57)

Means followed by different letters are significantly different (P<0.05).

From these studies, the life cycle of *P. simulans* is approximately 72.5 days (18.0+45.6+8.9, egg+nymph+1/2 adult).

Prosapia simulans laid a majority, 82.6%, of eggs on the host plant stem, particularly the lower third. No eggs were recovered from the leaf litter while 3.6 and 13.8% were recovered from bare soil and soil under leaf litter, respectively.

Discussion: The methodology used here proved effective in rapidly assessing the biology of this previously unknown species. In common with most other grassland spittlebug studied to date, *P. simulans* is sexually dimorphic with adult females larger than males, instars can be reliably distinguished with certain morphological measures, and eggs increase in size with development. Observations on an extended S2 stage is evidence for egg diapause, common in most species.

Total life cycle of 72.5 days is longer than that reported from two Central American studies (58.4 and 58.0 days) and is comparable to *Z. carbonaria*, a species encountered in many of the same field sites in Colombia. The strong preference (82.6%) for oviposition on the plant surface is distinct from other Colombian species studied to date (*A. lepidior*, *A. reducta*, *A. varia*, *Mahanarva* sp. nov., *Z. carbonaria*, *Zulia* sp. nov.), with the exception of *Z. pubescens*, also found in the same field sites in Colombia, that lays 59.2% of eggs on the same substrate (see activity 1.1.1).

1.1.4 Characterization of substrate communication in adult spittlebugs (Francisco López, Daniel Peck)

Rationale: Substrate communication is a well-known mate recognition behavior in leafhoppers, planthoppers and treehoppers that has also demonstrated taxonomic utility for species differentiation. Until recently, this form of communication has not been examined in the froghoppers, or adult spittlebugs, and thereby represents a poorly understood yet fundamental aspect of behavior important to our basic understanding of this pest group. In 1998 and 1999 we developed recording and analysis methodologies to describe substrate communication for the first time in two spittlebug species, *Aeneolamia varia* and *Zulia carbonaria*. Structure of the male courtship calls were significantly different between these two taxa. To further characterize substrate communication in this insect family and gauge differences among species, male courtship calls were described in three new Colombian species: *Prosapia simulans*, *Zulia pubescens* and *Zulia* sp. nov.

Methods: All recordings were done with adult males obtained directly from the field or from small-scale colonies established at CIAT to support other biological studies. Only individual males were used in order to avoid disruption from responding females or interfering males. For recordings, males were placed on a stem of a preferred host plant with three leaves. This arrangement gave adults sufficient space and opportunity to feed and walk. *P. simulans* was offered *Brachiaria decumbens* as a host plant, *Z. carbonaria* *B. ruziziensis* and *Zulia* sp. nov. *B. mutica*.

Recordings were captured according to previously established methodologies. A ceramic crystal phonograph cartridge in contact with the plant stem converted vibrations into electrical signals followed by amplification and storage in a computer. Data were analyzed with software specialized for processing and analyzing sound files (CoolEdit 2000, Syntrillium Software Corporation). The following physical parameters were measured: call frequency, call duration, pulse duration and frequency of pulse repetition (FPR). Pulse was defined as the minimal unit of repetition within the call. If multiple calls were obtained for the same individual, these parameters were averaged to give an individual mean. Individual males were considered the units of repetition.

Results: A total of 11 recordings from 7 individuals was obtained for *P. simulans*, 1-2 calls per individual. Mean call duration was 5.41 sec. with a frequency of 456.22 Hz. Pulses were simple, with duration 141.40 msec. and frequency of pulse repetition (FPR) 13.36 pulses/sec. (Figure 1).

A total of 19 recordings was obtained from 10 individuals of *Z. pubescens*, 1-3 calls per individual. Mean call duration was 21.61 sec., much longer than any of the four other species studied to date. In certain occasions calls consisted of three well-defined phrases (Figure 2). Mean call frequency was 376.10 Hz with pulse duration 147.44 msec. and FPR 4.98 pulses/sec. Unlike other species, pulses were not simple; they consisted of one large subpulse followed by 3 small subpulses.

A total of 32 recordings from 9 individuals was obtained for *Zulia* sp. nov., 1-14 calls per individual. Mean call duration was 5.97 sec. with a frequency of 419.94 Hz. Pulses were simple, with duration of 63.90 msec. and FPR 8.12 pulses/sec. (Figure 3)

There were differences among these three species in terms of all four parameters of call structure (Table 1). FRP was different for all three while call frequency, call duration, and pulse duration each had an indistinguishable species pair.

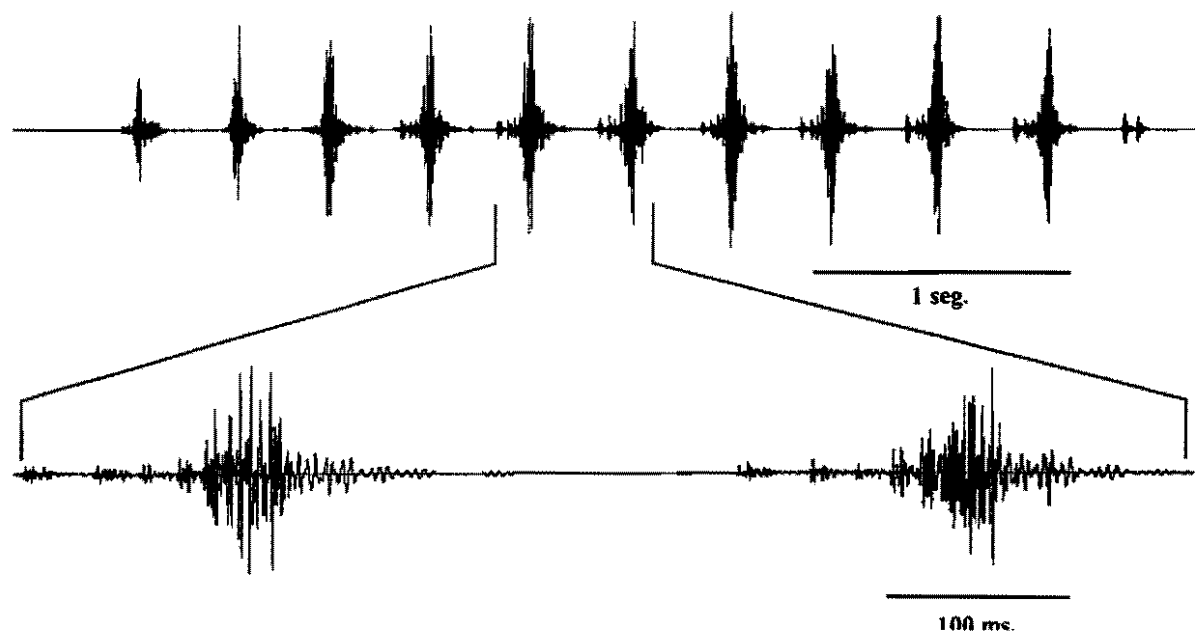


Figure 1. Courtship call of male *P. simulans* (above) with details of two pulses (below).

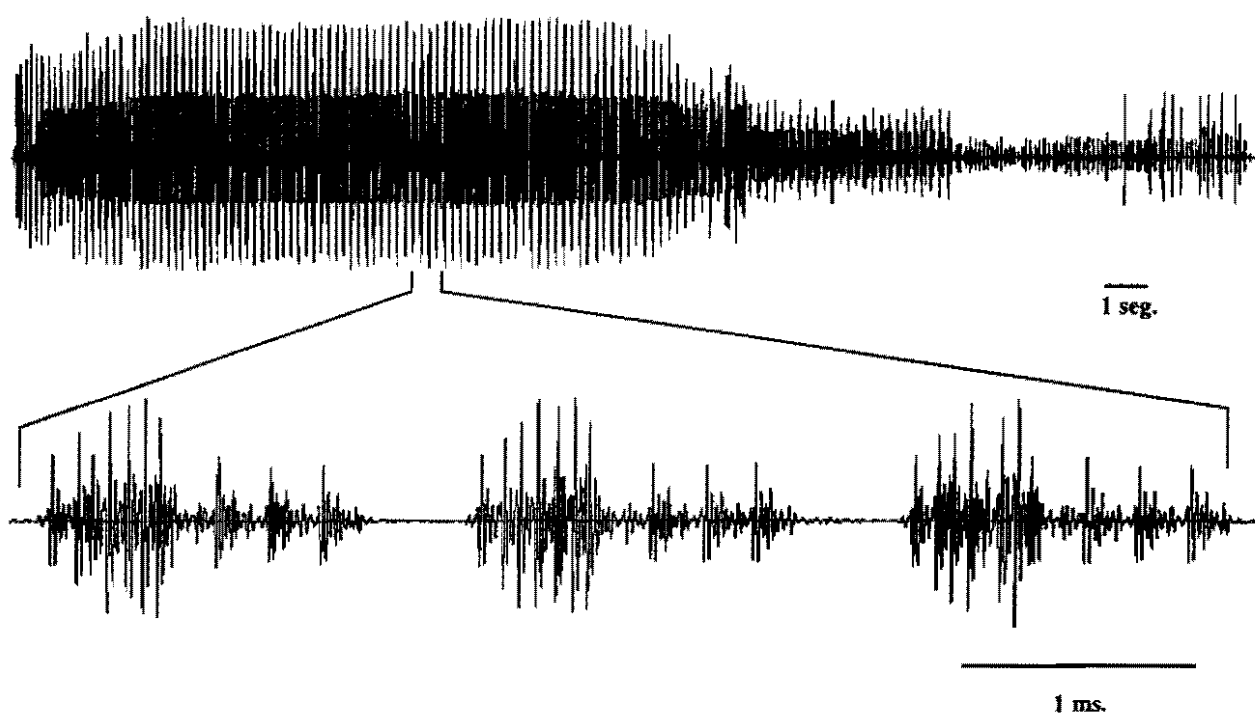


Figure 2. Courtship call of male *Z. pubescens* (above) with details of three pulses (below).

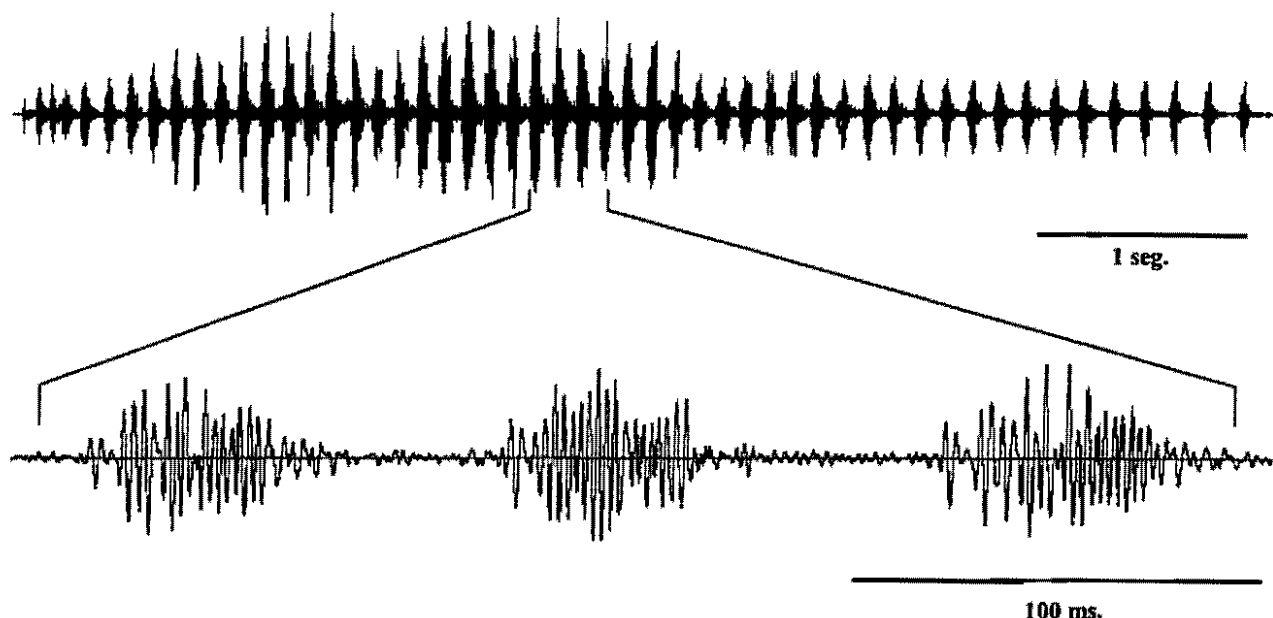


Figure 3. Courtship call of male *Zulia* sp. nov. (above) with details of three pulses (below).

Table 1. Summary (mean $\pm$ S.E., range) of male courtship call structure in 5 spittlebug species (data for *Z. carbonaria* and *A. varia* obtained from CIAT 1999).

Parameter	<i>A. varia</i>	<i>Z. carbonaria</i>	<i>P. simulans</i>	<i>Z. pubescens</i>	<i>Zulia</i> sp. nov.
Call duration (sec.)	3.43 $\pm$ 0.08 (3.35-3.51)	9.50 $\pm$ 0.59 (8.91-10.09)	5.41 $\pm$ 0.41 b (5.00-5.82)	21.61 $\pm$ 1.95 a (19.66-23.56)	5.97 $\pm$ 0.38 b (5.59-6.35)
Call frequency (Hz)	425.2 $\pm$ 37.3 (387.9-462.4)	317.4 $\pm$ 23.2 (293.9-340.9)	456.2 $\pm$ 24.7 bc (431.56-480.91)	376.1 $\pm$ 19.4 a (359.2-393.0)	419.9 $\pm$ 18.8 ab (401.1-438.8)
Pulse duration (msec.)	22.43 -	57.16 -	141.7 $\pm$ 8.0 b (133.72-149.58)	147.4 $\pm$ 4.2 b (143.05-151.39)	63.90 $\pm$ 1.30 a (62.60-65.20)
FPR (pulses/sec.)	42.16 $\pm$ 0.56 (41.16-42.72)	10.50 $\pm$ 0.37 (10.13-10.87)	13.36 $\pm$ 0.90 c (12.46-14.26)	4.98 $\pm$ 0.13a (4.85-5.11)	8.12 $\pm$ 0.25 b (7.87-8.37)
n	5		7	10	8

For each parameter, means followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$); *A. varia* and *Z. carbonaria* were not included in the statistical analysis.

Discussion: Among the five species evaluated to date, the call structure of male courtship calls vary significantly in terms of all parameters measured. Whether these parameters vary with genus as well will depend on obtaining results from more species. In Colombia three species from each of three genera (*Aeneolamia*, *Mahanarva*, *Zulia*) are available for study to gather more information on the behavioral relevance of substrate communication. Additional studies will allow us to further characterize the behavior in the family Cercopidae, assess its utility as a taxonomic tool, and offer more characters to suggest patterns of relatedness among species.

1.1.5 Population dynamics and phenology of spittlebugs in the Cauca Valley (Ulises Castro, Anuar Morales, Daniel Peck)

Rationale: Spittlebug pest problems are apparently increasing in the hillsides and interandean regions of Colombia such as the Cauca Valley. This area has a bimodal precipitation pattern, thereby representing an environment for studying spittlebug seasonality that is distinct from previously studied lowland sites of the highly seasonal Caribbean coast, intermediate seasonal Orinoquia Piedmont, and the continuously humid Amazonian Piedmont. Moreover, the spittlebug complex has not yet been studied in the Cauca Valley. In this report we summarize second-year results from detailed population surveys of the spittlebug complex in the Cauca Valley.

Methods: Methods were the same as those used in previous population studies. The study farm (Las Palmas) was situated in Santander de Quilichao, Cauca, where surveys were initiated in January 1999 in pastures of *Brachiaria dictyoneura* associated with the legume *Centrosema* sp. Three 0.5 ha plots were established in separate pastures and divided into four subplots to facilitate sampling. Nymph surveys comprised counts in two 0.25m² quadrats in each subplot while adult surveys comprised 50 sweeps of an insect net in each subplot. Each nymph was determined to instar, each adult was determined to sex and species, and all natural enemies were identified. Surveys were performed weekly. The following results are for the period January to May 2000.

Results: With the exception of one female, *Prosapia simulans*, (see activity 1.1.2), all adults collected in 1999 and 2000 were *Zulia carbonaria*. A total of 1062 nymphs and 550 adults were sampled over the period January-May. Total abundance of nymphs and adults varied 6.0 and 2.3 times, respectively between the plot of lowest (Plot 2) and highest (Plot 1) abundance.

Population fluctuation curves showed peaks that were less synchronous than 1999 (Figures 1, 2). Regardless, since all nymphs were determined to instar, it was possible to interpret population peaks as discrete generations based on recruitment from one life stage to the next. Although there was overlap in generations, an initial assessment was made of cumulative insect-days to calculate when each generation of nymphs and adults had accumulated 50% abundance (Table 1). Mean time between subsequent generations varied from 29.2-55.8 across the three plots. At the farm level (summed plots) generation time was calculated as 47.4 days. These calculations do not correspond well with generation time estimates (69.6 days) determined from screenhouse studies on the life cycle of *Z. carbonaria* (see activity 1.1.1). This incongruence supports the idea that the documented population peaks represent overlapping generations that did not give rise to the generation immediately following.

The incidence of natural enemies was low compared to 1999. From January-May 2000 only 6 larvae of *Salpingogaster nigra* (Diptera: Syrphidae, predaceous on spittlebug nymphs) were sampled in spittle mass surveys, and 6 parasitic mites (Acari: Erythraeidae) were found on sampled adults. In 1999, a total of 74 larvae, 40 pupae and 9 adult *S. nigra* were sampled, as well as 79 parasitic mites.

Discussion: Future analyses will examine the correlation between population phenology and certain climatic variables such as rainfall. This site will be included in a comparative study along with Meta and Sucre to assess how well arrival of the early wet season generation can be predicted based on rainfall patterns at the end of the dry season (see activity 1.1.6). The apparent overlap of generations documented in early 2000 indicates a weaker seasonality of *Z. carbonaria* populations than expected. This may be caused by lack of a severe dry season that is expected to promote a synchronous population development upon return of the wet seasons rains. Alternatively, the diapause syndrome of *Z. carbonaria* may be distinct from other species studied to date and thereby lead to a weak correspondence between environmental seasonality and population phenology.

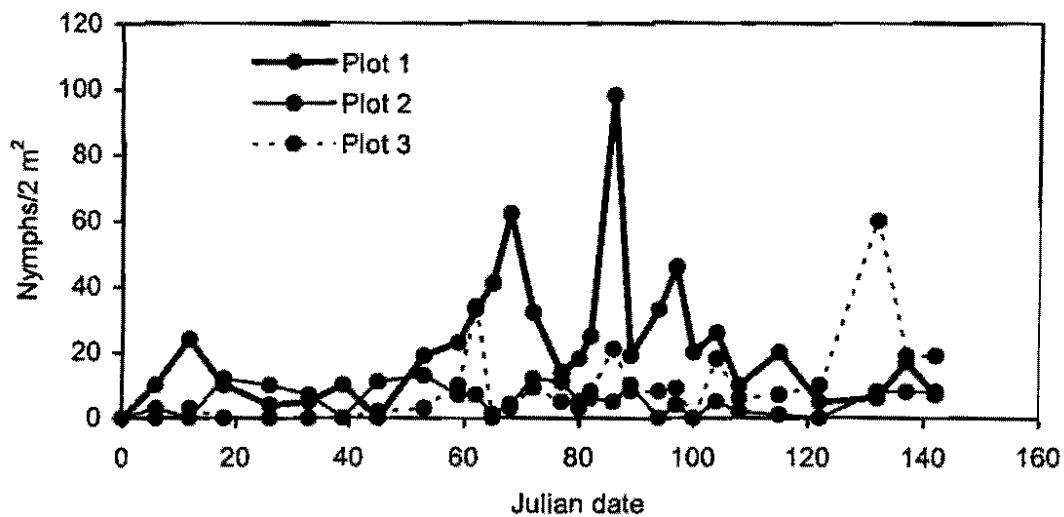


Figure 1. Fluctuation curves of *Z. carbonaria* nymphs in three plots of *B. dictyoneura*, Cauca, January-May, 2000.

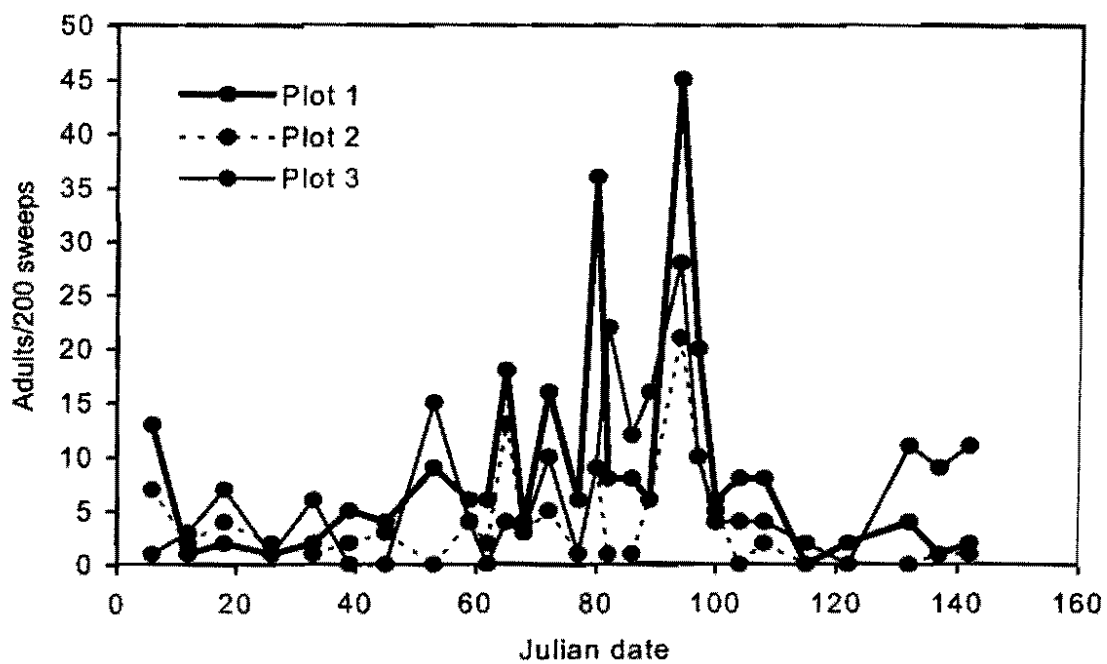


Figure 2. Fluctuation curves of *Z. carbonaria* adults in three plots of *B. dictyoneura*, Cauca, January-May, 2000.

Table 1. Population phenology of *Z. carbonaria* in Cauca expressed in terms of julian date of accumulation of 50% abundance for sequential generations.

Life Stage	Generation	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Summed plots
Nymph	1	15.6	23.5	-	26.6
Adult	1	34.9	21.1	-	39.3
Nymph	2	66.0	54.7	60.3	63.9
Adult	2	73.3	67.8	56.8	69.5
Nymph	3	89.9	77.4	84.6	90.3
Adult	3	95.0	88.1	90.9	94.3
Mean generation time ¹		55.8	49.7	29.2	47.4

¹ Mean of time between subsequent nymph generations and adult generations (n=2 or 4)

1.1.6 Documentation of first generation population phenology in two lowland sites
(Ulises Castro, Daniel Peck, Antonio Pérez [Universidad del Sucre], Guillermo León [CORPOICA])

Rationale: In regions with seasonal precipitation, spittlebug management may depend on suppression of the initial outbreaks before the adults colonize new areas or lay eggs that contribute to future generations. Effectively targeting control tactics therefore requires that we predict when and where the early season foci occur on the farm level. Given the correspondence between spittlebug abundance and the favorable conditions of the wet season, it may be possible to predict the arrival of the first generation of nymphs based on the precipitation patterns of the early wet season together with information on the determinants of diapause termination.

Methods: We documented the early season population dynamics of the spittlebug complex in three contrasting sites: the Caribbean coast (Corozal, Sucre), Orinoquia Piedmont (La Libertad, Meta), and the Interandean Region (Santander de Quilichao, Cauca). The data obtained from 2000 and 2001 will complement previous results from 1997 and 1998 giving repetitions over four seasonal cycles. The survey methodology in 2000 was identical to that of other population studies (see activity 1.1.5) only the survey period was limited to the early wet season, beginning one week after the first major rainfall and continuing for two months. Surveys were performed twice weekly with the collaboration of Universidad de Sucre (Sucre) and CORPOICA C.I. La Libertad (Meta). Results from Sucre and Meta follow while results from Cauca are described in activity 1.1.5.

Results: In Meta, 64 nymphs were sampled, but none were detected in Plots 2 and 3. The date (julian) of first detection was 108, with the first generation arriving at peak abundance (50% accumulated insect days) on day 117 (Table 1, Figure 1).

Species composition of the 566 sampled adults was 75.4% *A. varia*, 22.1% *A. reducta* and 2.5% *Z. pubescens*. Both *Aeneolamia* species were detected in all three plots while *Z. pubescens* was detected only in Plot 1. Across the three plots the proportion of *A. varia* ranged from 70.0-95.4% and *A. reducta* from 4.8-26.8% (Table 2). The date of first detection of adults and the date of peak abundance varied by only 3 days across plots (Figure 2). For summed plots, the first generation adults peaked day 121, only 4 days after nymphs.

In Sucre, 93 nymphs were sampled. Dates of first detection across plots varied from 132-143 while dates of peak abundance varied from 145-151 (Table 1, Figure 3). Species composition of the 2953 sampled adults was 100% *A. reducta*. The date of first detection of adults was the same for each plot while the date of peak abundance varied from 155-161, or 10-13 days after the respective nymphal peak (Figure 4). For summed plots, the first generation adults peaked day 157, only 4 days after nymphs.

Table 1. Timing (julian date) of first generation spittlebug populations in two regions.

Region	Life stage	Date first detection			Date peak abundance		
		Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 1	Plot 2	Plot 3
Meta	Nymphs	108	-	-	117	-	-
	Adults	104	101	101	121	122	122
Sucre	Nymphs	143	143	132	145	151	145
	Adults	143	143	143	155	161	158

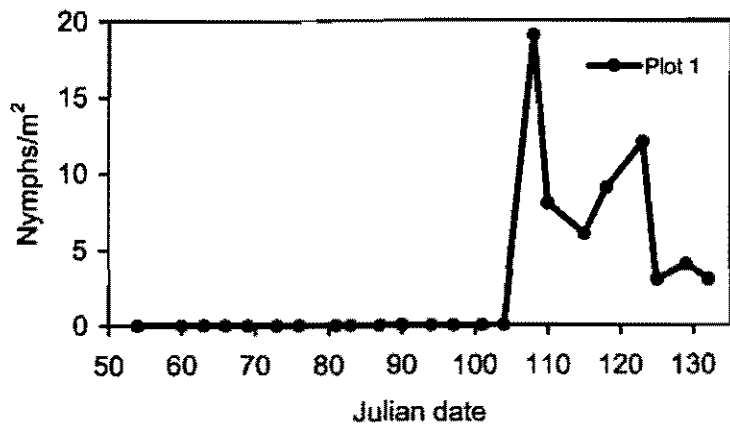


Figure 1. Population fluctuation of first generation spittlebug nymphs in Meta, 2000.

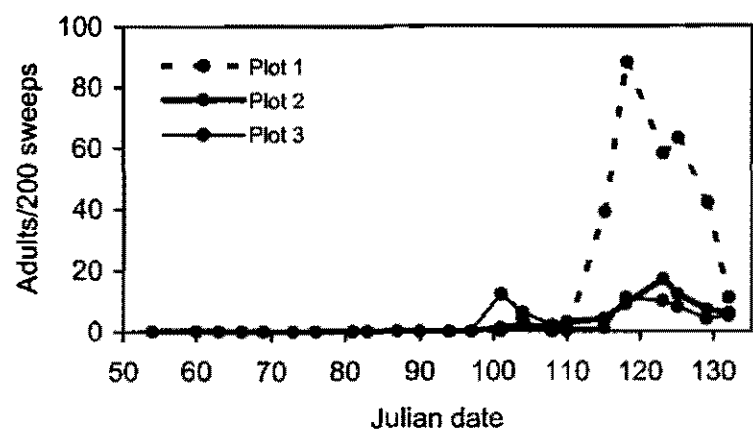


Figure 2. Population fluctuation of first generation spittlebug adults in Meta, 2000.

Table 2. Adult abundance and species composition in three survey sites, Meta.

Species	Plot 1		Plot 2		Plot 3	
	Number	Proportion	Number	Proportion	Number	Proportion
<i>A. varia</i>	305	70.0%	62	95.4%	60	92.3%
<i>A. reducta</i>	117	26.8%	3	4.8%	5	7.7%
<i>Z. pubescens</i>	14	3.2%	0	0.0 %	0	0.0%

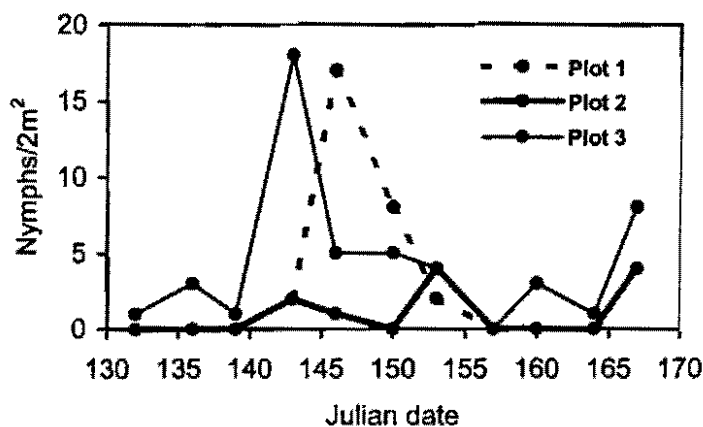


Figure 3. Population fluctuation of first generation *A. reducta* nymphs in Sucre, 2000.

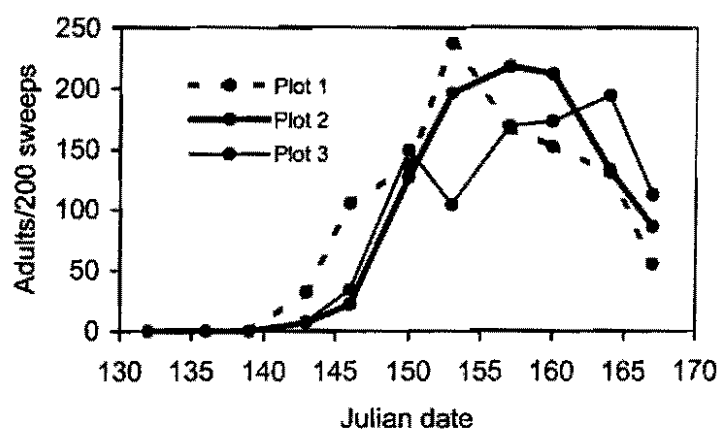


Figure 4. Population fluctuation of first generation *A. reducta* adults in Sucre, 2000.

Discussion: Precipitation data is being gathered from these sites to complement the early season population fluctuation curves. The combined data from 1997, 1998, 2000 and 2001 will be analyzed as four repetitions for Meta, Sucre and Cauca to test whether arrival of first generation spittlebugs is correlated with rainfall at the beginning of the wet season. The targeting of control tactics will depend on our ability to predict the arrival of early season outbreaks based on rainfall patterns and complemented by new information being gathered on the determinants of egg diapause (see activity 1.1.7).

1.1.7 Preoviposition determinants of egg diapause (Ulises Castro, Daniel Peck)

Rationale: Egg diapause permits synchrony between spittlebug populations and the favorable conditions of the wet season. It has been shown in some species that diapause incidence (i.e. the proportion of eggs that are not immediately developing) is lowest at the beginning of the wet season and highest at the end when late season females lay diapausing eggs that survive the harsh conditions of the dry season. An explanation for seasonal changes in diapause is hindered by little information on preovipositional cues that serve as token stimuli to the insect. In temperate zones photoperiod and temperature play important roles but in tropical areas other factors such as plant quality may be more important in the regulation of diapause induction. It is the immature that normally perceives the environmental cues that regulate diapause induction. In this phase of our continuing studies on the diapause in *A. varia* we assess the role of drought stress on the nymphal host plant.

Methods: Plants of *Brachiaria ruziziensis* were established in pots with a proliferation of surface roots necessary for nymph development. Each pot was infested with 20 *A. varia* eggs about to hatch. Four treatment combinations were established based on two factors: surface microclimate (with or without aluminum lids that maintain dark and humid soil surface conditions) and water stress (full field capacity or watering every other day at ¼ field capacity). It was predicted that poor host plant quality or extreme conditions would promote diapause induction.

The adults that emerged from each treatment were placed in separate large petri dishes for oviposition in moist filter paper. After 72 hours eggs were disinfected, incubated (27°C, 100% RH, total darkness) and then scored for eclosion twice weekly. The effect of experimental conditions on diapause was measured as the proportion of eggs in diapause and time to eclosion. Nymph mortality, plant dry weight and quality were measured to confirm an effect of treatments on the host plants. Each treatment repetition consisted of 10 pots in a randomized block design with initiation date as blocks.

Results: To date two repetitions have been completed. Preliminary results show nymph survival ranging from 22-35% among treatments, diapause incidence 0-0.2%, and time to eclosion for nondiapause and diapause eggs 19.7-20.2 and 39.9-40.1 days, respectively (Table 1). Of 4476 evaluated eggs, only 6 were diapausing.

Table 1. Influence of host plant quality on nymph mortality and egg diapause in *A. varia*.

Factor	No water stress		Water stress	
	With lid	Without lid	With lid	Without lid
Nymph survival	29%	22%	35%	23%
Eggs evaluated	1648	822	996	1010
Diapause incidence	0.24%	0.24%	0%	0%
Time to eclosion nondiapause	20.2	19.7	20.1	19.7
Time to eclosion diapause	40.1	39.9	-	-

Discussion: After two repetitions results showed no effect of these experimental adverse conditions on diapause. We are concerned that the experimental insect population is not appropriate for these studies. There is an extremely strong selection pressure in the CIAT colony against diapause because eggs that are not immediately developing are discarded and do not contribute to subsequent generations. Moreover, replenishment of the colony with field individuals has switched from Meta to Caquetá, from a seasonally dry site where diapause is advantageous to a continuously humid site where diapause may be a selective disadvantage. To address this dilemma, we are planning additional experiments using eggs obtained from females captured in the field in Meta.

1.1.8 Seasonal changes in the incidence and duration of egg diapause (Ulises Castro, Daniel Peck, Antonio Pérez [Universidad del Sucre], Guillermo León [CORPOICA])

Rationale: Interpretation of the population fluctuations and phenology of spittlebugs depends on an understanding of egg diapause, which synchronizes the insect life cycle with seasonal environmental changes such as precipitation patterns. It has been shown in some species of spittlebugs that diapause incidence (i.e. the proportion of eggs that are not immediately developing) is lowest at the beginning of the wet season and highest at the end when late season females lay diapausing eggs that survive the harsh conditions of the dry season. We are examining seasonal changes in diapause incidence in three contrasting sites of Colombia to complement studies on population dynamics.

Methods: One year of field sampling began in January 2000 in three sites where ongoing surveys are documenting population fluctuations of different spittlebug species: Cauca (*Zulia carbonaria*), Meta (*Aeneolamia varia*) and Sucre (*Aeneolamia reducta*). This work was done in collaboration with CORPOICA C.I. La Libertad and the Universidad del Sucre. In three previously established study plots in each regions (see activities 1.1.5, 1.1.6), egg collections were made every 2 weeks. Two samples of field caught females were placed in separate large petri dishes for oviposition on moist filter paper. Given differences in availability according to site and date, groups consisted of 1-5 individuals for Cauca and 1-25 for Meta and Sucre. After three days, eggs were sent by express mail to CIAT, disinfected (2-3% solution of sodium hypochlorite for 3 min and rinsed thoroughly with distilled water) and incubated (27°C, 100 % RH, total darkness). Twice weekly the groups were evaluated for egg eclosion, and eggs that eclosed after 30 days were considered diapausing.

Results: Of the total 18,753 viable eggs evaluated from January-August, only a very small proportion (0.18%) was diapausing: 0.27% of the total collected in Cauca, 0.06% in Meta and 1.39% in Sucre (Table 1). Over 16 collections in Cauca (n=1445 eggs), diapausing eggs were detected on only two sequential dates representing 2.1 and 5.7% of the total eggs. Over 9 collections in Meta (n=9408 eggs), diapausing eggs were detected only once (0.16%), and over 4 collections in Sucre (n=7900 eggs) a very small proportion of diapausing eggs (0.05 – 3.16%) was detected each date.

Mean time to eclosion for nondiapause eggs of *Z. carbonaria*, *A. varia* and *A. reducta* was 18.2±2.6, 17.2±1.8, and 18.0±1.2 days, respectively. For diapausing eggs, mean eclosion was 48.2±12.5, 39.1 (6 eggs eclosed the same day) and 51.2±13.2 days.

Discussion: In Cauca and Sucre, dates with diapausing eggs correspond to brief dry periods in the middle of the wet season ("veranillo de San Juan"), which may have prompted diapause induction in the small proportion of eggs. Meta did not experience a veranillo nor did eggs from that region show more than a barely detectable level of diapause. Over the study period completed to date, all three regions were in the rainy season during which high proportions of immediately developing eggs are predicted. We expect to document an increasing proportion of diapausing eggs laid by females at the end of the wet season when egg dormancy should be advantageous for dry season survival.

Table 1. Incidence of egg diapause in field populations of three spittlebug species.

Cauca: <i>Z. carbonaria</i>		Meta: <i>A. varia</i>		Sucre: <i>A. reducta</i>	
Collection date	Proportion Diapause (%)	Collection date	Proportion Diapause (%)	Collection date	Proportion Diapause (%)
28 March	0	27 April	0	9 June	0.05
7 April	0	11 May	0	30 June	0.12
12 April	0	25 May	0	14 July	3.16
5 may	0	8 June	0	28 July	0.85
15 May	0	23 June	0		
17 May	0	5 July	0.16		
27 May	0	18 July	0		
5 June	0	1 August	0		
9 June	0	16 August	0		
16 June	0				
23 June	0				
2 July	2.08				
13 July	5.66				
25 July	0				
3 August	0				
21 August	0				

Activity 2.2 Diagnosis of spittlebug for elaborating IPM components

Highlights

- Confirmed 18 species and 7 genera of spittlebugs associated with graminoids of Colombia and Ecuador (15 species in Colombia, 9 in Ecuador, 6 in both countries), including 7 species for Colombia and 4 for Ecuador not yet reported in the literature, data on 27 host plants, and distribution data for 21 of 32 Colombian departments.
- Demonstrated the effectiveness of an artificial diet for maintaining spittlebug adults and thereby its potential as a tool to screen factors of interest to genetic transformation in *Brachiaria*.
- Strengthened the collection of fungal entomopathogens of spittlebugs, which now includes 71 strains, from 10 genera and 12 species of fungus, isolated from 4 genera and 7 species of Colombian spittlebugs collected in 6 departments.
- Screened 28 new fungal entomopathogen isolates to adults of *Aeneolamia varia*, obtaining high virulence measures of up to 95.1% adult mortality for *Metarhizium*, 62.8% for *Paecilomyces* and 53.5% for *Fusarium*.
- Developed and evaluated new methodology to screen fungal entomopathogens for virulence to spittlebug nymphs, obtaining up to 87.1% mortality compared to 24.6% in the control.

Efforts in spittlebug management have been compromised by difficult access to the literature, inappropriate research methodologies and lack of a model system for tailoring IPM to the contrasting regions and livestock systems where spittlebugs occur. In addition, the tools required to advance the integrated pest management of spittlebugs in forage grasses are rudimentary or absent.

Results from CIAT's group on Spittlebug Bioecology and IPM over the period 1997-2000 offer the most detailed information on this pest complex for any country. Through the development of contrasting ecoregions as model sites for advancing the diagnosis and management of this pest complex, these studies will serve as a template for other regions or countries confronting their own problems with this pest. Linking these results to advances in spittlebug IPM will depend on the transfer and diffusion of new information, diagnostic tools, and research methodologies and technologies.

In 2000 we continued to advance the diagnosis of spittlebugs through studies on diverse components of IPM. This research includes spittlebug identification, distribution and taxonomy; artificial diet; collection, evaluation and deployment of fungal entomopathogens; and preliminary evaluation of economic impact.

Progress towards achieving output milestones

- IPM components relevant to spittlebug management in forage grasses and other graminoids better understood

Excellent progress was made on the collection, evaluation methodologies and screening of fungal entomopathogens of spittlebugs, providing the fundamentals required to carry out field evaluations in 2001. New information on the diversity, identity and distribution of spittlebugs in Colombia and Ecuador has established possibilities to use GIS-based software (Flora-Map) for assessing the determinants of distribution based on key climate variables, such as precipitation, that would lead to predictions of species range, and areas of potential outbreak, range expansion and invasion risk. A high priority is to obtain funding for addressing the next limits in advancing spittlebug IPM, namely quantitative damage estimates to establish economic thresholds, dispersion patterns to establish sampling schemes, and monitoring strategies to predict where and when localized outbreaks will occur to help target application of control tactics. These IPM tools would be addressed in the four contrasting model regions where bioecological information has been acquired, ultimately leading to recommended IPM programs for field testing, followed by modification and impact assessment.

Contributors: Daniel Peck (CIAT Projects IP-5, PE-1), Anuar Morales, Rosalba Tobón, Ulises Castro (CIAT Project IP-5), Federico Holmann (CIAT Project PE-5) Claudia Flores, Zaida Lentini (CIAT project SB-2)

2.2.1 Identity and distribution of spittlebugs associated with graminoids of Colombia and Ecuador (Daniel Peck)

Rationale: Variation in the biology, habitat and taxonomy of neotropical spittlebugs seriously compromises their effective management given the tendency to overgeneralize the diverse insect/host/habitat associations. Despite certain broad generalities, there is considerable bioecological variation in aspects such as duration of the life stages, oviposition sites and number of generations per year. In addition, cercopids are pests in diverse habitats because of their wide geographic (southeast U.S. to northern Argentina), altitudinal (0-3000 m elev.), habitat management (intensive to extensive grazing systems) and host plant (essentially all economically important genera of forage grasses, sugar cane, and occasionally other graminoid crops such as rice and turfgrass) range. These dimensions have implications for pest status and the tailoring of control strategies to particular sites.

Grassland spittlebugs are also a taxonomically diverse group. In the Neotropics there are dozens of native species associated with wild and cultivated graminoids, representing 11 genera: *Aeneolamia*, *Deois*, *Isozulia*, *Kanaima*, *Mahanarva*, *Maxantonia*, *Notozulia*, *Prosapia*, *Sphenorhina*, *Tunaima* and *Zulia*. Relevant species in the genera *Monecphora*, *Phytozamia* and *Tomaspis* have been transferred to other genera. All these taxa belong to the subfamily Tomaspidae, tribe Tomaspini (sensu Fennah 1968).

Despite their economic importance, the taxonomy of this group is not very advanced. The complex presents a high degree of intraspecific variation and interspecific convergence that complicates species differentiation. In addition, very few cercopid species have descriptions of male genitalia, a key character for determination of genus and species. Published reports and studies on grassland spittlebugs in Colombia and Ecuador are scarce, documenting 7 species for Colombia (*Aeneolamia bogotensis*, *A. lepidior*, *A. varia*, *Sphenorhina rubra*, *Zulia birubromaculata*, *Z. carbonaria*, *Z. pubescens*) and 5 for Ecuador (*Isozulia minor*, *Mahanarva andigena*, *M. phantastica*, *S. rubra*, *Z. pubescens*).

Designing an effective IPM program for this pest group will depend on precise species determinations. Recent studies are demonstrating that the expression of host plant resistance, for instance, depends on the particular spittlebug species. It is therefore critical that management tactics consider the spittlebug/habitat/host relationships in detail.

The present study was undertaken to assess and summarize the diversity, classification and distribution of spittlebugs associated with wild and cultivated graminoids of Colombia and Ecuador. This work is considered timely because broadened research on this pest in the last four years by various regional collaborators has uncovered new species, distribution and host plant records, plus nomenclature clarifications and changes that should be disseminated as an updated taxonomic foundation.

Methods: Distribution information was obtained from fieldwork (1996-2000) and revision of museum collections (1999-2000). Distribution data were collected from visits to four institutions: The Natural History Museum (London, UK) (BMNH), Cornell University (Ithaca, US) (CU), CIAT's taxonomic reference collection (Cali, Colombia) (CIAT) and the Universidad Nacional at Palmira (Palmira, Colombia) (UNP). All adult specimens were identified to species and in the majority of cases this could be confirmed through examination of type specimens at BMNH. Certain characters of the male genitalia formed the basis for determinations while color and size served as secondary supporting characters.

Information from museum collections was complemented by reports and observations from the field. In particular, these included studies carried out over the last four years by CIAT and various national collaborators (Universidad de la Amazonia, Universidad de Sucre, CORPOICA C.I. Turipaná, La Libertad, Macagual, El Mira) in the Colombian departments of Caquetá, Cauca, Córdoba, Meta, Nariño, Sucre and Valle del Cauca.

The analysis of spittlebug diversity and distribution in Ecuador was more preliminary. No museums in Ecuador were visited and few specimens were available in the four collections examined. Information from field observations was obtained during a trip to Puyo (Prov. Pastaza) in collaboration with SESA

(Servicio Ecuatoriano de Sanidad Vegetal) and from material sent to CIAT for identification from three Ecuadorian entities.

Analysis was limited to cercopids associated with wild or cultivated graminoid hosts. This subgroup of species was determined by host record information in the collection data of museum specimens or from the literature. Geographic distribution data and host plant data were limited to the examined specimens; because of taxonomic errors, it was decided not to include data from published observations (the few exceptions are highlighted).

Results: From the four institutions, 2651 mounted specimens were examined from Colombia and 85 from Ecuador. Approximately 271, 99, 22 and 20 Colombian distribution records were obtained from CIAT, UNP, CU and BMNH, respectively, but only 5, 0, 5 and 17 for Ecuador. Museum and field data were acquired for 21 of the 32 Colombian departments and 9 of the 20 Ecuadorian provinces.

The presence of 15 species from 6 genera in Colombia and 9 species from 4 genera in Ecuador was confirmed for a total of 18 species from 7 genera: *Aeneolamia*, *Isozulia*, *Mahanarva*, *Notozulia*, *Prosapia*, *Sphenorhina* and *Zulia* (Table 1, 2 and 3). *Isozulia* was not reported in Colombia while *Aeneolamia*, *Notozulia* and *Prosapia* were not reported for Ecuador. All of these genera are known from the literature as graminoid pests, however *Notozulia* was reported for the first time for Colombia and *Prosapia* for the first time in South America (see activity 1.1.2).

Seven new species reports were confirmed from Colombia: *M. andigena*, *M. phantastica*, *Mahanarva* sp. nov., *N. entreriana*, *P. simulans*, *Sphenorhina* sp. 1 and *Zulia* sp. nov. There were four new reports for Ecuador: *I. astralis*, *Mahanarva* sp. nov., *Sphenorhina* sp. 2 and *Zulia* sp. nov. The species list for Ecuador includes *I. minor* (*christenseni*) and *M. phantastica*, which were not examined in this study but were both originally described from Ecuadorian specimens. Six species were found in both countries: *M. andigena*, *M. phantastica*, *Mahanarva* sp. nov., *S. rubra*, *Z. pubescens* and *Zulia* sp. nov. Two species are confirmed as undescribed: *Mahanarva* sp. nov. (Amazonian Piedmont of Colombia and Ecuador, Coastal Ecuador) and *Zulia* sp. nov. (Pacific Coast of Colombia and Ecuador).

Table 1. Diversity of spittlebugs associated with graminoids of Colombia and Ecuador

Species	Country	
	Colombia	Ecuador
<i>Aeneolamia bogotensis</i> (Distant) (<i>Tomaspis</i>)	X	-
<i>Aeneolamia lepidior</i> (Fowler) (<i>Tomaspis</i>)	X	-
<i>Aeneolamia reducta</i> (Lallemand) (<i>Monecphora</i>)	X	-
<i>Aeneolamia varia</i> (Fabricius) (<i>Cercopis</i>)	X	-
<i>Isozulia astralis</i> (Distant) (<i>Tomaspis</i>)	-	X
<i>Isozulia minor</i> (<i>christenseni</i>) Fennah	-	X
<i>Mahanarva andigena</i> (Jacobi) (<i>Tomaspis</i>)	X	X
<i>Mahanarva phantastica</i> (Breddin) (<i>Tomaspis</i>)	X	X
<i>Mahanarva</i> sp. nov.	X	X
<i>Notozulia entreriana</i> (Berg) (<i>Tomaspis</i>)	X	-
<i>Prosapia simulans</i> (Walker) (<i>Sphenorhina</i>)	X	-
<i>Sphenorhina rubra</i> (L.) (<i>Cicada</i>)	X	X
<i>Sphenorhina</i> sp. 1	X	-
<i>Sphenorhina</i> sp. 2	-	X
<i>Zulia birubromaculata</i> (Lallemand) (<i>Monecphora</i>)	X	-
<i>Zulia carbonaria</i> (Lallemand) (<i>Monecphora</i>)	X	-
<i>Zulia pubescens</i> (Fabricius) (<i>Cercopis</i>)	X	X
<i>Zulia</i> sp. nov.	X	X

Table 2. Diversity and distribution of spittlebugs associated with graminoids in Ecuador

Species	Ecuadorian provinces	Geographic zone	
		Amazonia	Coast
<i>I. astralis</i>	Pastaza	X	
<i>I. minor</i> (<i>christenseni</i>) ¹	Napo	X	
<i>M. andigena</i>	Chimborazo, Esmeraldas, Guajas, Pastaza, Tungurahua	X	X
<i>M. phantastica</i> ¹	Tungurahua		
<i>Mahanarva</i> sp. nov.	Napo, Pichincha, Sucumbios	X	X
<i>S. rubra</i>	Napo	X	
<i>Sphenorhina</i> sp. 2	Pastaza	X	
<i>Z. pubescens</i>	Cotopaxi, Napo, Pastaza, Pichincha, Sucumbios, Tungurahua	X	
<i>Zulia</i> sp. nov.	Esmeraldas, Pichincha		X

¹Specimens not examined in this study but location cited in the literature

One major change in nomenclature was confirmed. The species previously known in Colombia as *Z. colombiana* is actually *Z. carbonaria*. Furthermore, *Z. colombiana* is a junior synonym of *Z. pubescens* and should therefore be retired from usage. Secondly, although certain Colombian specimens in CIAT were labeled as *A. flavilatera*, the presence of this species in Colombia could not be confirmed. It is thought that these specimens were confused with similar morphotypes of *A. varia*. *A. flavilatera* is known from Venezuela to Surinam.

Compared to other neotropical regions, Colombia has a relatively high spittlebug diversity. Costa Rica has 8 species from 3 genera reported, Venezuela 9 species from 5 genera and Brazil 16 species from 7 genera. Colombia shares *A. lepidior*, *A. reducta* and *P. simulans* with Costa Rica; *A. bogotensis*, *A. lepidior*, *A. reducta*, *A. varia*, *P. simulans* and *S. rubra* with Venezuela; and *N. entreriana* and *S. rubra* with Brazil. More detailed distribution surveys from Ecuador should significantly increase the number of species reported for this country. In a single visit to the Amazonian region (Puyo, Prov. Pastaza) a very high local diversity was encountered: 4 species from 4 genera (*I. astralis*, *M. andigena*, *Sphenorhina* sp. 2 and *Z. pubescens*).

Distribution data for Colombia indicate that the spittlebug complex varies in general terms among ecoregions. In the lowland tropics, *A. lepidior* and *A. reducta* are most important in the Caribbean Coast, *M. andigena* and *Zulia* sp. nov. on the Pacific Coast, and *A. reducta* and *A. varia* in the Eastern Llanos. In the interandean regions *P. simulans*, *Z. carbonaria* and *Z. pubescens* predominate in the Cauca River Valley while *A. reducta*, *Z. carbonaria* and *Z. pubescens* are most common in the Upper and Central Magdalena River Valley. The predominant species in the Andean zone are *M. phantastica* and *Z. pubescens*, while *A. varia* and *Z. pubescens* are most important in the Amazonian Piedmont. The Colombian departments with the most diverse fauna (Cauca, Meta, Valle del Cauca) correspond to the regions where collection activity has probably been the highest due to the presence of CIAT and CORPOICA. It is therefore critical that further distributional surveys be carried out in other regions, particularly the 11 departments where no records were uncovered.

Spittlebugs were confirmed from 27 host plants in Colombia and Ecuador: *Andropogon gayanus*, *Axonopus compressus*, *A. micay*, *A. scoparius*, *Brachiaria plantaginea*, *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, *B. mutica*, *Bothriochloa pertusa*, *Bothriochloa* sp., *Calopogonium* sp., *Cestrum* sp., *Cynodon plectostachys*, *Cynodon* sp., *Dichanthium aristatum*, *Dichromena ciliata*, *Digitaria decumbens*, *Homolepsis aturensis*, *Hyparrhenia rufa*, *Melinis minutiflora*, *Oryza sativa*, *Panicum maximum*, *Pennisetum clandestinum*, *Saccharum officinarum* and *Sorghum halepense*.

Table 3. Diversity and distribution of spittlebugs associated with graminoids in Colombia.

Species	Colombian department																					
	Ama	Ant	Atl	Bol	Boy	Cal	Caq	Cas	Cau	Ces	Cór	Cun	Mag	Met	Nar	Qui	Ris	San	Suc	Tol	Val	
<i>A. bogotensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	
<i>A. lepidior</i>	-	X	X	X	-	X	-	-	X ¹	X	X	-	X	-	-	-	-	X	X	-	X	
<i>A. reducta</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	X	-	X	X	-	-	-	X	X	X	-	
<i>A. varia</i>	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	
<i>M. andigena</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	
<i>M. phantastica</i>	-	X	-	-	-	X	-	-	X ²	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X ²	X	
<i>Mahanarva</i> sp. nov.	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>N. entreriana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X ²	-	-	-	-	-	-	-	
<i>P. simulans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	
<i>S. rubra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X ²	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sphenorhina</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Z. birubromaculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X ²	-	-	-	-	-	X	
<i>Z. carbonaria</i>	-	X	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X ²	-	-	-	X	
<i>Z. pubescens</i>	X ²	X	-	-	X ¹	-	X	-	X	-	-	-	-	X	X	-	-	X ²	-	X	X	
<i>Zulia</i> sp. nov.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	

¹Gorgona Island²Only one record

Discussion: Despite their economic importance in Colombia and other Latin American countries, new taxonomic, distribution, host plant and taxonomic information has been obtained. Correct taxonomic determinations and placing of voucher specimens are critical for augmenting the impact of research. Descriptions of male genitalia are important to distinguish species, however at the geographic level it should be possible to develop keys to sympatric species based on overall body size and color pattern.

Prosapia simulans in South America, *N. entreriana* in the Eastern Llanos and *Z. carbonaria* in the Amazonian Piedmont could represent invasions or range expansion from Central America, Brazil and Cauca Valley, respectively. Evidence suggests that introductions of exotic species constitute a risk for forage grass and sugar cane production in the new habitats. Care in transfer of vegetative host plant material is merited.

More detailed inventories and distributional surveys are also required, particularly in key regions such as the Chocó, Pacific Coast and Amazonia of Colombia. The summary for Ecuador is considered only a preliminary assessment. Information on the geographic distribution and identity of grassland spittlebugs in Colombia and other regions will serve to monitor range expansion and new species introductions. The determinants of distribution of grassland spittlebugs are poorly understood. Broadened distribution surveys and evaluation of museum material could lead to more detailed analysis of geographic range. With the aid of GIS software such as Flora-Map, range can be interpreted in terms of certain climatic variables such as temperature and precipitation and thereby used to construct probability maps of occurrence for assessing areas at risk for range expansion, outbreaks or introductions.

Results indicate that distribution varies depending on species and that different geographic regions support a distinct complex. Spittlebug management strategies should therefore be formulated according to the species composition of the local complex since there is significant variation among species in terms of biology and ecology.

2.2.2 Evaluation of an artificial diet for maintenance of spittlebug adults (Ulises Castro, Claudia Flores, Rosalba Tobón, Daniel Peck, Zaida Lentini)

Rationale: This activity contributes to the development of bioassays for the evaluation of proteins with potential insecticidal properties that could be incorporated into *Brachiaria* through genetic transformation. As a fundamental first step, we are investigating artificial diets for the maintenance of spittlebug adults. This diet will enable screening of potential proteins for insecticidal effects before the process of transformation. Potential factors include lectins, which are known to have deleterious effects on other sap-sucking Homoptera.

Methods: The diets evaluated in these preliminary studies were based on a published recipe prepared for *Aeneolamia varia saccharina* (Hagley 1967). Adult *A. varia* from CIAT's colony were presented with 500 µl liquid diet in parafilm sachets (3 x 3.5 cm) while housed in large petri dishes (15 cm diameter, 2 cm tall). In a first phase, longevity of adults on the original artificial diet was compared to longevity of adults feeding on *Brachiaria ruziziensis* stems (with bases in small vial of water) in the same petri dish environment (5 repetitions).

In the second phase, five alternative diets were prepared and evaluated against the original diet. Alterations were made to reduce costs, simplify preparation, and increase effectiveness. In the modified diets 2, 3, 4 and 5, yeast extract and casein hydrolysate replaced the various amino acids components of the original diet. Ribofavin was reduced from 43 to 0.25 ml/100 ml and B₁₂ was replaced by P-aminobenzoic acid in diets 3, 4 and 5. Wesson salt was replaced by individual salt components in diets 2, 3 and 4, but diet 5 had Wesson salts plus individual salt components. MgCl₂ and KH₂PO₄ were added to diets 4 and 5. Each modified diet was compared with the original diet on separate study dates.

For all experiments, 2 adult males and 2 adult females were evaluated per petri dish. Mean adult longevity was calculated with a Weibull distribution and compared between treatments.

Results: Adult *A. varia* effectively acquired diet through the parafilm sachets. Mean adult longevity under experimental petri dish conditions and plant stems was similar to results obtained for adults kept on potted plants under acetate cages. Although statistical analyses have not yet been performed, mean adult longevity with the original diet was three days longer than the control of plant stems (Figure 1).

Effectiveness of the original diet decreased with time: only one batch was made and mean adult longevity decreased with subsequent trials of modified diets (Figure 1). None of the modification diets therefore surpassed the original diet in effectiveness at maintaining *A. varia* adults.

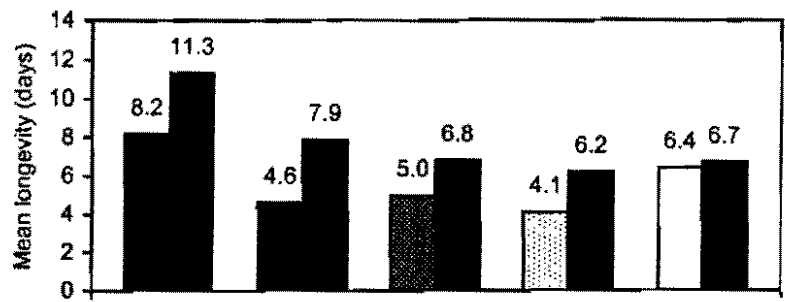


Figure 1. Mean longevity of adult *A. varia* comparing an original artificial diet (black bars) to the host plant and modified diets.

Discussion: Based on these preliminary results, the evaluation methodology is appropriate for assessing the longevity of *A. varia* adults on artificial diets. A diet originally published in 1967 equals or surpasses the host plant in maintaining adults under these experimental conditions. Thus far, diets modified to reduce costs and simplify preparation do not work as well as the original diet. Overall, this diet and this methodology appears show promise for developing a bioassay for plant and fungus factors of interest to *Brachiaria* transformation. New modifications of the original diet will be sought to overcome the aforementioned limitations. An additional limitation has been the precipitation of product, which should be overcome to avoid loss of active ingredients of the diet or of the extracts being evaluated. A new experimental design will be used to evaluate several diets simultaneously, including a host plant control.

2.2.3 Identity, incidence and maintenance of spittlebug fungal entomopathogens (Anuar Morales, Rosalba Tobón, Daniel Peck)

Rationale: Very few natural enemies of spittlebugs have been assessed for their potential as agents of biological control. Of the five different classes of spittlebug natural enemies in Colombia (parasitic flies, mites, nematodes; predaceous flies; fungal pathogens), fungal entomopathogens are the most diverse and widespread. As a component of IPM they have had no success in forage grasses, and have achieved only marginal, highly variable or poorly documented success in sugar cane. One limitation is that past studies have focused on a narrow genetic diversity of isolates, largely limited to the species *Metarhizium anisopliae*. Ongoing studies on the spittlebug complex in contrasting regions of Colombia have allowed us to collect, isolate, propagate and store a diverse collection of fungal entomopathogens obtained from a broad range of spittlebug species and habitats. This ceparium is designed to serve as a source of pathogenic material for studies that focus on advancing the use of fungal entomopathogens as components for the integrated management of spittlebugs in pastures and cane fields.

Methods: Spittlebug nymphs and adults with evidence of mycosis were obtained during visits to the field. Fungal entomopathogens were isolated using two methods. If specimens were covered in mycelium or spores, and external contamination was limited, a sample was taken directly with a dissection needle for inoculation of culture medium in a petri dish. In cases where the insect was highly contaminated with little evidence of fungus, the specimen was sterilized in a test tube by vigorously agitating for 2-3 min in a solution of sodium hypochlorite (2%), rinsed 2-3 times with sterile distilled water, dried on sterile paper towel under a laminar flow hood, and divided into pieces for inoculation.

The culture medium for both isolation methods was Sabureaud agar modified with yeast extract (1%) and lactic acid (1%). Two to three days after inoculation, once the colonies measured about 1 cm diameter, the most promising were reisolated in culture medium and repeated as necessary to obtain a pure culture.

To prepare purified fungus for storage, 20-25 pieces (1 cm²) of sterile filter paper were laid on modified Sabureaud agar in a petri dish. A small piece of the colony was taken from the vegetative growth zone and placed on each paper. After incubation and growth for 20-25 d, the pieces of filter paper were removed from the medium and dried in a new sterile petri dish under incubation for an additional 15-20 d. The dried paper and their fungus colonies were placed in labeled glycine envelopes for freezer storage in plastic boxes (-20°C).

Copies of isolates were periodically sent to the Collection of Entomopathogenic Fungal Cultures (ARSEF-USDA), Ithaca, USA for taxonomic identification by Richard Humber.

Results: The ceparium includes a total of 75 strains that have been isolated, propagated and placed under catalogued storage (Table 1). Of these, 14, 11, 40, and 10 were acquired during 1997, 1998, 1999 and 2000, respectively. A total of 71 have been obtained from spittlebugs, two from whiteflies (*Trialeurodes vaporariorum*), one from a planthopper (*Tagosodes orizicolus*) and one from a leaf miner. With collaboration of the ARSEF-USDA, 44 isolates have been identified to genus and 23 to species.

The strains isolated from spittlebugs belong to 10 different genera and 12 different species of fungus. *Metarhizium* is the most common genus with 16 isolates, all identified as *M. anisopliae*. *Fusarium* is represented by 15 isolates, none yet identified to species. *Paecilomyces* is represented by six isolates and is the most diverse genus with three species identified (*P. crustaceus*, *P. farinosis*, *P. lilacinus*), and one undetermined. The seven other fungus genera are *Aspergillus*, *Beauveria* (*B. bassiana*), *Curvularia*, *Dactylella*, *Penicillium*, *Sporothrix*, and *Trichoderma* (*T. viridae*).

Strains were isolated from both nymphal (11 isolates) and adult (60 isolates) life stages. Hosts include 4 genera and 7 species of Colombian spittlebugs: *A. reducta*, *A. varia*, *Mahanarva andigena*, *Mahanarva* sp. nov. *P. simulans*, *Z. carbonaria*, and *Z. pubescens*. Source regions include six Colombian departments (Caquetá, Cauca, Meta, Nariño, Sucre, Valle del Cauca) representing the Pacific Coast, Caribbean Coast, Amazonian Piedmont, Orinoquia Piedmont, and Interandean Region.

Table 1. Collection of fungal entomopathogens isolated from grassland spittlebugs (Homoptera: Cercopidae).

Isolate ¹			Isolate ¹		
Accession	Species	Host ² species	Accession	Species	Host ² species
CIAT 001	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Z. pubescens</i>	CIAT 037	<i>Dactylella</i> sp.	<i>A. varia</i>
CIAT 002	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Z. pubescens</i>	CIAT 038	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Z. pubescens</i>
CIAT 003	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>A. varia</i>	CIAT 039	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Z. pubescens</i>
CIAT 004	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Z. pubescens</i>	CIAT 040	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Z. pubescens</i>
CIAT 005	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Mahanarva</i> sp. n.	CIAT 041	undet.	<i>Z. pubescens</i>
CIAT 006	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Mahanarva</i> sp. n.	CIAT 042	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Z. carbonaria</i>
CIAT 007	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Z. pubescens</i>	CIAT 043	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	<i>Z. carbonaria</i>
CIAT 008	<i>Metarhizium anisopliae</i>	undet.	CIAT 044	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Z. carbonaria</i>
CIAT 009	<i>Paecilomyces farinosus</i>	undet.	CIAT 045	undet.	<i>M. andigena</i>
CIAT 010	<i>Metarhizium anisopliae</i>	undet.	CIAT 046	<i>Fusarium</i> sp.	<i>M. andigena</i>
CIAT 011	<i>Paecilomyces</i> sp.	undet.	CIAT 047	undet.	<i>Z. carbonaria</i>
CIAT 012	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	<i>Z. pubescens</i>	CIAT 048	undet.	<i>Z. carbonaria</i>
CIAT 013	<i>Sporothrix</i> sp.	undet.	CIAT 049	<i>Fusarium</i> sp.	<i>M. andigena</i>
CIAT 014	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>A. varia</i>	CIAT 050	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Z. carbonaria</i>
CIAT 015	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>A. varia</i>	CIAT 051	undet.	<i>Z. carbonaria</i>
CIAT 016	<i>Trichoderma viridae</i>	<i>A. varia</i>	CIAT 052	<i>Paecilomyces crustaceus</i>	<i>Z. carbonaria</i>
CIAT 017	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>A. varia</i>	CIAT 053	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Z. carbonaria</i>
CIAT 018	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>A. varia</i>	CIAT 054	undet.	<i>A. varia</i>
CIAT 019	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>A. varia</i>	CIAT 055	undet.	<i>A. varia</i>
CIAT 020	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Z. carbonaria</i>	CIAT 056	undet.	<i>Z. pubescens</i>
CIAT 021	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Z. carbonaria</i>	CIAT 057	undet.	undet.
CIAT 022	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Z. carbonaria</i>	CIAT 058	undet.	<i>Z. pubescens</i>
CIAT 023	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Z. carbonaria</i>	CIAT 059	undet.	<i>A. varia</i>
CIAT 024	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Z. carbonaria</i>	CIAT 060	undet.	<i>A. varia</i>
CIAT 025	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Z. carbonaria</i>	CIAT 061	undet.	<i>A. varia</i>
CIAT 026	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Z. carbonaria</i>	CIAT 062	undet.	<i>A. varia</i>
CIAT 027	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Z. carbonaria</i>	CIAT 066	undet.	<i>Z. pubescens</i>
CIAT 028	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Z. carbonaria</i>	CIAT 067	undet.	<i>Z. pubescens</i>
CIAT 029	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Z. carbonaria</i>	CIAT 068	undet.	<i>Z. pubescens</i>
CIAT 030	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>T. orizicolus</i> ³	CIAT 069	undet.	leaf miner ³
CIAT 031	undet.	<i>A. reducta</i>	CIAT 070	undet.	<i>T. vaporariorum</i> ³
CIAT 032	<i>Curvularia</i> sp.	<i>Z. carbonaria</i>	CIAT 071	undet.	<i>T. vaporariorum</i> ³
CIAT 033	undet.	<i>Z. pubescens</i>	CIAT 072	undet.	<i>Z. pubescens</i>
CIAT 034	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>A. varia</i>	CIAT 073	undet.	<i>Z. carbonaria</i>
CIAT 035	undet.	<i>A. varia</i>	CIAT 074	undet.	<i>P. simulans</i>
CIAT 036	undet.	<i>A. varia</i>	CIAT 075	undet.	undet.

¹Identifications made by Richard Humber, ARSEF-USDA, Ithaca, USA

²It is usually not possible to determine species of nymphal hosts

³Non-spittlebug host

Discussion: The CIAT ceparium constitutes the largest collection of fungal entomopathogens isolated from grassland spittlebugs with the exception of a ceparium in Brazil that includes approximately 90 strains (CENARGEN, EMBRAPA, Brasilia). Based on the known fungal taxa, host taxa, and host ecoregions represented, the CIAT ceparium is a highly diverse collection of pathogenic material. This germplasm collection is a critical tool and resource for research on developing fungal entomopathogens as biological control agents of spittlebugs in major agroecosystems. In general, only a small number of strains of *M. anisopliae* and *B. bassiana* have ever been considered for the biological control of spittlebugs. It is anticipated that screening of this collection will identify isolates of *M. anisopliae*, *B. bassiana* and other fungal species with higher virulence than previously evaluated strains, and also identify those with enhanced quality attributes such as increased tolerance to solar radiation, low humidity and low water quality.

2.2.4 Screening fungal entomopathogens for virulence to spittlebug adults (Anuar Morales, Rosalba Tobón, Daniel Peck)

Rationale: Fungal entomopathogens currently demonstrate more potential for spittlebug management than any other class of natural enemy. Despite reports of high virulence in the laboratory, however, effectiveness in the field (pastures) has never been demonstrated. Focus on a narrow diversity of isolates, lack of consideration of insect-pathogen interactions, poor formulation and application technologies, and inadequate field evaluation methodologies have compromised successful deployment. Exploiting and assessing this diversity for biological control depends on a dependable and rapid methodology for quantifying virulence in the laboratory and screening the collection of isolates. The following is a summary of investigations into a screening methodology for spittlebug adults and results of virulence screening of a diverse array of isolates.

Methods: Evaluation units were 30-day old plants (7-10 stems) of *Brachiaria ruziziensis* (CIAT 654) in pots (13 cm diameter) covered by acetate cylinders (15 cm diameter x 40 cm tall). These plants were infested with 10 adult teneral (< 24 hours old) of *Aeneolamia varia* obtained from CIAT's colony. Two to three hours after infestation plants were sprayed with 5 ml of a concentrated conidial suspension (10^8 con/ml) with an airbrush and compressor (10 PSI). Ten repetitions (pots) were performed for each evaluated isolate, and every block (evaluation date) included a control consisting of water plus tween (0.05%). After spraying, plants and insects were maintained in a growth chamber ($27^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, RH $80\% \pm 10\%$). The effectiveness of the treatments was evaluated 5 days later when all insects were scored as alive, dead, and dead with evidence of mycosis. Dead insects with no visible signs of fungus attack were stored in petri dishes with moist filter paper for 3-4 days to ascertain whether they were infected with fungus.

The following results pertain to 46 isolates evaluated with this methodology during 1999 and 2000, 28 of which were evaluated since last year. Of this group, 33 corresponded to *Metarhizium anisopliae*, 7 to unidentified species of *Fusarium*, 1 to *Paecilomyces farinosus*, 1 to *Paecilomyces lilacinus* and 4 undetermined. All isolates evaluated were previously reactivated on adults of *A. varia*; 35 were multisporic and 11 monosporic isolates.

Results: Overall mortality in the control was 25.1%, consistent with results from the previous year and an acceptable level for gauging efficiency. This evaluation method appears to be effective and appropriate for quantifying virulence against adults of *A. varia*.

Absolute adult mortality ranged broadly from 10.6–95.1% (Figure 1). Analysis of variance showed significant differences among isolates in virulence ($P < 0.0001$) (Table 1). Of the 46 total isolates, 17 obtained mortality scores $>50\%$, 14 $>60\%$, 9 $>70\%$, 3 $>80\%$ and 1 $>90\%$. CIAT 054 was the most virulent, killing 95.1% of *A. varia* adults over the 5-day evaluation period. This strain, and the second most effective, CIAT 055, have not yet been identified but probably belong to the genus *Metarhizium*.

Although 79% of the isolates achieving $>60\%$ mortality were *Metarhizium*, this genus was also the most represented in the evaluation group, comprising 72% of the total isolates evaluated. The most virulent isolates of other genera were *Paecilomyces lilacinus* (CIAT 009) at 62.8% and *Fusarium* sp. (CIAT 025) at 53.5%. All isolates in the most virulent group ($>60\%$ mortality) originally came from the Interandean Region (departments of Cauca and Valle) and the Amazonian Piedmont (department of Caquetá).

Discussion: The evaluated isolates demonstrate a broad range of virulence against *A. varia* adults. The most effective strains also represent a broad host and geographic range of Colombia. Although strains of *Paecilomyces* and *Fusarium* were not as effective as *Metarhizium*, these taxa should not be ignored since they were relatively under represented in the screened population. Moreover, different taxa may have other biological attributes that are desirable once the isolates are brought to the field. Virulence to other spittlebug species and life stages, growth characteristics for propagation, and tolerance to adverse field conditions are some of the many factors important to suppressing pest populations in the field.

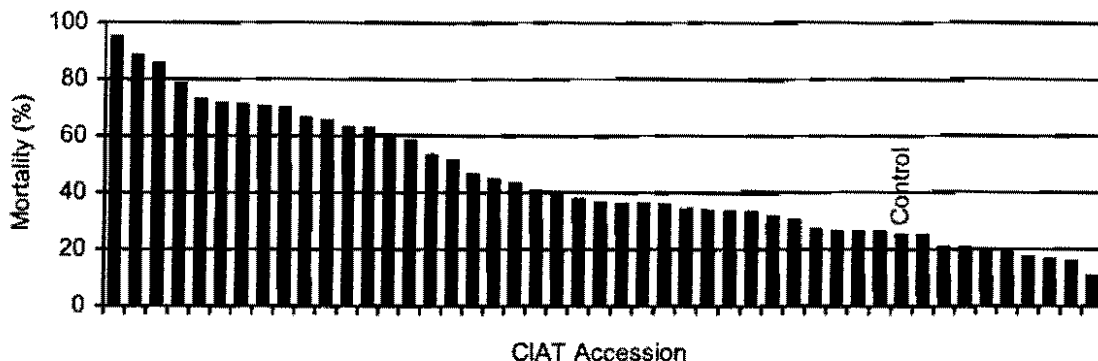


Figure 1. Virulence of 46 isolates of fungal entomopathogens to *A. varia* adults. The control was water plus tween.

Table 1. Identification, origin and virulence (percent mortality) of select Colombian isolates of fungal entomopathogens on *Aeneolamia varia* adults.

Accession	Species	Virulence ¹	Host		
			Species	Life stage	Origin
CIAT 054	undet.	95.1 a	<i>Aeneolamia varia</i>	Adult	CIAT, Valle
CIAT 055	undet.	88.6 ab	<i>Aeneolamia varia</i>	Nymph	CIAT, Valle
CIAT 007-C	<i>M. anisopliae</i>	85.8 abc	<i>Zulia pubescens</i>	Adult	Albania, Caquetá
CIAT 003	<i>M. anisopliae</i>	78.5 abcd	<i>Aeneolamia varia</i>	Adult	Albania, Caquetá
CIAT 053	<i>M. anisopliae</i>	73.0 bcde	<i>Zulia carbonaria</i>	Adult	Quilichao, Cauca
CIAT 042	<i>M. anisopliae</i>	71.6 bcdef	<i>Zulia carbonaria</i>	Adult	Quilichao, Cauca
CIAT 007	<i>M. anisopliae</i>	71.1 bcdef	<i>Zulia pubescens</i>	Adult	Albania, Caquetá
CIAT 002-B	<i>M. anisopliae</i>	70.3 bcdef	<i>Zulia pubescens</i>	Adult	Albania, Caquetá
CIAT 010	<i>M. anisopliae</i>	70.0 bcdef	undet.	Nymph	Florencia, Caquetá
CIAT 007-B	<i>M. anisopliae</i>	66.3 cdefg	<i>Zulia pubescens</i>	Adult	Albania, Caquetá
CIAT 001	<i>M. anisopliae</i>	65.5 cdefg	<i>Zulia pubescens</i>	Adult	Florencia, Caquetá
CIAT 007-A	<i>M. anisopliae</i>	62.9 edfgh	<i>Zulia pubescens</i>	Adult	Albania, Caquetá
CIAT 009	<i>P. lilacinus</i>	62.8 edfgh	undet.	Nymph	Florencia, Caquetá
CIAT 002-A	<i>M. anisopliae</i>	60.4 edfghi	<i>Zulia pubescens</i>	Adult	Albania, Caquetá
CIAT 018	<i>M. anisopliae</i>	58.3 edfghij	<i>Aeneolamia varia</i>	Adult	CIAT, Valle
CIAT 025	<i>Fusarium</i> sp.	53.4 dfghij	<i>Zulia carbonaria</i>	Adult	Quilichao, Cauca
CIAT 006	<i>M. anisopliae</i>	51.4 fghijkl	<i>Mahanarva</i> sp. nov.	Adult	Albania, Caquetá
Control ²		25.1 m			

¹Means followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

²Control of water plus tween (0.05%).

The next phase of this investigation will address variation in virulence across different spittlebug species and life stages. Based on the results of the present studies, five isolates have now been chosen for the next studies. These include the three overall most virulent isolates (CIAT 055, CIAT 054, CIAT 007-C: *M. anisopliae* and two *Metarhizium* sp.) and the best *Paecilomyces* (CIAT 009) and *Fusarium* (CIAT 025) isolates.

2.2.5 Evaluation methodology for measuring virulence of fungal entomopathogens to spittlebug nymphs (Anuar Morales, Rosalba Tobón, Daniel Peck)

Rationale: Advances in spittlebug management will depend on better knowledge of the nymphal life stage, which has been traditionally underemphasized relative to adults. For instance, nymphs are more difficult to survey in the field and manage in the lab, consequently CIAT's fungal entomopathogen collection has very few strains isolated from the immatures. Yet because nymphs account for about 70% of the generation time, requiring 5-7 weeks to complete development, there is a broader window of opportunity for certain management tactics. A rapid and reliable methodology now exists for screening fungal entomopathogens for virulence to spittlebug adults (see activity 2.2.4). In order to (1) obtain more information about the effectiveness of isolates in the laboratory before advancing to a field phase, and (2) to gauge variation in virulence between life stages, a methodology was developed and evaluated for screening fungal entomopathogens for virulence to spittlebug nymphs.

Methods: Evaluation units were the same small-scale PVC tubes (1.5" diameter) now standard for host plant resistance screening. At 6 wk after planting with *Brachiaria ruziziensis* (CIAT 654), sufficient surface roots were established for nymph development and egg infestation. Eggs of *Aeneolamia varia* about to hatch were prepared for treatments and infestation by placing 10 on each of 10 small pieces of filter paper in a petri dish that corresponded to one treatment. Concentrated conidial suspensions (10^8 conidias/ml) were prepared for four select isolates of *Metarhizium* (CIAT 005, CIAT 053, CIAT 054, CIAT 055) and one of *Paecilomyces* (CIAT 012) in sterile water with tween (0.05%). Each of these isolates was recently reactivated in adults of *A. varia*. Applications were made with an airbrush and compressor (10 PSI) at a volume of 1 ml for substrate and nymph applications and <1 ml for direct egg applications.

Four experimental treatments were evaluated: application to eggs (in petri dishes, followed by infestation), application to substrate (in PVC unit before egg infestation), application to eggs and substrate, and application to nymphs (in PVC units 4 days after infestation). Each treatment had a corresponding control with water plus tween (0.05%). There were ten repetitions of each treatment. The units were fertilized with urea (2 g/l water) before infestation and 15 day later. Half of the repetitions were evaluated for surviving nymphs 15 days after infestation and the other half at 34 days (3-4 days before adult emergence in the control treatments).

Results: Mean mortality in the control nymphs was 24.6 and 40.3% at the early (15-day) and late (34-day) evaluation periods, respectively (Table 1). The high mortality in the late evaluation is probably attributed to an overly heavy infestation level on the susceptible *B. ruziziensis* host.

Although only five isolates were evaluated, remarkably high nymph mortality was achieved. When data were averaged across the early and late evaluation periods, the three most virulent treatment/isolate combinations achieved 84.3 (CIAT 055, egg+substrate application), 83.1 (CIAT 054, egg application) and 83.1% (CIAT 053, egg application) mortality. These three isolates are thereby considered equally promising for inclusion in future control trials.

For the early evaluation period, virulence varied from 19.4-87.1% for the egg application, 22.0-54.0% for the substrate application, 34.5-80.0% for egg+substrate, and 55.3-68.7% for the nymph application (4-day) (Figure 1). Although complementary results were obtained from the late evaluation (Figure 2), the high nymphal mortality in the control relative to the treatments makes interpretation difficult.

Among the four *Metarhizium* isolates averaged across the early and late evaluation periods, the egg application was highest for two isolates, while the combined egg+substrate application was highest for the other two. These results indicate that eggs about to hatch may be a more susceptible life stage than nymphs, and that direct application is more effective than application to the surrounding soil substrate.

Table 1. Virulence (% mortality) of different isolate/treatment combinations summed across the early and late evaluation periods to nymphs of *A. varia*.

Accession	Treatment	Virulence	Accession	Treatment	Virulence
CIAT 055	eggs+substrate	84.33	CIAT 055	substrate	65.00
CIAT 054	eggs	83.11	CIAT 005	substrate	64.69
CIAT 053	eggs	83.07	CIAT 005	nymphs	63.70
CIAT 005	egg+substrate	80.00	CIAT 012	nymphs	55.94
CIAT 053	nymphs	80.00	Control	egg+substrate	41.73
CIAT 054	egg+substrate	79.64	Control	substrate	34.33
CIAT 053	egg+substrate	77.67	CIAT 012	substrate	32.00
CIAT 055	nymphs	76.69	Control	nymphs	28.89
CIAT 053	substrate	75.00	CIAT 012	egg+substrate	25.69
CIAT 055	eggs	73.78	CIAT 054	substrate	22.00
CIAT 054	nymphs	71.85	Control	eggs	20.00
CIAT 005	eggs	70.19	CIAT 012	eggs	19.39

Discussion: Although analysis of these data is incomplete, the results suggest certain adjustments in this methodology for future studies. Egg infestation levels will be reduced to seven (vs. ten) to promote higher survivability of the control nymphs through the late evaluation period. Second, to begin to elucidate the role of the spittle mass as a shelter from conidia, additional 5-day and 10-day post egg infestation treatments will be added. It is suspected that direct egg application will be the most effective treatment for screening virulence to spittlebug nymphs.

Evidence gathered in these experiments indicates that application of entomopathogens during the late egg stage is equally or more effective than application after egg eclosion. It is likely that when applied directly to the eggs, mortality is enhanced because emerging nymphs (1) more rapidly encounter conidia as they search for feeding sites, (2) are more susceptible to conidia establishment compared to early first instars that have already established spittle masses, and (3) are more rapidly affected by conidia than later instars due to smaller size and less protective integument. When the application is post eclosion, an effect of mortality might be delayed until later instars for the same reasons of differential susceptibility due to size and rate of contact with conidia.

These results indicate that in more seasonal environments, where early wet season emergence is relatively synchronous, predicating approximate time of egg eclosion will help target application of entomopathogen products. In less seasonal environments, where there is little population synchrony, entomopathogen strains should be sought that persist in the environment and thereby promote secondary contact between conidia and susceptible nymphal or adult life stages.

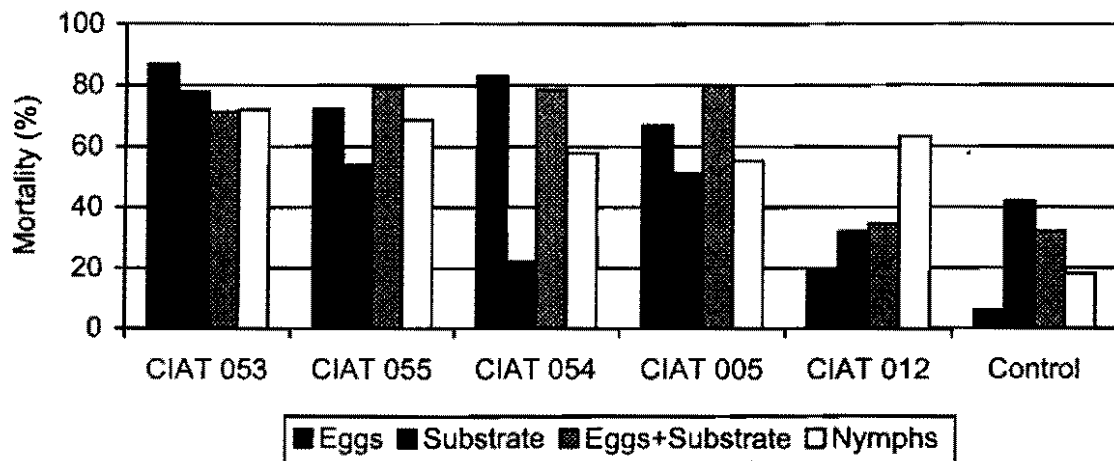


Figure 1. Virulence (% mortality) of five fungal entomopathogen isolates and four application treatments to nymphs of *A. varia* 15 days after application to eggs or substrate.

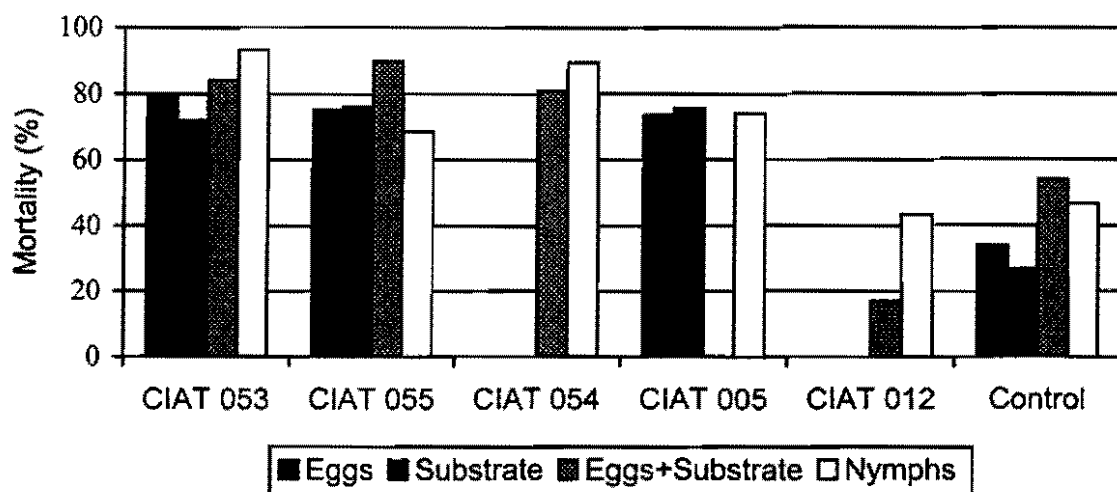


Figure 2. Virulence (% mortality) of five fungal entomopathogen isolates and four application treatments to nymphs of *A. varia* 34 days after application to eggs or substrate.

2.2.6 Economic impact of spittlebugs to animal production in *Brachiaria decumbens* (F. Holmann, D. Peck, C. Lascano)

Background: *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk is the most widely planted grass species in tropical America with an estimated 40 million ha, the majority located in Brazil, Colombia and Venezuela. The high rate of adoption of this cultivar has been due to its good adaptation to acid, low-fertility soils. In addition, *B. decumbens* forms an aggressive, high-yielding pasture which resists intensive grazing and trampling. Likewise, *B. decumbens* is a palatable grass with good nutritional quality. However, its susceptibility to spittlebug (Homoptera: Cercopidae) reduces its potential adoption in areas where this pest is important such as in the neotropical savannas. The spittlebug is considered the most important pest in pastures of tropical America due to its ample distribution and outbreak capacity. Dozens of spittlebug species have been reported to attack cultivated grasses from the southern United States to northern Argentina.

The objective of this study was to quantify the economic damage as a result of reduced milk and beef production under different degrees of spittlebug infestation on animals grazing *B. decumbens* using a simulation model.

To calculate the economic damage, the model was provided with information on three variables: (1) degree of infestation: low, medium, and high; (2) proportion of farm area infested: 0, 25, 50, 100%; and (3) type of ecosystem: dry tropics (infestation occurring only during the six-month rainy season), and humid tropics (infestation occurring throughout the year).

Results: Table 1 and 2 contain the biological and economical impact from different degrees of spittlebug infestation in various proportions of farm area under infestation in a dual-purpose production system located in either the dry or the humid tropics ecosystems in Colombia.

Comparing the effect against healthy grass, the spittlebug reduced the stocking rate and productivity of milk and beef per hectare 9%-34% with a low degree of infestation, 38%-49% with a medium degree of infestation, and 53%-65% under a high degree of infestation. The spittlebug impact increased the production cost of milk and beef production by 3%-12% with a low degree of infestation compared to healthy *B. decumbens*. Likewise, these costs increased 18%-29% with a medium degree of infestation, and by 36%-54% when it was evaluated with high levels of infestation. On the other hand, due to the spittlebug effects on reduced stocking rates and increased milk and beef production costs, the net income per hectare per year was significantly reduced by 19%-69% at low levels of infestation, by 78%-100% at medium infestation level, and by 106%-128% at a high infestation level.

Economic damage at the regional scale was estimated at \$7-25 million dollars per year in the 1,140,000 ha of pastures susceptible to spittlebug in the humid tropics and \$33-118 million dollars in the 4,720,000 ha of pastures in the dry tropics assuming a low infestation level. This economic damage, assuming a medium level of infestation, increased to \$28-36 million dollars in the humid tropics and \$132-175 million dollars in the dry tropics. Finally, with a high infestation level, the income reduction at the regional level reached \$39-47 million dollars for the humid tropics and \$228-273 million dollars for the dry tropics.

The estimated investment for the development of varieties resistant to spittlebug and adapted to low fertility soils is about US\$ 6 million dollars with a 12-yr planning horizon. This investment, compared to the economic damage that the spittlebug does in Colombia, is low. Therefore, a large economic incentive exists for associations of livestock producers to invest in germplasm improvement by contracting research institutions with the capacity to successfully develop a spittlebug-resistant grass.

Table 1. Biological and economical impact from different degrees of spittlebug infestation in various proportions of farm area under infestation in a dual-purpose production system located in the humid tropics of Colombia.

Level and proportion of farm area infested with spittlebug	Stocking Rate	Milk ¹ Production	Beef ¹ Production	Milk Production Cost	Beef Production Cost	Net Income
	(AU/ha)	(kg/ha/yr)	(kg/ha/yr)	(\$/kg)	(\$/kg)	(\$/ha/yr)
No infestation	1.16	390	95	0.123	0.61	32
10 individuals/m ²						
- 25%	1.14	382	94	0.124	0.62	31
- 50%	1.12	375	92	0.125	0.62	30
- 100%	1.08	360	88	0.126	0.63	27
25 individuals/m ²						
- 25%	1.06	357	87	0.128	0.63	26
- 50%	0.96	324	79	0.133	0.66	21
- 100%	0.76	258	63	0.142	0.70	10
50 individuals/m ²						
- 25%	0.72	243	59	0.146	0.72	7
- 50%	0.67	228	55	0.150	0.75	5
- 100%	0.59	197	48	0.159	0.79	0

¹ Kilograms of fluid milk and kilograms of beef (live weight)

Table 2. Biological and economical impact from different degrees of spittlebug infestation in various proportions of farm area under infestation in a dual-purpose production system located in the dry tropics of Colombia.

Level and proportion of farm area infested with spittlebug	Stocking Rate	Milk ¹ Production	Beef ¹ Production	Milk Production Cost	Beef Production Cost	Net Income
	(AU/ha)	(kg/ha/yr)	(kg/ha/yr)	(\$/kg)	(\$/kg)	(\$/ha/yr)
No infestation	0.93	529	84	0.116	0.57	42
10 individuals/m ²						
- 25%	0.91	519	82	0.116	0.57	40
- 50%	0.90	509	81	0.117	0.58	39
- 100%	0.86	489	78	0.119	0.59	36
25 individuals/m ²						
- 25%	0.85	484	77	0.120	0.59	35
- 50%	0.76	439	70	0.125	0.62	29
- 100%	0.62	350	55	0.133	0.66	17
50 individuals/m ²						
- 25%	0.57	328	52	0.137	0.68	14
- 50%	0.53	307	49	0.142	0.70	11
- 100%	0.46	265	42	0.150	0.74	5

¹ Kilograms of fluid milk and kilograms of beef (live weight)

2.2.7 Recovery and maintenance of fungal and bacterial isolates entomopathogenic to cassava pests (Anuar Morales, Rosalba Tobón, Daniel Peck)

Rationale: Developing biorational options for pest management in cassava will depend on the manipulation of natural enemies such as pathogens. Some fungal and bacterial pathogens of cassava insects have been examined in past studies at CIAT, but the material has been neglected and poorly maintained over the periods of research inactivity. In parallel with development of a new collection of fungal entomopathogens of spittlebugs in forage grasses, the objectives of this study were to (1) recover pathogen material relevant to cassava production and (2) integrate new material from recent field collections.

Methods: Efforts were made to recover a series of isolates used in prior studies at CIAT but neglected over a period of a few to several years during which they were stored under inappropriate conditions. All fungal material was inoculated onto Sabouraud agar modified with yeast extract (1%) and lactic acid (1%) and propagated as necessary to discard contaminants and recover pure material which was then stored on sterile filter paper at -20°C (see activity 2.2.3). A total of 34 isolates were put through this recovery process. Secondly, new strains were isolated from material recently collected in the field according to previously established methodology (see activity 2.2.3).

Results: Of the 32 fungal and 2 bacterial isolates put through the recovery process, 21 fungal and 2 bacterial isolates were deemed viable and recovered (Table 1). Many of these are currently being propagated for inclusion in the ceparium. Bacteria were the major contaminant of the fungal material. In four cases the strain could not be recovered because growth of fungal contaminants such as *Aspergillus* and *Penicillium* masked or suppressed the entomopathogenic strain. In the remaining five cases the material was deemed unviable because repeated inoculations of different culture media could not produce growth. This consequence is normal when fungal material is stored for an extended period without occasional reactivation on culture medium.

A total of 26 new isolates of fungal entomopathogens were obtained from specimens recently collected in the Colombian departments of Cauca, Risaralda and Tolima. Of these 8 belong to the burrower bug *Cyrtomys bergi*, 17 to the stem borer *Chilomima klarkei*, and one to an unidentified white grub (Scarabaeidae).

Discussion: Only 21 of 32 fungal isolates were recovered after the extended period of neglect and poor storage conditions. It is therefore critical that this material be well-maintained to stay available as a resource for promoting biological control in cassava and other crops. The value of this material was further compromised because the relevant collection data was insufficient and unreliable. For instance, 19 fungal and 2 bacterial isolates were made on the same date (July 1994), from the same host (*C. bergi*) at the same site (Popayan), but no other data is available to ascertain whether these should be maintained as separate isolates.

A major challenge in maintaining the strength of resources such as the entomopathogen ceparium and the insect taxonomy collection is achieving continuity of management in the face of short term project structure and loss of core funding. Like most germplasm collections, maintenance is an ongoing investment of time and resources such as in the case of fungal entomopathogens where it is desirable to reactivate material on culture medium approximately every year. In addition, high quality functioning of this ceparium requires collection norms that ensure registry of all relevant field data.

Table 1. Host, origin and recovery status of fungal and bacterial isolates entomopathogenic to different cassava insects.

Host species	Origin		Status	Host species	Origin		Status
	Dept.	Mcpo.			Dept.	Mcpo.	
<i>Aleurotrachellus socialis</i>	undet.	undet.	I	<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	I
<i>Aleurotrachellus socialis</i>	undet.	undet.	I	<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	I
<i>Aleurotrachellus socialis</i>	undet.	undet.	I	<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	I
<i>Corinus</i> sp.	Valle	La cumbre	D	<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	C
<i>Cyrtomenus bergi</i>	undet.	undet.	D	<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	D
<i>Cyrtomenus bergi</i>	undet.	undet.	I	<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	I
<i>Cyrtomenus bergi</i>	undet.	undet.	I	<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	I
<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	D	<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	C
<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	S	<i>Erinnyis ello</i>	undet.	undet.	D
<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	I	<i>Galeria mellonella</i>	Valle	Pradera	D
<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	C	<i>Galeria mellonella</i>	Valle	Pradera	D
<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	S	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Valle	Pradera	I
<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	D	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Valle	Pradera	D
<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	S	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Valle	Pradera	I
<i>Cyrtomenus bergi</i> ²	Cauca	Popayan	D	tarantula	Valle	Palmira	I
<i>Cyrtomenus bergi</i> ²	Cauca	Popayan	D	undet.	Valle	Palmira	I
<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	S	undet.	undet.	undet.	D
<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	S	undet.	undet.	undet.	D
<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan	I	undet.	undet.	undet.	C
<i>Cyrtomenus bergi</i>	Cauca	Popayan					

¹Status: C = Contaminated, D = Drying, I = Inoculated onto culture medium, S = Sterile

²Unknown bacteria.

Activity 3.3 Facilitate communication through Newsletters, Journal, Workshops

3.3.1 III Workshop on the Bioecology and Management of Grassland Spittlebugs (Daniel Peck)

Despite the impact of spittlebugs in forage grasses, sugar cane and other graminoid crops in the New World, there is little expertise on their biology and management outside of CIAT and EMBRAPA. Access to information is also extremely limited because there is no text that summarizes our knowledge of the family Cercopidae and existing guides to grassland spittlebugs are outdated, imprecise and ignore family level bioecology. To partially fill this gap, four workshops on the Bioecology and Management of Grassland Spittlebugs have been carried out from 1997 to 2000, three in CIAT and one in Ecuador.

The fourth workshop took place 23-27 October, 2000 at CIAT. Like past events, the objective was to unite new direct collaborators of CIAT and other researchers, professors and agronomists working in forage grasses, sugar cane, or entomology. The workshop was five days of intensive lectures, labs and discussions to provide a theoretical and practical foundation on spittlebugs as insects so that they can be better interpreted as pests. At the time of preparation, the fifth workshop had confirmed participation of 21 people from 12 institutions: CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia), CIAT, CINCAE (Centro de Investigaciones sobre la Caña de Azúcar del Ecuador), CORPOICA (C.I. Carimagua, C.I. Tibaitatá), InCauca, S.A. (commercial sugar cane company), Laverlam, S.A. (commercial biologicals company), Universidad de la Amazonia, Universidad de Cauca, Universidad del Pacífico at Buenaventura, Universidad de Sucre, and Universidad Nacional at Medellín and Palmira.

3.3.2 Proposal development: Distribution patterns of grassland spittlebugs for gauging range expansion and invasion risk (Daniel Peck, Vinton Thompson [Roosevelt University], Francisco López)

Summary: The determinants of distribution for grassland spittlebugs will be evaluated based on a detailed assessment of the fauna in the United States, Costa Rica and Colombia. Grassland spittlebugs are highly injurious pests in forage grasses, sugar cane and other cultivated graminoids. Because of ineffective management strategies, these insects are becoming increasingly important in certain areas as (1) emergent pests due to changing cultural practices, (2) invading pests due to natural range expansion and (3) introduced pests due to invasion from exotic sources. Scientists from Roosevelt University (Chicago) and the International Center for Tropical Agriculture (CIAT, Cali, Colombia) will collaborate in identifying museum material and collecting locality data from the approximately 21 species that occur in these three countries during visits to 13 institutions. Taxonomic and locality data will be augmented with information on elevation and geographic coordinates using Geographic Information Systems (GIS) resources at CIAT. These data will be analyzed with Flora-Map, a modern diagnostic tool developed at CIAT that allows access to GIS climate surfaces for assessing the distribution patterns of species. Outputs such as species-specific climate diagrams and probability climate range maps will characterize species distribution and help to identify the key determinants of species range. This information will permit the identification of areas of outbreak and invasion risk in the U.S., as well as potential source regions. Results will enable researchers in high-value and pesticide-intensive commodity activities of the U.S. to assess and ameliorate invasion risks, and prepare preventive measures and establish management alternatives that reduce reliance on pesticides. Results will also provide new tools and information for advancing spittlebug management throughout Latin America, promoting gains in forage, milk and beef production, alleviating environmental degradation and poverty, and contributing to regional food security.

Collaborators: Vinton Thompson, Biology Department, Roosevelt University, Chicago

Donor: USDA, Foreign Agricultural Service, 2001 Scientific Cooperation Research Program

Status: Submitted to donor by Roosevelt University

3.3.3 Proposal development: Characterization of *Prosapia simulans*, a new spittlebug pest in forage grasses of Colombia (Daniel Peck, Jairo Rodríguez)

Summary: The Central American forage grass and cane pest, *P. simulans*, was recently detected for the first time in Colombia and South America (see activity 1.1.2). Some populations in the Cauca Valley are at economically damaging levels *Brachiaria decumbens*. Despite its high pest status in Central America, there is relatively little biological information on this species. The purpose of this project is to guide future management programs of *P. simulans* in forage grasses and sugar cane of the Cauca Valley by carrying out an initial diagnosis of this new pest problem. The objectives are to gather information on its distribution, biology, behavior and phenology, as well as establish mechanisms of information and technology transfer. Distribution data will be obtained from field visits and the collaboration of UMATAs (Municipal units for agricultural technical assistance) and producers groups, and analyzed with Flora-Map, a software tool for assessing distributions of species according to climate variables. Studies on biology and behavior will be carried out at CIAT according to established methodologies (see activity 1.1.3). Detailed population surveys over one year will be performed at two contrasting sites (lowland, upland) including population fluctuation of spittlebug life stages, incidence of egg diapause, and incidence of natural enemies. Information transfer will depend on field days for producers, training events for agronomists of the UMATAs, an informative bulletin, and scientific publications. It is expected that outputs will foment research by regional institutions on evaluating control tactics and arming an effective IPM program.

Collaborators: Universidad de la Pacifica at Buenaventura, Universidad Nacional at Palmira, UMATAs

Donor: Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA)

Status: Submitted to donor

3.3.4 Proposal development: Methodologies for the evaluation and diagnosis of spittlebugs in graminoid crops (Daniel Peck)

Summary: An effective program for the integrated pest management (IPM) of spittlebugs does not yet exist, partially owing to difficult access to literature and inappropriate research methodologies. Stimulating and comparing research results on grassland spittlebugs in diverse systems will depend on the establishment and diffusion of the most recent and effective methodologies. In the last five years dramatic advances have been made in methodologies such as population sampling, rearing, and the evaluation of host plant resistance and entomopathogens. The purpose of this project is to elaborate and diffuse the newest methodological and diagnostic tools for the management of grassland spittlebugs through publication of an edited book, product of an international workshop of leading spittlebug researchers. Specialists will be united in an international workshop to discuss and establish the most effective research methodologies. The state-of-the-art will be summarized, published and diffused in an edited book. This first international conference will also serve to stimulate collaboration among diverse advanced research institutions that have contributed to improved spittlebug management. The detailed discussions will produce a methodologies book that is broad-based and includes results of the most recent research programs. Possible themes include: biology and behavior, damage quantification, egg diapause, fungal entomopathogens, ornamentals and turfgrass, population dynamics, rearing, varietal resistance. Potential contributors represent the following institutions: CENARGEN, CNPGC, DIECA, Pontificia Universidade Católica, Roosevelt University, University of Georgia and USDA. Outputs will provide producers, extension experts and researchers with the foundation required to advance management, and offer the materials needed to establish IPM programs in the diverse systems where spittlebugs compete with livestock or damage sugar cane. The stimulation of new research of greater quality, impact and applicability is anticipated as is the consolidation of national and regional research programs and collaborations among them. Outputs will also help researchers identify the frontiers of our understanding of this diverse group of forage pests and the barriers to overcome in achieving their integrated management.

Collaborators: Various.

Donor: Not yet identified

Status: Submitted as concept note to Projects Office; has not yet been submitted to potential donors

3.3.5 Proposal development: Manual for the study of the biology and ecology of grassland spittlebugs (Daniel Peck)

Summary: Difficult access to basic information and reference lists limit research advances on grassland spittlebugs. There is no book that summarizes the basic information at the family level. In addition, existing guides on grassland spittlebugs are not current, contain imprecise information, or do not consider the insect in the context of its close relatives. The objective of this project is to broaden and publish a study guide originally developed for four workshops given in Colombia and Ecuador. The guide's focus will be bioecology, not management per se, to provide students, extensionists and researchers with the information foundation necessary to launch and carry out high impact studies.

Collaborators: None

Donor: None yet identified

Status: Submitted as concept note to Project Office; submitted to CEGA (Centro de Estudios Ganderos y Agrícolas) on their request but no funds available.

3.3.6 Proposal development: Vibrational communication as a taxonomic tool for grassland spittlebugs (Francisco López, Daniel Peck)

Summary: The general objective of this proposal is to describe variation in vibrational communication in spittlebugs to determine whether bioacoustic calls could serve as a taxonomic tool and test whether they are a mechanism of reproductive isolation. The specific objectives are (1) record and characterize male courtship calls in *Aeneolamia* (three species), *Mahanarva* (three species), *Prosapia* (one species) and *Zulia* (three species), (2) compare and contrast call structure among species and genera, (3) develop a methodology to retransmit signals, and (4) demonstrate that courtship calls are a barrier to interspecific mating by measuring the time of response of the female to the male among different species pairs. Results will further characterize substrate communication in the family Cercopidae, reveal taxonomic affinities among species and genera in terms of male courtship calls, and provide a fundamental understanding of the reproductive behavior in this important pest complex.

Collaborators: None

Donor: Banco de la República ("La comunicación vibracional como herramienta taxonómica en el complejo salivazo de los pastos, principal limitante para la ganadería colombiana")

Status: Full proposal submitted; revisions requested and submitted; proposal not chosen for funding.

PUBLICATIONS 2000

Journal Papers

- López, F., D. C. Peck & J. Montoya. 2001. Importancia de la comunicación vibracional en el comportamiento reproductivo del salivazo de los pastos (Homoptera: Cercopidae). *Revista de la Sociedad Colombiana de Entomología* 26(1-2), in press.
- Peck, D. C. 2000. A first description of reflex bleeding in froghoppers (Homoptera: Cercopidae) variation in behavior and taxonomic distribution. *Annals of the Entomological Society of America* 93(5):1186-1194.
- Peck, D. C., U. Castro, F. López, A. Morales & J. Rodríguez. First records of the sugar cane and forage grass pest *Prosapia simulans* (Homoptera: Cercopidae) in South America. *Florida Entomologist*. Submitted and in review.
- Peck, D. C., A. Morales & U. Castro. Design and management of a new small-scale rearing unit and improved mass-rearing colony for grassland spittlebugs (Homoptera: Cercopidae). *Journal of Economic Entomology*. Submitted and in review.
- Peck, D. C. Diversidad y distribución geográfica del salivazo (Homoptera: Cercopidae) asociado con gramíneas en Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología*. Submitted and in review.

Workshop and Conference Papers

- Peck, D. C. 2000. New perspectives for the management of grassland spittlebugs. Poster. International Congress of Entomology, 20-26 August [Foz do Iguassu, Brazil].
- Peck, D. C. 1999. Behavioral aspects of substrate communication in grassland froghoppers. Annual Meeting of the Entomological Society of America, 12-16 December, 1999 [Atlanta, USA].
- Rodríguez, J, D. Peck, U. Castro, A. Morales & F. López. 2000. Primer reporte del salivazo *Prosapia simulans* (Walker) (Homoptera: Cercopidae) en Colombia: plaga de *Brachiaria* y plaga potencial de la caña de azúcar. SOCOLEN [Medellin, Colombia].
- Rodríguez, J, D. Peck & N. Canal. 2000. Biología comparada de tres especies de salivazo de los pastos del género *Zulia* (Homoptera: Cercopidae). SOCOLEN [Medellin, Colombia].

Invited Book Chapters

- Griffith, K., D. C. Peck & J. Stuckey. 2000. Monteverde agriculture: moving towards sustainability. In: N. M. Nadkarni & N. T. Wheelwright [eds] *Monteverde: Ecology and Conservation of a Tropical Cloud Forest*. Oxford University Press.

Undergraduate Theses

- Rojas, L. & J. Rubio. 2000. Valoración poblacional del complejo mió de los pastos a nivel de finca durante un año en el Departamento del Meta [Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia].
- Gamboa, F. & A. Hincapié. 2000. Dinámica poblacional del salivazo en Meta [Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia].

DONORS

Colombia – PRONATTA

- Fungal entomopathogens as an alternative for spittlebug management (1999-2001)
Interpretation and prediction of spittlebug phenology (1999-2001)

COLLABORATORS

Guillermo León, CORPOICA-Villavicencio, Colombia
Antonio Pérez, Universidad de Sucre, Colombia
Nelson Canal, Universidad de Tolima, Colombia

PROJECT STAFF LIST

Senior Research Fellow

Daniel Peck, Ph.D., Entomology/Ecology

Research Associates and Asistants

Anuar Morales, Entomology (until December 2001)

Ulises Castro, Entomology (until December 2001)

Technicians

Rosalba Tobón, Entomology

Francisco López, Entomology

Workers

Oscar Yela

Wester Guerrero

Pregraduate Thesis Students

Jairo Rodríguez, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia