

Protección de Plantas Entomología y Fitopatología

1. El concepto de centro de diversidad y su importancia para la evaluación de enfermedades de leguminosas forrajeras en Centro y Suramérica. Lenné, J.
2. Estudios tendientes a establecer el control integrado de las salivitas de los pastos. Jiménez, A.J.
3. Control de insectos mediante la utilización de plantas hospederas resistentes. Calderón, M.

EL CONCEPTO DE CENTRO DE DIVERSIDAD Y SU IMPORTANCIA PARA LA EVALUACION DE ENFERMEDADES DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN CENTRO Y SURAMERICA

Jill Lenné *

La mayoría de las leguminosas forrajeras que se están evaluando en el Programa de Pastos Tropicales del CIAT son nativas de Centro y Suramérica, y por consiguiente, están siendo estudiadas en sus ambientes naturales o centros de diversidad. Es importante comprender esta situación cuando dichas plantas se evalúan desde el punto de vista de las enfermedades que las afectan.

El centro de diversidad de una planta contiene toda la variación natural de la misma, y es, al mismo tiempo el centro de diversidad de los patógenos y plagas especializados en ella. Se piensa que las razas más patogénicas y los biotipos de insectos existen en el centro de diversidad de un parásito con mayor probabilidad que en cualquier otra parte. En los centros de diversidad, tanto el hospedero como el parásito han estado asociados por largo tiempo como factores selectivos recíprocos en evolución. Cada nueva y más virulenta raza o biotipo que evolucione debe necesariamente haber reducido la proporción de individuos susceptibles en la población hospedera y los sobrevivientes habrán desarrollado resistencia, a menudo de carácter múltiple. Por consiguiente, los centros de diversidad sirven como la principal fuente de resistencia genotípica contra enfermedades e insectos. Por medio de la selección de leguminosas forrajeras en sus centros de diversidad debe ser posible seleccionar germoplasma con resistencia múltiple contra los patógenos y plagas especializadas que los atacan.

Como es el centro de diversidad de una planta identificada? Esto es a menudo difícil de establecer, especialmente para plantas alimenticias, debido al movimiento de material vegetal realizado por el hombre en cientos de años. En el pasado, sin embargo, las leguminosas tropicales con potencial forrajero han sido de poco interés para el hombre. La colección activa de germoplasma comenzó hace sólo pocas décadas. Los sitios de colección de las leguminosas tropicales con potencial forrajero, como aparecen en los estudios taxonómicos son entonces buenos indicadores de los centros de diversidad de estas plantas. Aunque

la definición está influenciada por el número de colecciones y la exactitud de la identificación de las plantas, generalmente hay suficiente información para definir los centros de diversidad de muchas leguminosas.

El género *Stylosanthes* ha recibido una mayor atención entre todos los géneros de leguminosas tropicales. Como resultado, se han logrado más colecciones de este género que de cualquier otro y existe más información disponible para definir los centros de diversidad de las especies. Con base en la información disponible, los centros de diversidad de aquellas especies más importantes para el Programa de Pastos Tropicales del CIAT se pueden encontrar con mayor probabilidad en:

<i>Stylosanthes capitata</i>	- Oriente de Venezuela
<i>Stylosanthes scabra</i>	- Brasil
<i>Stylosanthes bracteata</i>	- Brasil, Paraguay y Argentina
<i>Stylosanthes guianensis</i>	- Desde Centroamérica hasta Argentina
<i>Stylosanthes guianensis</i> "tardío"	- Brasil y Venezuela

Además de *S. guianensis*, la especie más ampliamente distribuida, aquellas especies de interés para CIAT tienen distribuciones limitadas. Sobre la base del concepto de centro de diversidad, se espera que los patógenos y plagas especializados que afectan a *S. capitata* se encontrarán en la región oriental de Venezuela y Brasil; los que afectan a *S. scabra* en Brasil; los que afectan a *S. bracteata*, en Brasil, Paraguay y Argentina, y los que afectan a *S. guianensis* "tardío", en Brasil. Se espera también que los parásitos que afectan a *S. guianensis* estén distribuidos ampliamente. Por consiguiente, para exponer estas leguminosas a sus plagas y patógenos especializados y seleccionar germoplasma con resistencia múltiple, deben realizarse selecciones y evaluaciones de enfermedades en sus centros de diversidad.

Recientemente, la importancia de realizar selecciones en el centro de diversidad se ha puesto de relieve con respecto a *S. capitata*, una leguminosa forrajera con considerable potencial para los suelos ácidos e infértiles de Suramérica Tropical. La antracnosis, causada por *Colletotrichum* spp., es la enfermedad más seria de *Stylosanthes* spp.; una ayuda importante en la selección a nivel de campo es la identificación de ecotipos de *S. capitata* que muestren resistencia.

La selección de campo de 78 ecotipos de *S. capitata* para establecer su reacción a la antracnosis en Carimagua dió como resultado 68 resistentes (Tabla 1), mientras que en Brasilia solamente se encontraron 8. Es claro que las razas especializadas de hongos que producen antracnosis en *S. capitata* existen en su centro de diversidad: Brasil. La selección por resistencia a antracnosis en Colombia, donde *S. capitata* es una planta exótica, seguramente dará como resultado ecotipos susceptibles.

Tabla 1. Selección de campo de 78 ecotipos de *Stylosanthes capitata* en Carimagua, Colombia, y Brasilia, Brasil en 1978 y 1979.

Selección	Localidad	Reacción a la antracnosis		
		Resistente	Mod. Resistente	Susceptible
Carimagua	Colombia	68	10	0
Brasilia	Brasil	8	29	49

Si la cuarentena de la planta provee suficiente seguridad contra la importación de patógenos en la semilla, el riesgo de utilizar ecotipos susceptibles puede ser aceptable. Con respecto a los pastos tropicales, sin embargo, la colección e introducción de plantas es una actividad continua y las posibilidades de introducción de patógenos son posibles incluso bajo las más estrictas regulaciones de cuarentena.

Se concluye que la primera selección de leguminosas forrajeras tropicales en sus centros de diversidad se considera esencial para la identificación de germoplasma con resistencia a patógenos y plagas especializadas. Este enfoque hacia la selección de germoplasma debe reducir la necesidad de mejoramiento genético por resistencia a patógenos y plagas de estas leguminosas.

EL CONCEPTO DE CENTRO DE DIVERSIDAD Y SU IMPORTANCIA PARA LA EVALUACION DE ENFERMEDADES DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN CENTRO Y SURAMERICA

Jill Lenné *

La mayoría de las leguminosas forrajeras que se están evaluando en el Programa de Pastos Tropicales del CIAT son nativas de Centro y Suramérica, y por consiguiente, están siendo estudiadas en sus ambientes naturales o centros de diversidad. Es importante comprender esta situación cuando dichas plantas se evalúan desde el punto de vista de las enfermedades que las afectan.

El centro de diversidad de una planta contiene toda la variación natural de la misma, y es, al mismo tiempo el centro de diversidad de los patógenos y plagas especializados en ella. Se piensa que las razas más patogénicas y los biotipos de insectos existen en el centro de diversidad de un parásito con mayor probabilidad que en cualquier otra parte. En los centros de diversidad, tanto el hospedero como el parásito han estado asociados por largo tiempo como factores selectivos recíprocos en evolución. Cada nueva y más virulenta raza o biotipo que evolucione debe necesariamente haber reducido la proporción de individuos susceptibles en la población hospedera y los sobrevivientes habrán desarrollado resistencia, a menudo de carácter múltiple. Por consiguiente, los centros de diversidad sirven como la principal fuente de resistencia genotípica contra enfermedades e insectos. Por medio de la selección de leguminosas forrajeras en sus centros de diversidad debe ser posible seleccionar germoplasma con resistencia múltiple contra los patógenos y plagas especializadas que los atacan.

Como es el centro de diversidad de una planta identificada? Esto es a menudo difícil de establecer, especialmente para plantas alimenticias, debido al movimiento de material vegetal realizado por el hombre en cientos de años. En el pasado, sin embargo, las leguminosas tropicales con potencial forrajero han sido de poco interés para el hombre. La colección activa de germoplasma comenzó hace sólo pocas décadas. Los sitios de colección de las leguminosas tropicales con potencial forrajero, como aparecen en los estudios taxonómicos son entonces buenos indicadores de los centros de diversidad de estas plantas. Aunque

la definición está influenciada por el número de colecciones y la exactitud de la identificación de las plantas, generalmente hay suficiente información para definir los centros de diversidad de muchas leguminosas.

El género *Stylosanthes* ha recibido una mayor atención entre todos los géneros de leguminosas tropicales. Como resultado, se han logrado más colecciones de este género que de cualquier otro y existe más información disponible para definir los centros de diversidad de las especies. Con base en la información disponible, los centros de diversidad de aquellas especies más importantes para el Programa de Pastos Tropicales del CIAT se pueden encontrar con mayor probabilidad en:

<i>Stylosanthes capitata</i>	- Oriente de Venezuela
<i>Stylosanthes scabra</i>	- Brasil
<i>Stylosanthes bracteata</i>	- Brasil, Paraguay y Argentina
<i>Stylosanthes guianensis</i>	- Desde Centroamérica hasta Argentina
<i>Stylosanthes guianensis</i> "tardío"	- Brasil y Venezuela

Además de *S. guianensis*, la especie más ampliamente distribuida, aquellas especies de interés para CIAT tienen distribuciones limitadas. Sobre la base del concepto de centro de diversidad, se espera que los patógenos y plagas especializados que afectan a *S. capitata* se encontrarán en la región oriental de Venezuela y Brasil; los que afectan *S. scabra* en Brasil; los que afectan a *S. bracteata*, en Brasil, Paraguay y Argentina, y los que afectan a *S. guianensis* "tardío", en Brasil. Se espera también que los parásitos que afectan a *S. guianensis* estén distribuidos ampliamente. Por consiguiente, para exponer estas leguminosas a sus plagas y patógenos especializados y seleccionar germoplasma con resistencia múltiple, deben realizarse selecciones y evaluaciones de enfermedades en sus centros de diversidad.

Recientemente, la importancia de realizar selecciones en el centro de diversidad se ha puesto de relieve con respecto a *S. capitata*, una leguminosa forrajera con considerable potencial para los suelos ácidos e infértiles de Suramérica Tropical. La antracnosis, causada por *Colletotrichum* spp., es la enfermedad más seria de *Stylosanthes* spp.; una ayuda importante en la selección a nivel de campo es la identificación de ecotipos de *S. capitata* que muestren resistencia.

La selección de campo de 78 ecotipos de *S. capitata* para establecer su reacción a la antracnosis en Carimagua dió como resultado 68 resistentes (Tabla 1), mientras que en Brasilia solamente se encontraron 8. Es claro que las razas especializadas de hongos que producen antracnosis en *S. capitata* existen en su centro de diversidad: Brasil. La selección por resistencia a antracnosis en Colombia, donde *S. capitata* es una planta exótica, seguramente dará como resultado ecotipos susceptibles.

Tabla 1. Selección de campo de 78 ecotipos de *Stylosanthes capitata* en Carimagua, Colombia, y Brasilia, Brasil en 1978 y 1979.

Selección	Localidad	Reacción a la antracnosis		
		Resistente	Mod. Resistente	Susceptible
Carimagua	Colombia	68	10	0
Brasilia	Brasil	8	29	49

Si la cuarentena de la planta provee suficiente seguridad contra la importación de patógenos en la semilla, el riesgo de utilizar ecotipos susceptibles puede ser aceptable. Con respecto a los pastos tropicales, sin embargo, la colección e introducción de plantas es una actividad continua y las posibilidades de introducción de patógenos son posibles incluso bajo las más estrictas regulaciones de cuarentena.

Se concluye que la primera selección de leguminosas forrajeras tropicales en sus centros de diversidad se considera esencial para la identificación de germoplasma con resistencia a patógenos y plagas especializadas. Este enfoque hacia la selección de germoplasma debe reducir la necesidad de mejoramiento genético por resistencia a patógenos y plagas de estas leguminosas.

ESTUDIOS TENDIENTES A ESTABLECER EL CONTROL INTEGRADO DE LAS SALIVITAS DE LOS PASTOS ¹

Jaime A. Jiménez G. 2

SUMMARY

Several experiments were conducted to study some aspects of the Spittlebug *Aeneolamia varia*, which causes severe damage to grasses, especially *Brachiaria decumbens*, in the Colombian Eastern Plains, where the pest is known as "Salivita". According to the result the main damage is done by the adults, which besides sucking the sap, inject toxic substances to the plant. It was observed that the eggs undergo diapause, which allow them to survive the dry season, and immediately the rainy season starts in March, the nymphs appear as a serious problem. The main biological control factor of the insect population is a disease caused by the fungus *Metarrhizium anisopliae*.

Cultural methods, such as burning and disc-harrowing proved to provide the best control.

INTRODUCCION

Los nombres "salivita" y "mión de los pastos" se aplican en Colombia respectivamente a las especies *Aeneolamia varia* F. y *Zulia pubescens* F. (Homoptera: Cercopidae), especies muy relacionadas entre sí por sus hábitos y tipos de daño y las cuales conviven en las plantas hospedantes, pero la primera de ellas es mucho más importante debido a la magnitud de sus poblaciones y a que se ha venido presentando desde hace algunos años con carácter de plaga en gramíneas de los Llanos Orientales (Figura 1). Son tan abundantes las poblaciones de esta plaga y tan grave su daño en los meses húmedos del año, particularmente en el pasto introducido *Brachiaria decumbens* Stapf, que amplias áreas sembradas con esta gramínea quedan totalmente inservibles para el pastoreo, y en algunos casos llegan a perderse totalmente (Jiménez Ochoa 1971 a).

Dadas las características especiales de adaptación a suelos de terraza alta y media de los Llanos Orientales, el pasto braquiaria es la especie exótica que cuenta con mayor aceptación entre los ganaderos de la región y por lo tanto se espera una mayor adaptación del área sembrada (ICA, 1975). De aquí

se puede deducir, la gravedad e importancia que tiene el daño de la "salivita de los pastos" a la economía pecuaria de esta zona del país;

Otras especies pertenecientes a los mismos géneros son consideradas plagas primarias de diversas gramíneas en países como México, Las Antillas, Venezuela y Brasil; en este último país, los "miónes" o "salivitas" han obligado a establecer programas de control integrado a gran escala (Guagliumi, 1971), ya que el sólo empleo de controles culturales no daba resultados satisfactorios y el uso desmesurado de productos químicos estaba afectando el equilibrio ecológico de grandes áreas agrícolas del país.

En base a lo anterior, puede asegurarse que el problema de los cercópidos, plagas de los pastos, ha ido aumentando paulatinamente su importancia, obligando a la adopción de planes de control que permitan soluciones efectivas a corto y largo plazo. Jiménez Ochoa (1971 b, 1973) efectuó algunos estudios sobre hábitos y control cultural y químico de *A. varia*, pero aún quedan aspectos que deben investigarse más, como son: reconocimiento de enemigos naturales, fluctuación de poblaciones, posible presencia de diapausa en el estado de huevo, importancia relativa del daño de la ninfa y el adulto, empleo de control biológico y cultural y estu-

1. Contribución del Programa Nacional de Entomología del ICA.
2. Ingeniero Agrónomo Programa de Entomología ICA - Regional No. 8, Apartado Aéreo 2011, Villavicencio - Colombia.



Figura 1. Adultos de *Aeneolamia varia* (F.) (izquierda) y *Zulia pubescens* (F.) (derecha). Las manchas amarillas sobre los elitros de la primera especie las diferencian a simple vista.

dios de especies relacionadas, con miras a estructurar un plan de control integrado que resuelva el problema de esta plaga.

En el presente artículo se consignan los resultados alcanzados hasta el momento en los diversos aspectos investigados sobre las "salivitas".

REVISION DE LITERATURA

Las "salivitas" de los pastos son homópteros incluídos en la familia Cercopidae. Metcalf (1951) presenta estudios detallados de clasificación de la misma. Esta familia está representada por más de 1.300 especies, la mayoría pertenecientes a la región neotropical; todas poseen más o menos los mismos hábitos de daño (Costa Lima 1942) y por ello, aunque la especie objeto del presente trabajo es *A. varia*, casi todas las técnicas de control e investigaciones complementarias se pueden aplicar también al *Z. pubescens*, la otra especie que se ha reportado causando los mismos daños en diferentes tipos de pastos en Colombia.

Jiménez Ochoa (1971 b) en sus estudios sobre el ciclo de vida y hábitos de *A. varia*, obtuvo los siguientes resultados: Duración del huevo 18,73 días, período ninfal 31,93 días y longevidad del adulto 5,50 días, en condiciones normales de humedad y temperatura. Pero muchos autores están de acuerdo, refiriéndose a diferentes especies del mismo género, en que el ciclo de vida es aproximadamente de 2 meses y puede alargarse en 9 meses o más, de acuerdo con la diapausa mostrada por los huevos (Fewkes, 1969). Esto naturalmente altera el número de generaciones observadas en el año. Las varias

subespecies de *A. varia* en Venezuela y Trinidad, son capaces de permanecer en el campo a lo largo del año cuando hay condiciones adecuadas. Se ha encontrado que las hembras depositan huevos que entren en diapausa y otros que no; en general, en las praderas de estos países pueden ocurrir unas 6 generaciones en el año (Fewkes, 1964).

Jiménez Ochoa (1971 b) anota que las ninfas se alimentan chupando en los tejidos de la parte baja de las plantas: base de los tallos y raíces superficiales; mientras que los adultos poseen hábitos eminentemente aéreos alimentándose de las hojas superiores. Los huevos recién colocados son de tonalidad amarillo transparente, muy pequeños y de forma alargada: 0,75 - 0,90 por 0,25 mm (Fewkes, 1966), y se encuentran a ras del suelo o entre el tejido de las hojas secas que están en contacto con el suelo.

Las ninfas de la plaga se encuentran cubiertas de una espuma que las protege de la desecación, dándoles un aspecto como de "escupitaje", de donde se ha originado el nombre de "mión" o "salivita". Este líquido es excretado por la abertura anal del insecto y está compuesto por diversos elementos, entre ellos una secreción proveniente de la parte anterior de los tubos de Malpighi, de características mucosas y que le da estabilidad a la espuma (Kersaw, 1913). Ziegler y Ziegler (1958) estiman que cerca del 90% de la materia orgánica que compone esta "salivita" es proteína (Figura 2).



Figura 2. Ninfas de "salivitas" chupando sobre tejidos del pasto. Se les limpió la cubierta de espuma para su mejor observación. Nótese la salida de espuma por el ano.

Sobre la diferencia en importancia del daño causado por la ninfa y el adulto se encontraron distintas opiniones. Hay autores que consideran que el

daño de la ninfa es más importante debido a su aparición masiva y afirman que es común encontrar más de un millón de ninfas por hectárea en conteos exploratorios (Anónimo, 1974). Sin embargo, Guagliumi (1971), citando a Fewkes (1969), considera más importante el daño causado por el adulto debido a ciertas características especiales de este daño, ya que ellos al chupar la savia de las hojas y parte de los tallos, inyectan en los tejidos atacados sustancias tóxicas a la planta, que continúan "intoxicando" a la misma aún después de que el insecto ha cesado su alimentación.

Fewkes (1969) en sus estudios sobre *A. varia saccharina* (Distant) en caña de azúcar, dice citando a Williams (1921) y Withycombe (1926): es bien reconocido que la alimentación de los adultos de "salivita" es la causa principal de la quemazón de las plantas atacadas. El tamaño y velocidad del desarrollo de la "quemazón" dependen probablemente de la duración y extensión de la alimentación del insecto como del estado fisiológico de la planta. La extensión gradual de las manchas en los sitios de punción, hace pensar que los insectos pueden inyectar una toxina o agente de enfermedad en el tejido.

Withycombe (1926) no encontró evidencia que probara la transmisión de algún organismo al tejido foliar de la caña de azúcar atacada por *A. varia saccharina* y afirmó que sustancias amilíticas y enzimas oxidantes inyectadas dentro de los tejidos eran los factores que intervenían en el desarrollo de la "quemazón".

Hagley (1967) probó que la saliva de ninfas y adultos de esta especie contiene: amilasa, invertasa, lipasa, fenolasa y proteinasa, además de 17 aminoácidos. Este autor logró reproducir los síntomas típicos de quemazón, al inyectar mezclas de estas sustancias en hojas de caña. Sin embargo, la alimentación de las ninfas sobre hojas de caña de azúcar no ocasionó la quemazón típica; la diferencia en esta reacción puede estar en el sitio de la planta donde se alimentan los adultos y las ninfas, ya que los adultos alcanzan directamente con sus estiletes, los haces vasculares, mientras las punciones de las ninfas terminan en el parénquima y en muy pocos casos alcanzan el xilema.

La variación en las poblaciones de esta plaga es otro aspecto importante. Jiménez Ochoa (1971) en sus estudios sobre el particular realizados en el Centro Experimental "La Libertad" durante un año,

encontró que las infestaciones alcanzaron su máximo número en los meses más lluviosos del año, particularmente Abril, Mayo y Junio, disminuyendo su magnitud en los meses secos.

King (1975), en sus estudios sobre los factores que afectan la primera generación de *A. varia saccharina* Distant en caña de azúcar en Trinidad, encontró que las condiciones secas del suelo retrasan la eclosión de los huevos y que la primera generación importante se obtiene 25 a 30 días después de la llegada de las primeras lluvias, este autor obtuvo curvas de población muy relacionadas con el ciclo de lluvias de la región.

En cuanto a enemigos naturales, Guagliumi (1971), en el Noroeste del Brasil, y Marrufo y Enkerlein (1974), en México, han estado trabajando con buenos resultados en el control de cercópodos pertenecientes a los géneros *Aeneolamia* y *Zulia* por medio del hongo *Metarrhizium anisopliae* (Metch.), que se ha encontrado atacando adultos de *A. varia* en forma natural (Urich, 1915, Guagliumi, 1962 a).

Guagliumi (1971) reporta los siguientes enemigos naturales sobre *A. selecta* Walker, cercópido plaga del pasto Pangola: *Salpingogaster nigra* Schiner (Diptera: Sirphidae), predator de ninfas; *Anagrus* sp. (Hymenoptera: Mymaridae), parásito de huevos; *Centrodora tomaspidis* Howard (Hymenoptera: Eulophidae), parásito de huevos; *Oligosita gireulti* Crawford (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parásito de huevos.

Fewkes (1969) proporciona una lista de 14 especies de enemigos naturales de diferentes cercópodos plagas de caña de azúcar y pastos en su artículo sobre biología de las "salivitas" en caña.

MATERIALES Y METODOS

Los diversos experimentos se realizaron en el Centro Experimental "La Libertad" de ICA, en el Municipio de Villavicencio (Meta), a una altura de 450 m.s.n.m. y con una temperatura diurna promedio de 28°C. Los trabajos se iniciaron en Abril de 1976, y aún hay algunas investigaciones que continúan en progreso.

Para la evaluación de la importancia relativa del daño de ninfas y adultos, se tomó un lote de pasto braquiaria de 1 año de edad, llevado con las prácticas comunes de manejo. Aprovechando los meses

húmedos de Mayo y Junio se colocaron 6 jaulas de malla fina de 2 m de largo x 1 m de ancho x 1 m de alto, de tal manera que cubrieran y aislaran 2 metros cuadrados de pasto cada una; se dejaron en cuarentena 19 días examinándolas diariamente y eliminando las ninfas que fueren saliendo de los huevos que infestaban el pasto aislado por las jaulas. Luego, en cada sitio se cortó el pasto a una altura uniforme de 20 cm y se procedió así: En las jaulas Nos. 1 y 2 se colocaron 200 adultos de *A. varia* de un día de edad, en las jaulas Nos. 3 y 4, se colocaron 200 ninfas de 1o. instar, y en las Nos. 5 y 6 no se permitió infestación de adultos o ninfas para usarlas como testigo.

Para obtener las ninfas se recolectó un gran número de adultos en el campo y se colocaron por grupos de 20, en cajas de Petri con papel filtro humedecido; se esperó la eclosión de los huevos colocados por las hembras, y las ninfas recién emergidas se colocaron en las jaulas respectivas; por medio de revisiones periódicas se comprobó la presencia de ninfas muertas y se procedió a reemplazarlas para así mantener constante la población de 200 ninfas en cada jaula durante el tiempo del experimento. Los adultos se obtuvieron colocando en una jaula aparte gran cantidad de ninfas recolectadas en el campo y que se encontraban en los últimos instares de desarrollo. El día anterior al comienzo del experimento se eliminaron todos los adultos presentes en la jaula, para tener la seguridad de que los adultos empleados habían emergido en la fecha de iniciación, se colocaron 200 adultos en las jaulas respectivas y se reemplazaron totalmente cada 5 días. Las infestaciones se realizaron después de transcurridos los 19 días de cuarentena y se mantuvieron 32 días más. Al final se quitaron las jaulas y se tomó la altura de 10 tallos al azar por M^2 y se cortó y pesó el follaje del pasto en cada jaula. Por último se calificó el aspecto del pasto en base a la siguiente escala de daño utilizada por Flórez y Velasco (1974):

- 1: Sin daño
- 2: Daño ligero
- 3: Daño medio
- 4: Daño fuerte
- 5: Daño muy severo

Se utilizó el criterio de 2 calificadores y se sacó el promedio. Este experimento se repitió utilizando 600 especímenes por jaula durante 15 días, con el fin de observar si había consistencia en los resultados.

Para efectuar el estudio sobre la posible diapausa de los huevos, y algunos factores que pudieran inducirla, como la humedad relativa ambiental, durante junio de 1976 se recolectó una gran cantidad de adultos en el campo y se introdujeron por grupos en porrones de vidrio con papel filtro humedecido en el fondo y cubiertos con muscalina; se esperó a que ovipositaran sobre el papel y se recolectaron por lo menos 500 huevos. Estos se guardaron en un recipiente de vidrio en condiciones de sequedad total y a la temperatura de laboratorio: 18°-28°C. Cada mes a partir de Junio y durante 12 meses, se sacaron 20 huevos de este "banco" de huevos y se colocaron entre 2 láminas de papel de filtro humedecidas y se llevaron a las condiciones ambientales de campo. A los 20 días de colocada cada muestra, se observó si los huevos habían eclosionado o no y se anotó el porcentaje de eclosión, así como los cambios de coloración u otras características observadas en los huevos.

Para los estudios sobre fluctuación de poblaciones de *A. varia* y su relación con la precipitación, se tomó un lote de pasto braquiaria de 1.000 m^2 y no se permitió ninguna práctica de pastoreo en él. Desde Mayo de 1976 se iniciaron las lecturas de la cantidad de ninfas y adultos cada 8 días. Las lecturas se hicieron utilizando un marco de 1 m de lado, el cual se colocó al azar sobre el pasto en 3 sitios diferentes y se contó la cantidad de ninfas presentes en cada sitio; con estos datos se calculó el promedio de ninfas por fecha y por m^2 . Para el promedio del número de adultos por sitio se tomaron muestras en 3 sitios diferentes, contando el número de adultos capturados en 10 pases dobles de jama por sitio, tratando de cubrir aproximadamente 1 m^2 por sitio. También se hizo una calificación mensual del estado del potrero según escala de calificación de 0-4 así:

- 0: Sin daño
- 1: Daño leve
- 2: Daño medio
- 3: Daño fuerte
- 4: Daño muy severo

Otra fase investigativa es el reconocimiento de enemigos naturales. Para ello se procedió a coleccionar muestras del insecto en los estados de huevo, ninfa y adultos; éstos se llevaron al laboratorio y se colocaron en frascos de vidrio cubiertos con muscalina para observar la emergencia de posibles parásitos. También se hicieron observaciones de campo sobre predadores y otras causas de muerte.

Cuando se encontraron ejemplares muertos en el campo y se sospechó la acción de un patógeno, se procedió a coleccionar muestras y colocarlas en platos con agar o P. D. A., los cuales se incubaron a temperaturas adecuadas para obtener cultivos del posible patógeno y lograr su identificación.

Con el fin de determinar la eficiencia de algunas prácticas culturales en el control de las "salivitas" y la recuperación de los pastizales atacados se realizaron 2 ensayos. En el primero de ellos se incluyó la aplicación de un detergente diluido en agua, para comprobar las posibles cualidades "insecticidas" que le atribuyen algunos ganaderos y se comparó con otros tratamientos de tipo cultural. El ensayo se realizó en un lote de pasto braquiaria que mostraba un fuerte ataque de la plaga y se trazaron parcelas de 20 x 40 m (800 m²) en un diseño de bloques al azar con 2 replicaciones. Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Rastrillo
2. Rolo
3. Guadaña + rastrillo
4. Detergente
5. Detergente + guadaña + rastrillo
6. Testigo

En el segundo ensayo se empleó el mismo diseño pero con 3 replicaciones y parcelas de 50 x 20 m (1.000 m²) con los siguientes tratamientos:

1. Rastrillo
2. Arado de cincel
3. Surcadora
4. Quema
5. Testigo

En este segundo ensayo, el pastizal mostraba mayor daño, pero la población del insecto era menor debido posiblemente a que el estado del pasto hizo que la plaga se desplazara hacia otros lugares menos atacados.

Para evaluar la eficiencia de los tratamientos se hicieron conteos de ninfas y adultos presentes en cada parcela antes de los tratamientos y 5, 10, 15, 20 y 28 días después, tomando 3 sitios por parcela. Los datos del primer ensayo se sometieron a análisis de varianza y prueba de Duncan al 5%. Para calcular la eficiencia de los tratamientos en el segundo ensayo se utilizó la fórmula de Henderson y Tilton.

Para evaluar la eficiencia de los tratamientos en cuanto a la recuperación del pasto atacado, se hizo una lectura del aspecto del follaje a los 105 días de iniciado el experimento empleando una escala de 1 a 3 (malo, regular y bueno) y el criterio de 2 calificadores.

Tabla 1. Peso, altura y aspecto del pasto braquiaria, después de utilizar 200 individuos por jaula durante 32 días (2 replicaciones).

Tabla 2. Peso, altura y aspecto del pasto braquia, después de utilizar 600 individuos por jaula durante 15 días (3 replicaciones).

Tratamiento	Peso promedio del pasto en Kg.	Altura promedio del pasto en m	Calificación promedio del aspecto
Adultos	6,22	0,89	3,5
Ninfas	5,99	0,76	2,5
Testigo	6,60	1,10	1,0

Tratamiento	Peso promedio del pasto en Kg.	Altura promedio del pasto en m	Calificación promedio del aspecto
Adultos	2,31	0,69	4,0
Ninfas	1,43	0,54	3,0
Testigo	2,58	0,92	1,0

RESULTADOS

Importancia relativa del daño de ninfas y adultos.

Los datos de los dos ensayos realizados para evaluar los daños causados al pasto braquiaria por un número determinado de ninfas y adultos durante cierto tiempo, se presentan en las tablas 1 y 2.

Al hacer el análisis de varianza, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y el testigo para cada uno de los parámetros estudiados. Sin embargo, de acuerdo con los datos se puede observar que cuando el pasto se sometió al ataque de las ninfas sufrió una mayor reducción en su peso y altura, pero al final del experimento mostró un aspecto de daño menor que el sometido al ataque de los adultos, especialmente en lo relacionado con coloración y quemazón, por lo cual podía ser todavía consumido por el ganado, mientras que el atacado por los adultos no era comestible.

Diapausa de los huevos. En este experimento se hicieron observaciones sobre el comportamiento de los huevos de la "salivita" bajo las condiciones de sequía completa y alta humedad. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Los huevos depositados por las hembras en papel de filtro el 9 de Junio y que se colocaron a su vez en condiciones de sequía total en un porrón de vidrio para formar un "banco", mostraban el color amarillo transparente que les es característico; a los 5-7 días se apreciaba una mancha negra en el polo anterior, que creció hasta cubrir aproximadamente la mitad anterior del huevo; esta mancha negra detuvo su progreso al llegar a este punto.

Al ser colocados estos huevos en condiciones de campo y alta humedad relativa (100%), 1-2 días después se reiniciaba el crecimiento de la mancha negra hasta cubrir todo el huevo, en algunos de ellos, al mismo tiempo que la pequeña mancha anaranjada migraba progresivamente hasta llegar al polo posterior (Figura 3).

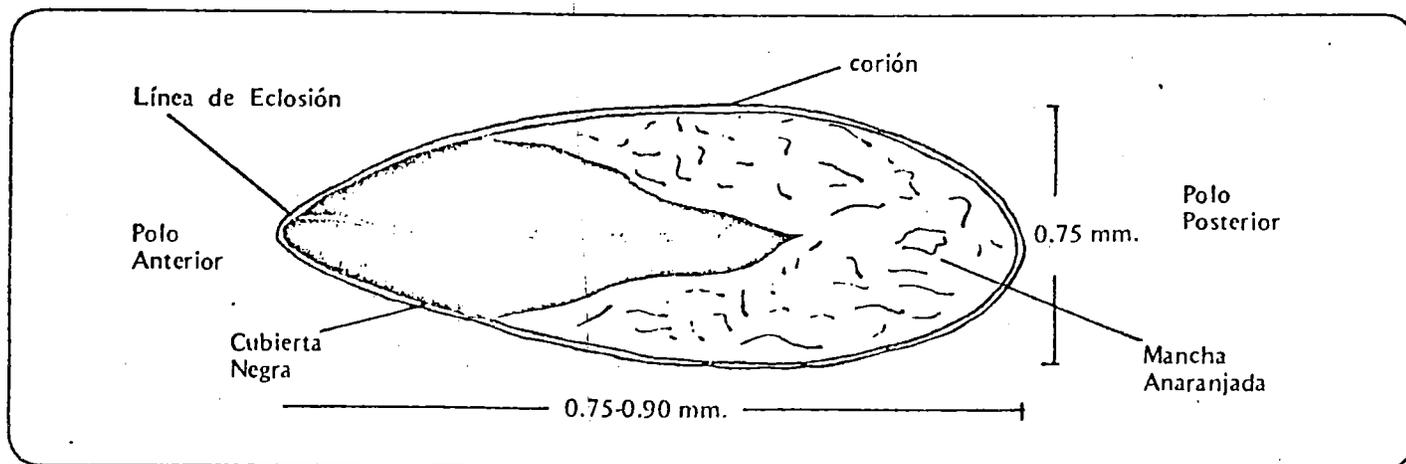


Figura 3. Huevo de *A. varia* a los 9 días de postura (vista dorsal).

Los resultados de la eclosión de los huevos se presentan en la Tabla 3.

De acuerdo con los resultados de la tabla 3, puede asegurarse que los huevos de las "salivitas" poseen una gran resistencia a la sequía, interrumpiendo el proceso de incubación normal hasta obtener las condiciones de humedad necesarias para su eclosión: 90-100% de humedad. Este fenómeno puede interpretarse como una diapausa del insecto en el estado de huevo.

Fluctuación de las poblaciones de salivita y su reacción con la precipitación. De este estudio se pre-

sentan los resultados obtenidos durante 1976, 1977 y parte de 1978, los cuales permiten formar una idea sobre las fluctuaciones de la población de la plaga. Estos resultados se encuentran en la Figura 4, donde se relacionan la precipitación, la población promedio de adultos por mes y por sitio, la población promedio de ninfas por mes y por m² y el índice de daño mensual causado por ambos estados del insecto (daño total según escala).

En la Figura 4 puede observarse una relación bastante marcada entre las poblaciones de "salivita", tanto de ninfas como adultos y la precipitación de la zona, encontrándose que las mayores poblacio-

Tabla 3. Porcentaje de eclosión de huevos de "salivita" después de haber sido mantenidos en completa sequía por diferentes períodos y luego colocados en el campo bajo condiciones de alta humedad.

Edad de los huevos (días)	Fecha de colocación	% de eclosión
1	10 - VI - 76	50
32	12 - VII - 76	60
61	10 - VIII - 76	25
92	10 - IX - 76	30
123	11 - X - 76	20
153	10 - XI - 76	0
184	10 - XII - 76	15
215	10 - I - 77	0
246	10 - II - 77	0
274	10 - III - 77	0
305	11 - IV - 77	0
335	10 - V - 77	0

nes se presentan algún tiempo después de registrarse altas precipitaciones (Junio y Julio).

La tendencia de las poblaciones de ambos estados del insecto es a disminuir a medida que disminuye la precipitación a lo largo del año, hasta casi desaparecer en los meses más secos (Diciembre, Enero, Febrero), para luego aumentar nuevamente con la llegada de las lluvias en los meses húmedos del año siguiente.

Otro aspecto importante que se debe resaltar es que las ninfas y adultos del insecto se encuentran en el campo durante todo el año; sólo en Febrero de 1977 no se encontró espécimen en los conteos.

Las poblaciones son altas y llegan a causar daños evidentes en los meses húmedos. Esto se observa claramente en la línea que representa el índice de daño, el cual aumenta durante estos meses, alcanzando su máximo aproximadamente un mes después de registrarse las mayores poblaciones.

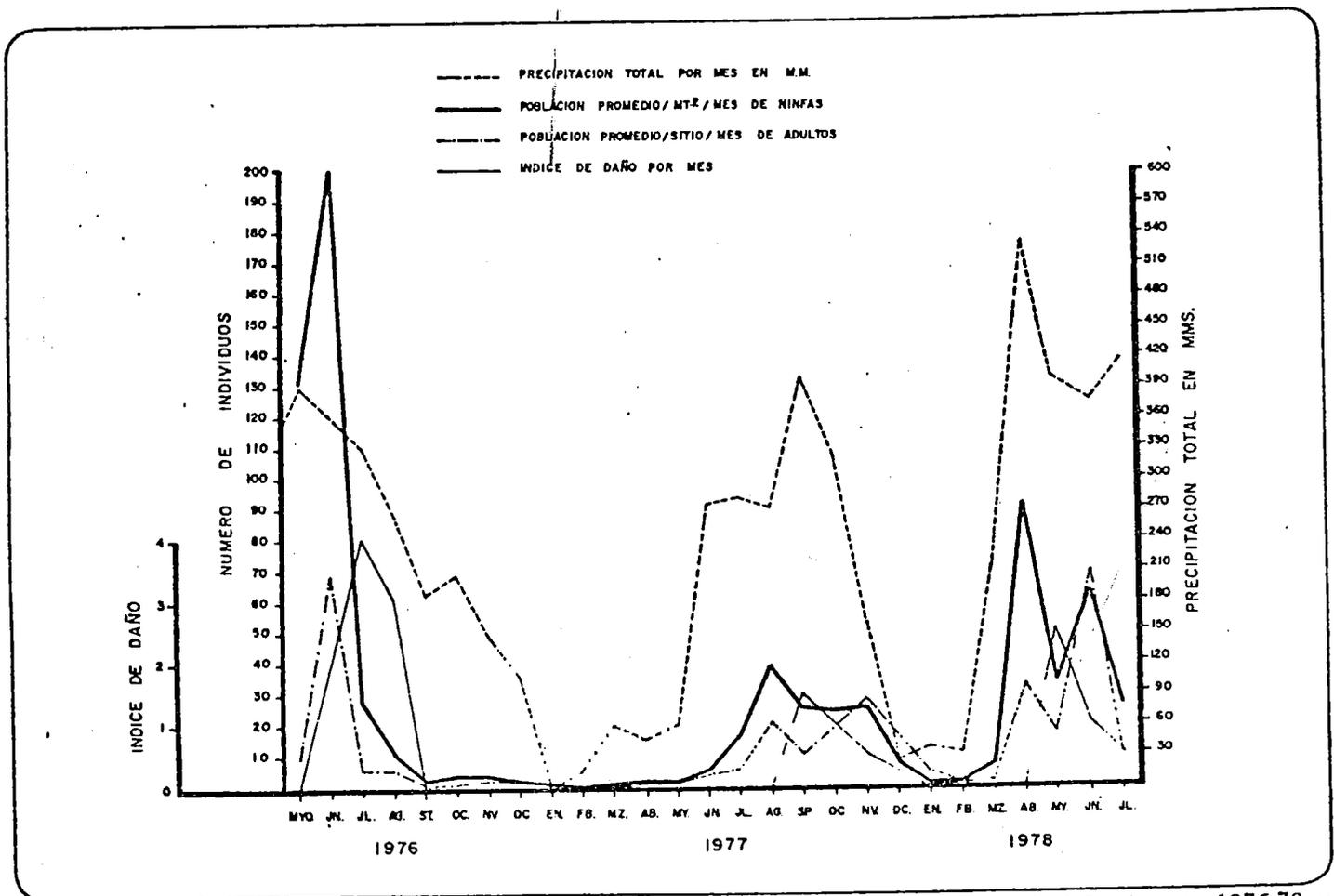


Figura 4. Fluctuación de las poblaciones de adultos y ninfas de *Aenolamia varia* e índice de daño durante 1976-78 y su relación con la precipitación.

Observaciones de campo sobre los efectos que causan estos niveles de daño a los potreros atacados, indican que muchos pastizales pueden eventualmente acabarse cuando han sufrido el máximo daño o atrasarse tanto en su recuperación, que causan serias pérdidas económicas a las explotaciones ganaderas que dependen de ellos para el pastoreo.

Reconocimiento de Enemigos Naturales.- Hasta el momento se han encontrado como enemigos naturales de esta plaga en los Llanos Orientales, una mosca de la familia Sirphidae predatora de ninfas y un hongo que ataca preferencialmente los adultos y en menor grado las ninfas.

Las larvas de la mosca atacan sobre todo ninfas de los instares intermedios, pero el bajo número de ejemplares encontrados en el campo hace pensar que no es muy eficiente su control. Las larvas de la mosca penetran dentro de la cubierta espumosa

matando las ninfas y una sola larva puede matar varias ninfas.

En los adultos que se encontraron muertos en el campo y adheridos al follaje del pasto, se observaba a simple vista un sobrecrecimiento fungoso de color verde oliva. Al ser colocados en cajas de Petri con P. D. A. y luego en incubadora con temperatura de 30°C, se obtuvo un cultivo de micelio de color blanco-verdoso que crecía bien sobre el medio y tenía una consistencia harinosa. Muestras con estas características fueron enviadas al U. S. D. A. y el hongo fue identificado como perteneciente a la familia Entomophthoraceae, posiblemente: *Metarrhizium anisopliae* (Match).

Este hongo ofrece características promisorias como agente de control biológico, ya que en los conteos preliminares para determinar su efectividad, se establecieron porcentajes de 80 y 90% de ejemplares muertos por su acción en el campo.

Tabla 4. Primer ensayo para el control de las "salivitas" mediante algunas prácticas culturales.

Tratamientos	Número promedio de insectos a los 6 días		Número promedio de insectos a los 28 días		Calificación de recuperación	
	Adultos/sitio	Ninfas m ²	Adultos/sitio	Ninfas / m ²	28 días	105 días
Rastrillo	3,8073 b*	7,4342 a	7,5472 a	97,5000 a	3,0 a	3,0 a
Guadaña - rastrillo	1,7320 a	9,3309 a	10,5304 b	69,0000 a	1,5 b	1,5 b
Rolo	2,1180 a	12,8351 a	9,1923 a	52,5000 a	1,5 b	2,0b
Detergente	5,0990 c	22,8751 b	14,5994 b	575,0000 b	1,5 b	2,0 b
Guadaña - rastrillo - detergente	1,3660, a	18,7421 a	17,4589 c	16,0000 a	1,5 b	1,5 b
Testigo	4,4008 b	16,8881 b	16,5248 c	807,0000 b	1,5 b	1,5 b

* Promedios seguidos por la misma letra no presentan diferencias significativas al nivel del 5% según la Prueba de Duncan.

Tabla 5. Segundo ensayo para el control de las "salivitas" mediante algunas prácticas culturales.

Tratamientos	Porcentaje de eficiencia * a los 8 días		Calificación de recuperación a los 60 días
	Adultos	Ninfas	
Rastrillo	100 a	91 b	3,0 a
Arado de cincel	77 b	89 b	1,5 c
Surcadora	83 b	90 b	1,5 c
Quema	100 a	100 a	3,0 a
Testigo			

* Calculado según la fórmula de Henderson y Tilton.

Control cultural de las "salivitas".- Los resultados de los dos ensayos realizados para evaluar el control ejercido por varias prácticas culturales se presentan en las Tablas 4 y 5. De acuerdo con el análisis estadístico, los mejores tratamientos en cuanto a control del insecto, tanto en su estado adulto como de ninfa, fueron el uso de Rastrillo y el de Rolo; pero en cuanto a recuperación del potrero, el que mostró mejores resultados fue el tratamiento: Rastrillo, ya que permitió una recuperación más rápida del potrero.

Por ello se escogió este tratamiento para compararlo en un segundo ensayo con otros diferentes.

Las bajas poblaciones del insecto encontradas en este segundo ensayo, no permitieron realizar un análisis estadístico válido. Sin embargo, al utilizar la fórmula de Henderson y Tilton, se encontró que el tratamiento que mostraba mayor eficiencia de control, tanto de ninfas como adultos, era la quema. La calificación de recuperación del potrero hecha al final del experimento, mostró este tratamiento igual en efectividad al "rastrillo".

DISCUSION

Acercas de la mecánica de daño de las "salivitas", los experimentos permiten establecer que el daño se inicia al comenzar las ninfas recién nacidas a succionar los jugos de las plantas en la parte baja del tallo y raíces superficiales, ocasionando un notable atraso en el crecimiento y vigor de la misma. Este daño, que puede dejar el potrero en malas condiciones, se ve complementado por los hábitos de alimentación del adulto que chupa la savia de las hojas y tallos superiores de las macollas, aumentando más el debilitamiento de las plantas y causando además un "envenenamiento" en las mismas, posiblemente al inyectar sustancias que les son tóxicas. Alrededor de cada sitio de punción hay amarillamiento del tejido y se desarrolla necrosis en la zona que se extiende longitudinalmente para formar una mancha café de tejido quemado (Figura 5).

El pasto en este punto del ataque se observa de color amarillo como consecuencia de la creciente clorosis y termina por tornarse de color café desteñido, lo cual le da al potrero un aspecto de quemazón, característico del estado de máximo daño. Los potreros en este aspecto no pueden ser utilizados para el pastoreo y pueden perderse totalmente.

La característica de ataque del adulto, de causar una intoxicación al pasto, es lo que lo hace más dañino que la ninfa y por ello se considera más importante su daño.

El estudio sobre la posible diapausa de los huevos se realizó a raíz de observar que el insecto permanecía en el campo durante casi todo el año, pero sólo se registraban altas poblaciones durante épocas definidas de éste, más exactamente durante los meses lluviosos. Al llegar la época de lluvias, el aumento de población no era paulatino, como cabría de esperarse en un insecto con un ciclo biológico de aproximadamente 2 meses, sino que la presencia de ninfas en el campo es repentina y en forma masiva, así como poco después la de los adultos. Esto hizo



Figura 5. Daño de adulto de "salivita" en las primeras etapas. Posteriormente estas manchas longitudinales cubren totalmente el follaje dando el aspecto de quemazón característico.

suponer que las altas poblaciones debían de provenir de huevos que estaban en el campo en estado latente, y eclosionaban en masa, al obtener las condiciones ambientales adecuadas, produciendo repentinos aumentos en la población. Otro hecho que reforzaba esta hipótesis era que no se observaban migraciones del insecto.

Los resultados obtenidos en el estudio preliminar realizado durante 12 meses, indican que cierta cantidad de huevos de *A. varia* pueden permanecer durante algún tiempo en un estado que les permite sobrepasar las condiciones ambientales adversas, sobre todo la falta de humedad. Dicho estado de acuerdo con Borrór y DeLong (1970) y Metcalf (1962), se ha denominado "diapausa". La diapausa mostrada por los huevos puede estar influenciada por diversos factores ambientales como: temperatura, fotoperíodo, etc., lo cual sería materia de estudios más profundos, pero el presente experimento no deja dudas de que en este caso, la humedad relativa es uno de los factores más importantes.

Teniendo en cuenta lo anterior, el haber obtenido cierto porcentaje de eclosión (15%) en huevos colocados en condiciones de sequía durante 7 meses, permite comprender por qué algunos huevos colocados por los adultos normalmente en el campo, pueden sobrepasar la estación seca del Llano (Noviembre - Marzo) hasta la llegada de la temporada de lluvia (Marzo - Abril), cuando obtienen condiciones adecuadas de humedad ambiental para eclosionar.

Se han realizado ensayos en otros países que demuestran que la humedad relativa influye direc-

tamente en la eclosión de los huevos de cercópidos, lo cual confirma los resultados obtenidos en el presente estudio.

Hardy y Urich (1927) trabajando con huevos de *A. varia saccharina*, encontraron que en un período de 3 meses, ningún huevo eclosionaba en condiciones de 25% de humedad relativa, muy pocos lo hicieron a un 50%, la mayoría a 90% y todos lo hicieron al 100%.

En Trinidad se han realizado estudios detallados sobre la diapausa en huevos de *A. varia saccharina* en caña de azúcar. Kershaw (1973) encontró que aunque esta especie permanece en bajas poblaciones a través de la estación seca (Enero a Mayo, en algunos pastos de potreros, también se encuentran huevos en estado de diapausa; Urich y Pickles (1930, 1931) estudiando la incubación de huevos de este insecto colocados en diferentes épocas del año y mantenidos en condiciones de humedad, encontraron que los huevos de la primera generación de adultos, colocados durante Junio y Julio eclosionaron en su totalidad dentro de un período de 50 días. En contraste la eclosión completa de huevos colocados por la segunda generación de adultos (Agosto - Septiembre) eclosionaron a tiempo para producir la tercera generación. Algunos de los restantes, así como algunos de los depositados por la tercera generación (Octubre - Noviembre) eclosionaron a su vez para producir una cuarta generación de baja población. Sin embargo, muchos de los huevos que permanecieron en estado de diapausa en el suelo a través de la estación seca (Enero - Mayo), no eclosionaron hasta después del comienzo de la estación lluviosa (Mayo - Junio) en el siguiente año.

Los factores que inducen diapausa en los huevos de diferentes especies de cercópidos no son totalmente conocidos. En *A. varia saccharina* la ocurrencia de huevos con diapausa y no diapausa, puede ser simultánea y el período de incubación varía de 2 a cerca de 40 semanas a través del año. Sin embargo, el promedio del período de incubación sigue un patrón definido creciendo de cerca de 3 semanas en Junio (estación húmeda en Trinidad) a 7 - 10 semanas en Noviembre, lo que les permite atravesar la estación seca, y disminuyendo a cerca de 5 semanas en Marzo. Hay alguna evidencia que la diapausa está relacionada con cambios en la longitud del día, días largos tienden a prevenirlo (Fewkes 1963 a 1964).

Aunque en el presente estudio se ha trabajado con una especie y una planta hospedante diferente a las citadas en la bibliografía, puede concluirse que existe diapausa al menos en algún porcentaje de los huevos de *A. varia* actuando sobre pasto braquiaria.

Los cambios observados en la morfología y coloración de los huevos colocados en el "banco" en condiciones de sequía total y luego colocados en condiciones de humedad máxima, pueden interpretarse como una consecuencia del estado de diapausa que sufrieron. Según Fewkes (1969), en huevos de *A. varia saccharina* con diapausa, el movimiento de la mancha del pigmento anaranjado cesa aproximadamente hacia la mitad del polo anterior y esto aparentemente indica el cese del desarrollo del embrión. La mancha negra aparece al mismo tiempo que en los huevos sin diapausa, pero también presenta diferencias en su crecimiento, así que la posición intermedia de la pequeña mancha anaranjada con la presencia de la cubierta negra debajo de un corión intacto, indica claramente un estado de diapausa. La reiniciación del movimiento de la mancha de pigmento anaranjado hacia la parte anterior marca la rotura de la diapausa; la llegada al polo anterior es seguida por un movimiento hacia atrás de la mancha anaranjada y al llegar al polo posterior se rompe simultáneamente el corión.

Fewkes (1963 b) encontró que la exposición de huevos de *A. varia saccharina* con diapausa a condiciones secas durante 10 a 20 días, acelera la finalización de la diapausa inmediatamente se proporcionan condiciones de alta humedad. Lo anterior, puede explicar la sincronización de la eclosión de los huevos colocados por diferentes generaciones cercópidos cuando llega la época de lluvias.

El estudio sobre fluctuación de poblaciones de la "salivita" realizado durante 2 años (Figura 4), permite observar una relación directa entre éstas y la distribución pluvial en los Llanos Orientales, la continuación de estos estudios por más tiempo permitió sacar conclusiones más completas.

En términos generales se observaron altas poblaciones de ninfas y adultos en los meses lluviosos y bajas poblaciones en los meses secos. Al comparar los resultados obtenidos en el período 1975 - 1978 con los de Jiménez Ochoa (1971), se observa que las poblaciones de este insecto han mantenido cierto patrón de comportamiento, registrándose casi siempre las mayores poblaciones durante los meses

de Abril, Mayo, Junio y Julio. Ocasionalmente puede haber aumentos en la población durante los meses de Agosto y Noviembre, ya que en algunos años estos meses se muestran bastante lluviosos, pero este aumento es mucho menor que en el primer semestre.

La curva de daño fluctúa de acuerdo a la de las poblaciones, encontrándose el máximo daño aproximadamente un mes después de registrarse las mayores poblaciones.

Una observación importante derivada de estos estudios es que en 1971 se encontró una menor cantidad de insectos por unidad de área, tanto de ninfas como de adultos, que en el período 1976-78. Esto lleva a pensar que las poblaciones de la plaga se han ido incrementando posiblemente debido a la ampliación del área sembrada con pasto braquiaria (su principal huésped en los Llanos), pero la distribución de las poblaciones a lo largo del año y su estrecha relación con los ciclos lluviosos y secos de la zona se han mantenido.

King (1975) estudiando los factores que influyen en la primera generación de "salivitas" de la caña de azúcar, *A. varia saccharina*, en Trinidad, encontró huevos con largo período de incubación y y otros de corto período, y que las condiciones secas del suelo influenciaban la eclosión de los huevos retardándola. El concluyó que existe una estrecha relación entre la primera lluvia de cerca de 1 pulgada en 48 horas y la emergencia masiva de adultos 27 a 34 días más tarde y que casi el 90% de las poblaciones de huevos existentes en el campo eclosionaban en la semana siguiente a las primeras lluvias.

Domen (1976) efectuó estudios de poblaciones de 2 cercópodos que causan daños similares a *A. varia*: *A. occidentalis* (Walker) y *Prosapia simulans* (Walker) en potreros de Pangola en México, concluyendo que la aparición de los insectos depende en primer término del comienzo de las lluvias: "una entrada abrupta de la estación lluviosa proporciona una fuerte sincronización en el desarrollo de la población, no permitiendo su crecimiento gradual". Esto confirma observaciones hechas por Fewkes (1963 b) en *A. varia saccharina*. La observación hecha por Flórez, Ramírez y Cortés (1965) en México, de que períodos secos en la primavera o un retardo en la llegada de la estación lluviosa, causaban grandes infestaciones de "salivitas", puede interpretarse como una sincronización en las poblaciones.

Aplicando lo anterior a lo encontrado en los Llanos Orientales, podría explicarse el porqué se observan unas altas infestaciones en Marzo - Junio, mientras en Septiembre - Octubre que hay otro corto período de lluvias, las poblaciones son menores, así como el nivel de daño (Figura 4). Tal vez los meses extremadamente secos de Noviembre - Febrero están influyendo directamente en la diapausa de los huevos colocados en diferentes épocas del año anterior, para producir una sincronización en la eclosión de los mismos, que origine una aparición abrupta de ninfas y adultos, produciéndose los fuertes daños observados al principio del año. En tanto que las lluvias de Octubre están precedidas por precipitaciones de nivel medio que no influyen drásticamente los huevos colocados en el campo, sino que permiten la eclosión escalonada de éstos para producir poblaciones mesuradas y a veces bastante bajas.

En cuanto al control del insecto, la utilización de enemigos naturales nativos o exóticos y el empleo de prácticas culturales que han mostrado ser efectivas, se pueden complementar con las medidas de control químico evaluadas por Jiménez-Ochoa (1971), para estructurar un plan de control integrado que puede ser efectivo contra esta plaga. Además los estudios sobre hábitos de daño, poblaciones, y diapausa de los huevos, permiten determinar las épocas óptimas de aplicación de estas medidas.

Quizás la producción masiva y la liberación del sírfido que se observó como predador de ninfas, pueda ser una práctica efectiva para el control biológico de esta plaga. En Brasil, Guagliumi (1971) menciona que las ninfas de *A. selecta* (Walker), que infestan el pasto pangola, son drásticamente diez-madas por larvas de *Salpingogaster nigra* Schiner (Diptera: Sirphidae) y recomienda la multiplicación y liberación de este predador como una posible medida de control.

El empleo del hongo *M. anisopliae*, del cual deben hacerse estudios más completos, puede ser la medida de control biológico más efectiva. Este hongo también es mencionado por Guagliumi como una medida promisoriosa en el control de cercópodos plagas de diferentes pastos en el Noroeste del Brasil. Hasta el momento, el hongo se ha empleado con éxito en Brasil para el control de *A. selecta* y otros cercópodos plagas de la caña de azúcar y los resultados obtenidos son muy promisorios (Guagliumi 1971).

El empleo de controles culturales o mecánicos tienden a reducir las condiciones favorables que ofrecen los potreros al insecto y al mismo tiempo a la recuperación más rápida de los pastizales atacados. Con anterioridad Jiménez-Ochoa (1973) evaluó varias prácticas con estos fines y encontró que el sobrepastoreo, confinando el ganado en pequeñas áreas, era muy efectivo; los fines buscados con esta práctica eran que el pisoteo prolongado destruyera las ninfas y disminuyera la humedad al airear y "ralear" el pasto, permitiendo una mejor acción de predadores como pájaros. Esta práctica se continuó utilizando por los ganaderos en los meses de mayor incidencia, pero el aumento de poblaciones del insecto y por ende, los daños cada vez mayores, crearon la necesidad de evaluar nuevas y más efectivas medidas.



Figura 6. Recuperación de un potrero atacado, 10 días después de ararse con rastrillo californiano. Obsérvese el crecimiento aislado de las macollas del pasto y la cubierta protectora de tejido muerto sobre el suelo.

La evaluación de diferentes prácticas culturales realizadas en el presente estudio, permitió encontrar que el empleo de rastrillo californiano (Figura 6) y la quema, son medidas muy efectivas para el control mecánico del insecto y la recuperación de pastizales con el máximo grado de daño. Estas dos prácticas pueden sumarse al sobrepastoreo en las épocas críticas de ataque e integrarse al plan de control general. Una ventaja de estas medidas es la facilidad con que las puede aplicar cualquier ganadero y la ausencia total de efectos indeseables sobre el insecto, como creación de resistencia. Sin embargo, es importante realizar mayores estudios sobre la quema que se ha mostrado como la práctica más efectiva y barata, ya que su acción bastante drástica sobre los pastizales y la capa superficial del suelo, pueden tener efectos imprevisibles a largo plazo

cuando se emplea reiteradamente. Es bien sabido que las quemas naturales son un factor ecológico de renovación de las praderas del Llano, que no causa efectos deletéreos en las gramíneas nativas de la región y constituye parte de su ciclo natural.

Velasco (1973) estudió el efecto de la quema sobre poblaciones de *A. postica* (Walker) en pasto pangola y encontró algunas características importantes, de las cuales las principales son:

- Las poblaciones de ninfas y adultos del insecto en lotes quemados siempre son significativamente menores que en lotes sin quemar.
- Después de 3 años de una quema, la población de la plaga vuelve a alcanzar el nivel de aquellos lotes que nunca han sido quemados.
- En las condiciones del campo agrícola experimental de Cotaxtla (México), el pasto pangola sólo puede quemarse por dos años consecutivos para no propiciar la disminución en el rendimiento de la pradera.
- Quemadas por 3 años consecutivos en pequeñas áreas (5 hectáreas) no alteraron la población de otros insectos como: Minadores, grillos y chinches.

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta que el pasto braquiaria es una especie exótica que puede tener un comportamiento diferente a los fenómenos propios de la zona, se deben emplear cuidadosamente los métodos de manejo, de manera que se mantenga el pasto en su mejor estado para fines de explotación económica, y evitar hacer recomendaciones que lo afecten sin estar seguros de sus efectos, como sería el caso de la quema continua.

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados permiten concluir:

El daño del adulto de *A. varia* es más importante que el de la ninfa y complementario de éste, por lo tanto las prácticas de control deben iniciarse cuando el insecto se encuentra en estado de ninfa para impedir una alta población de adultos.

Las "salivitas" muestran diapausa en estado de huevo, en la cual juega un papel importante la humedad relativa, esto explica las apariciones masivas del insecto en las épocas húmedas del año, así co-

mo la ausencia de ataques económicos en potreros recién establecidos que no han tenido tiempo de ser infestados con gran cantidad de huevos.

La mejor práctica cultural para el control de la "salivita" es la quema, que también es la más económica; pero al considerar que deben realizarse mayores estudios sobre el particular se decidió recomendar el empleo de rastrillo californiano con dos puntos de traba en dos pases cruzados, como el mejor tratamiento, y en segundo lugar la quema cuando el anterior no puede utilizarse.

La multiplicación y liberación masiva del hongo *Metarrhizium anisopliae* puede ser la práctica de control biológico más efectiva, por lo cual deben realizarse investigaciones sobre mecánica de acción del hongo, métodos de aplicación y otros que permitan emplear efectivamente esta alternativa de control.

Como se mencionó anteriormente, estos estudios son la base para establecer un programa de control integrado de las "salivitas" y "miones" de los pastos, que solucione de una vez por todas el problema de esta plaga. El hecho de contar con un programa de este tipo asegura la no dependencia de una sola forma de control que, especialmente en el caso del control químico podría causar desequilibrios ecológicos graves o niveles de resistencia en la plaga contribuyendo a aumentar el problema.

RESUMEN

La "salivita" de los pastos, *Aeneolamia varia* (F.) (Homoptera: Cercopidae), es una de las plagas que ha ido aumentando rápidamente su importancia económica en Colombia. En los Llanos Orientales donde las explotaciones pecuarias constituyen la base de la economía, es considerada como la principal plaga de los pastos, particularmente del *Brachiaria decumbens* Stapf.

La importancia de su daño ha obligado a realizar una serie de investigaciones básicas para establecer un programa de control integrado, que sea efectivo y ecológicamente seguro en la solución del problema.

Estos estudios se realizaron en la Estación Experimental "La Libertad" del ICA., situada en el municipio de Villavicencio (Meta) a una altura de 450 m.s.n.m. y temperatura diurna promedio de 28°C.

Los resultados indican que el daño del adulto de *A. varia* al pasto braquiaria, es más importante que el de la ninfa, ya que posiblemente al alimentarse inyecta sustancias tóxicas que le causan daños fisiológicos graves a la planta. Los huevos de la planta muestran estado de diapausa, influido sobre todo por la falta de humedad ambiental, lo cual le permite al insecto sobrevivir a los largos períodos de sequía que se tiene en los Llanos, originando infestaciones masivas de ninfas y adultos que causan daños graves durante los meses más húmedos del año: Marzo, Abril, Mayo y Junio.

Se han reportado enemigos naturales de la plaga en diferentes países. En Colombia posiblemente el más efectivo sea el hongo entomófago: *Metarrhizium anisopliae* (Metch.) que ataca los adultos del insecto causando epizootias. El control cultural más efectivo es la quema del pasto atacado, pero deben tenerse cuidados en su aplicación; el empleo de rastrillo californiano también ha mostrado buenos resultados.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus sinceros agradecimientos al doctor Luis A. Gómez del Departamento de Entomología del CIAT., por sus informaciones sobre cultivo y envío para identificación, del hongo entomófago mencionado en el trabajo.

A los doctores Lázaro Posada e Ingeborg Z. de Polanía por sus valiosas críticas al manuscrito.

Al señor Noé Arias Castro por su apreciable colaboración en los trabajos de campo.

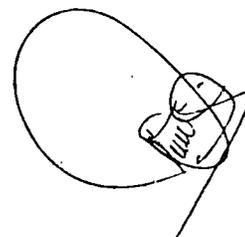
A las señoritas Silvia Ladino y Carmenza Martínez por su colaboración en los trabajos de mecanografía.

BIBLIOGRAFIA

1. ANONIMO. 1974. Un nuevo método de control para la eliminación duradera de la "Candelilla" en caña de azúcar. Correo Fitosanitario. Bayer. Año IV, Vol. 2, p. 18.
2. BORROR, D.J. and D.M. DeLONG. 1970. An introduction to the study of insects. Columbus, Ohio. Holt, Rinehart and Wiston, Inc. p. 72.
3. COSTA LIMA, A. 1942. Insetos Do Brasil. 3 Tomo. Capítulo XXIII. Escola Nacional de Agronomia, Série Didática - No. 4. pp. 65-79.

4. FEWKES, D.W. 1961. Rep. Caroni and Ste Madeleine sugar Co. Cent. Agric. Res. Stn. Trinidad, 1960-1961 (2): 5-48.
5. _____ 1963 a. Rep. Tate and Lyle Cent. Agric. Res. Stn. Trinidad 1961 - 1962. 170 - 199.
6. _____. 1963 b. The effect of exposure to dry conditions on the eggs of *Aeneolamia varia saccharina*. Ann. Entomol. Soc. Amer 56: 719-720.
7. _____. 1964. Some observations on egg diapause in the Trinidad sugar cane frogopper, *Aeneolamia varia saccharina*. Entomologist's Mon. Mag. 99: 224-228.
8. _____. 1966. Structure and development of the eggs of *Aeneolamia varia saccharina*. Rep. Tate and Lyle Cent. Agric. Res. Stn. Trinidad 1965: 429-435.
9. FEWKES, D.W. 1969. The biology of sugar Cane Froghoppers, in: Pest of sugar cane. Edited by Williams, Metcalfe. Mungomery and Mathes. Elsevier Publishing Company. New York. pp. 283-307.
10. FLOREZ, S.; A. RAMIREZ y A. CORTES. 1965. El "salivazo" de la zaña de azúcar en México. Instituto para el mejoramiento de la producción de azúcar. Boletín de divulgación No. 5. México D.F.
11. FLOREZ, D. y M. VELASCO. 1974. Daños causados por adultos de mosca Pinta *Aeneolamia postica* (Wik) a diversas especies de zacates forrajeros. Folia Entomológica Mexicana. No. 28: 71-75.
12. GUAGLIUMI, P. 1962. Las plagas de la caña de azúcar en Venezuela, 1. Maracay, Venezuela, Minist. Agr. Cría. 482 p.
13. _____. 1971. Lucha integrada contra las "cigarrinhas" (Homoptera: Cercopidae) en el noroeste del Brasil. Revista peruana de Entomología Agrícola. 14 (2): 361-368.
14. HARDY, F. and F. W. URICH. 1927. Ibid. 1: 275-281.
15. HAGLEY, E.A.C. 1966. Site of feeding of the froghopper. Rep. Tate and Lyle Cent. Agric. Res. Stn. Trinidad 1965: 408-413.
16. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1975. Informe Anual de Labores del Servicio de Supervisión de Asistencia Técnica del ICA. Reg. No. 8. Mimeografiado. p. 30.
17. JIMÉNEZ OCHOA, O.D. 1971 a. Fluctuación de la población de *Aeneolamia varia*, en *Brachiarid decumbens*. Programa de Entomología ICA., Regional No. 8. Exp. L-14. (Libro de campo - Datos no publicados).
18. _____. 1971 b. Ciclo de vida y hábitos de *Aeneolamia varia*. Programa de Entomología ICA., Regional No. 8. Exp. L-25. Libro de Campo. (Datos no publicados).
19. _____. 1973. Control químico y cultural de *Aeneolamia varia*. Programa de Entomología ICA., Regional No. 8. Exp. L-36. Libro de Campo. (Datos no publicados).
20. KERSAW, J.C. 1973. Frogopper notes. Bull. Dep. Agric. Trinidad Tobago. 12: 3-62.
21. KING, A.B.S. 1975. Factors affecting the phenology of the first brood of the sugar cane frogopper *Aeneolamia varia saccharina* (Dist.) in Trinidad. Bull. Ent. Res. 65: 359-372.
22. MARRUFO R.C. y S.D. ENKERLEIN. 1974. Cultivo del hongo entomófago *Metarrhizium aniscoliae* (Metch.) y ensayos preliminares de su efecto contra el complejo "mosca pinta" de los pastos y otros insectos. Folia Entomológica Mexicana No. 29: 45-46.
23. METCALF, S.P. 1951. Phylogeny of the Homoptera Auchenorrhyncha. Commentat. Biol. 12: 1-14.
24. METCALF, and W.P. FLINT. 1962. Destructive and useful insects, their habits and control. 4th edition. McGraw-Hill book company, Inc. New York. p. 168.
25. OOMEN, P.A. 1975. A population study of the spittlebugs *Aeneolamia occidentalis* (Walk.) and *Prosapia simulans* (Walk.) in Mexican pangola pastures. Z. ang Ent. 70: 225-238.

26. URICH, F.W. 1915. Insects affecting the sugar cane in Trinidad. *Ibid.* 14: 156-161.
27. _____, and A. PICKLES. 1930. Studies in the incubation of the eggs of the sugar cane frog hopper, *Tomaspis saccharina* Dist. I. Eggs laid in blotting paper. *Ibid.* 3: 64-70.
28. _____ 1931, Studies in the incubation of the eggs of the sugar cane frog hopper, *Tomaspis saccharina* Dist. II. Eggs. laid in soil. *Ibid.* 3: 235-253.
29. VELASCO H. 1973. Influencia de la quema del pasto pangola sobre la población de "Mosca pinta" y otros insectos. *Agricultura Técnica en México*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, D.F. pp. 357-360.
30. WILLIAMS, C.B. 1921. Report on the frog hopper-blight of sugar cane in Trinidad. *Mem. Dep. Agric. Trin.* 1, 179 pp.
31. WITHYCOMBE, C.L. 1926. Studies on the aetiology of sugar cane frog hopper blight in Trinidad. I. Introduction and general survey. *Ann. appl. Biol.* 13: 64-108.
32. ZIEGLER, H. and I. ZIEGLER. 1958. Über die Zusammensetzung des Zikadenschaumes. *Z. vergl. Physiol.* 40: 549-555.



CONTROL DE INSECTOS MEDIANTE LA UTILIZACION DE PLANTAS HOSPEDERAS RESISTENTES

Preparado por:M. Calderón

I. EVOLUCION SIMULTANEA

La planta en el proceso de evolución, ha desarrollado ciertas reacciones de defensa contra el ataque de insectos. Los insectos, por otro lado se han co-adaptado a las reacciones defensivas de la planta. Este equilibrio en un determinado momento evolutivo se puede romper y se produce una ligera ventaja ya sea para el insecto o para la planta.

El hombre ha aprendido a manejar o manipular el contenido genético de las plantas de tal forma, que el equilibrio se rompa en favor de la planta y no del insecto; en otras palabras el hombre ha aprendido a ver el fitomejoramiento a una velocidad mayor de la que se produce naturalmente en el proceso evolutivo.

II. CARACTERISTICAS DE LA RESISTENCIA

La resistencia se refiere a la interacción planta-insecto, la cual es relativa y se define solamente en términos de otras plantas o variedades y debe ser hereditaria. Definición: Painter (1951), definió la resistencia como la cantidad relativa de cualidades hereditarias que posee la planta con la cual se determine el último grado de daño pro

ducido por el insecto. Beck y Maxwell (1973), la define como el total de características hereditarias mediante las cuales una especie vegetal o línea genética reduce las probabilidades de que sea usada exitosamente como planta hospedera, por una especie o biotipo de insecto.

III. LOS TRES COMPONENTES DE RESISTENCIA

Painter dividió la resistencia en tres componentes básicos que son:

1. Preferencia - Para oviposición, alimento o protección.
2. Atibiósis - Efecto adverso de la planta sobre la biología del insecto.
3. Tolerancia - La capacidad de la planta de reponerse o recuperarse del daño producido por el insecto y soportar la infestación.

Estos tres componentes forman el "triángulo de resistencia" el cual es muy importante porque siempre uno o más de estos componentes están presentes en cualquier caso de resistencia. En algunas ocasiones otros mecanismos de resistencia pueden estar presentes y estos usualmente se agrupan bajo el término de "no clasificados".

IV. CRITERIO USADO PARA EVALUAR LA RESISTENCIA

La resistencia se puede determinar por uno o más de los siguientes factores:

1. Número de insectos atraídos a la variedad vegetal para oviposición y alimentación bajo condiciones de selección libre.
2. Número de huevos ovipositados.
3. Cantidad de alimentación. (Cuánto daño ha causado el insecto).
4. Duración del ciclo biológico del insecto en diferentes variedades. (Efecto en la fecundidad-fertilidad sobrevivencia etc.)
5. Número de insectos sobrevivientes en diferentes variedades.
6. Duración de la vida reproductiva de los adultos.

V. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS INSECTOS PARA LA SELECCION DE PLANTAS HOSPEDERAS.

1. Sustancias químicas de la planta
2. Sustancias químicas derivadas de la relación planta - insecto
3. Factores físicos y ambientales.
4. Factores morfológicos.

La concentración de los constituyentes vegetales varía

con:

1. Hora del día

2. Estación del año
3. Estado de crecimiento de la planta (edad de la planta).
4. Tipo de tejido de la planta
5. Condiciones climáticas
6. Condiciones edafológicas.

VI. DEFINICION DE UNA PLANTA EN RELACION CON LA RESISTENCIA.

Una planta, para nuestros propósitos, se define como un ambiente microquímico, heterogéneo que cambia en espacio y en tiempo, en lo que se refiere a crecimiento, clima y suelo.

VII. SUSTANCIAS QUIMICAS DE LA PLANTA O CONSTITUYENTES VEGETALES MAS IMPORTANTES PARA EL INSECTO.

1. Carbohidratos
2. Grasas
3. Proteínas
4. Minerales
5. Sustancias secundarias - glucocidos, alcaloides.
6. Aceites esenciales- derivados de benceno, compuestos de cadena recta y Terpenos.

Los carbohidratos, grasas, proteínas y minerales son muy importantes desde el punto de vista de la nutrición. Las

sustancias secundarias, incluyendo los glucocidos y los alcaloides son importantes como estimulantes alimenticios, deterrentes alimenticios, estimulantes y repelentes de la oviposición. Los aceites esenciales, por otro lado son importantes en lo que se refiere a atracción y repelencia, usualmente cuando está involucrada una distancia corta.

Un ejemplo de lo anterior se presenta en el algodonero, donde a partir del botón de algodón se han aislado estimulantes alimenticios, un material repelente, un material atrayente y un factor que suprime la oviposición. Todos estos factores son importantes para el comportamiento del picudo del algodonero *Anthonomus grandis*.

VIII. USO DE PLANTAS HOSPEDERAS RESISTENTES.

La resistencia puede ser usada de las siguientes maneras:

1. Medida principal de control
2. Componente de buen control de los programas de erradicación
3. Como complemento del control biológico o químico
4. Se complementa con el control cultural
5. Es un componente del sistema de manejo de plagas (muchos factores de control). Control integrado.

Medida principal de control.- Esta es la manera básica en que se ha usado la resistencia hasta la fecha. Ejemplos

excelentes donde se han usado variedades resistentes como un método de control es en el caso de la mosquita del tallo del trigo, la mosca "Hessian", el barrenador europeo del maíz, la filoxera de la vid, el áfido manchado de la alfalfa, el áfido del chicharo, el gusano bellotero y muchos otros.

Componente de buen control en los programas de erradicación.

1. Reducción en la población inicial.- Las posibilidades de usar una variedad resistente para reducir una población alta de insectos antes de aplicar cualquier medida de control, han sido grandes. Un ejemplo es el uso de la variedad "frego" de algodónero para la erradicación del picudo. Esta variedad contiene de un 60 a 90% de resistencia, que puede ser de gran valor para abatir las poblaciones iniciales de la plaga que se preparan para la reproducción - diapausa, además se pueden usar otras medidas de control como trampas con feromonas y otros componentes en un programa de erradicación.

2. Prevención de reinfectación o establecimiento de los niveles económicos.- Las variedades resistentes juegan un papel muy importante en aquellas áreas en donde se han reducido las poblaciones de la plaga a niveles que no son de importancia económica o la erradicación total de la plaga, porque ahí las variedades resistentes evitan la resurgencia o reestablecimiento de la población plaga.

Complemento del control biológico o químico.

Biológico.-

1. Aumento de la efectividad de los patógenos, predadores y parásitos.
 - a. Disminución en el vigor o condiciones fisiológicas generales.
2. Mejoramiento de la eficiencia de los parásitos, predadores y patógenos.
 - b. La morfología cambiante de la planta puede mejorar la efectividad y la eficiencia, como por ejemplo la forma de la hoja, color, cuerpo fructífero, características del tallo, pubescencia, etc.
3. Las plantas tolerantes pueden servir como hospederas para mantener altas densidades de población de parásitos y predadores en el campo para controlar otras plagas.

Químico.-

1. Reduce la población que se desea controlar.
2. La resistencia puede afectar al insecto, haciéndolo mas susceptible al insecticida, con lo cual se produce un mejor control.
3. Se requieren cantidades bajas de insecticidas para el control.
4. La eficiencia del insecticida se puede aumentar

mediante cambios morfológicos de la planta, como por ejemplo la variedad "frego" y otra que tiene las hojas muy coriáceas en el algodónero,

Contribuciones de la investigación bioquímica de la resistencia

La investigación en la resistencia ha contribuido en muchas otras áreas del control de insectos. Muchas de las sustancias biológicamente activas que se encuentran en las plantas pueden tener muchas aplicaciones en otras áreas de control de modo que se pueden usar como cebos para insectos, patógenos, etc. Algunas de las áreas que han demostrado tener una importancia especial son:

1. Atrayentes vegetales
2. Estimulantes alimenticios
3. Repelentes
4. Toxinas

Un ejemplo de lo anterior es un estimulante alimenticio del picudo del algodónero, que se ha usado para una dispersión efectiva de patógenos al picudo en condiciones naturales. Muchos de los problemas asociados con patógenos están relacionados con el insecto. Los estimulantes alimenticios prometen ser un arma poderosa en el control de los insectos - plaga.

Como complemento del control cultural

- a. Barreras Físicas.- Ejemplo: El Chinche del sorgo y millo la langosta del sorgo y maiz.
- b. Uso de cultivos trampa para manipular las poblaciones, como sucede en la alfalfa y el maiz con algodonero.
- c. Cultivos resistentes. Limita las poblaciones de la plaga para que pasen estas a cultivos susceptibles. Por ejemplo maiz resistente limita las poblaciones de bellotero en algodonero y soya. Plantas resistentes al chicharo limitan las poblaciones de áfidos en alfalfa.

Como componente de un sistema de manejo de plagas.

El uso de variedades resistentes es un componente principal del sistema de manejo de plagas. Una ilustración descriptiva se presentó usando algodonero sin nectararios, como un ejemplo de variedad resistente con otros factores de control.

Relación Insecto-Planta. Coevolución o Evolución subsecuente.

La coevolución es la teoría de la evolución que se acepta generalmente en la relación insecto-planta, que se supone es el resultado de una fuerte interacción evolutiva

entre plantas e insectos (ver cuadro adjunto).

Sin embargo, se puede observar que: 1) Los insectos son factores de selección muy importantes para las plantas en la naturaleza. 2) Las líneas evolutivas paralelas de plantas e insectos pueden ser el resultado de interacciones coevolutivas raras, mientras que muchas especies de insectos que están muy relacionadas taxonómicamente se alimentan de plantas que son muy diferentes en lo que se refiere a la taxonomía. 3) Una especie vegetal a menudo es atacada por varias especies de insectos muy relacionados los cuales no son los resultados de factores tróficos. 4) Las interacciones planta-insecto no son necesariamente antagónicas, los insectos oligófagos pueden idealmente regular la abundancia de sus plantas hospederas, mientras que la misma planta puede servir como guía para combinaciones específicas de factores ecológicos. Por lo tanto, la teoría de la evolución subsecuente propone lo siguiente: La evolución de las plantas con flores son el resultado de factores de selección (factores abióticos, interacciones suelo-plantas y factores bióticos, interacciones planta-planta, etc.) muchos mas potentes que el ataque de insectos, crearon la base trófica diversificada bioquímicamente para la evolución de ataques de insectos fitófagos. En otras palabras, el insecto se adapta al nicho ecológico disponible. Así la evolución de la planta desempeña un papel decisivo en la selección de nuevas formas de insectos sin efectos de selección recíprocos notables.

Como un ejemplo: se ha propuesto que el lúpulo silvestre (Humulus lupulus) y el cáñamo silvestre (Cannabis sativa v. spontanea) fueron las hospederas originales del barrenador europeo del maíz en Hungría, ya que estas especies son infestadas regularmente en la actualidad. Después del desarrollo agrícola en Hungría durante los últimos 300 años, el maíz, el sorgo, el cáñamo y el lúpulo cultivado se transformaron en los principales hospederos del barrenador del maíz, siendo por supuesto mas importante el maíz. Ninguno de estos cultivos son nativos, ya que el maíz es nativo de México.

Artemisia vulgaris, es la hospedera común en Francia, sin embargo, practicamente no es atacada por el barrenador en Hungría.

En pruebas de preferencia para oviposición llevadas a cabo con una raza univolutiva del barrenador del maíz, no hubo diferencias significativas entre maíz, cáñamo, Artemisia y la planta no hospedera Galinsapa parriflora. Una raza multivolutiva de Francia creada en cáñamo prefirió esta planta en lugar del sorgo, Panicum miliaceum, Artemisia y Maíz.

Las larvas del primer instar de la misma raza mostraron preferencia para el cáñamo y Artemisia en lugar de otras plantas. De este modo el comportamiento de las larvas para la selección de la planta hospedera parece estar relacionado con algunas características primitivas.

Un ejemplo existe en México. El barrenador de la caña de azúcar ataca a esta última, al maíz y al sorgo, mientras

que el barrenador neotropical del maiz ataca maiz. El barrenador del suroeste del maiz ataca principalmente maiz pero puede afectar sorgo. El barrenador neotropical del maiz es tan específico que en aquellas áreas donde se cultiva maiz, sorgo y caña de azúcar solamente se encuentra en maiz, aunque sus larvas se puedan desarrollar en caña de azúcar.

ADJUNTO I

Pepino progenitor
bi bi

Fuerte presión alimenticia del ácaro

Ocurre la mutación en el pepino progenitor
bi bi

La mutación ocurre en el progenitor de los coleópteros del pepino, los cuales permiten la roptura de cucurbitacinas

Disminución general

Fuerte selección para las plantas
Bi Plantas bi-resistentes a alimentadores generales.

Fuerte presión alimenticia de la plaga.

Fuerte presión de selección para cualquier mecanismo de defensa que reduzca la presión de la plaga.

Tabla I.- Categorías de factores que probablemente gobiernen el establecimiento de insectos sobre diferentes plantas en fases diferentes.

Fases de establecimiento	Tipos de respuestas de insectos a plantas	Características de la planta que afectan la respuesta de los insectos.
1	<p>ORIENTACION: Respuesta positiva (atracción) resultando en la llegada y establecimiento de los insectos sobre la planta. Respuesta negativa (repulsión) resultando en que los insectos eviten la planta.</p>	<p>Atracción determinada por diferentes características físicas (visuales, etc) y/o características químicas (contenido de agua, olor). El establecimiento y llegada de los insectos sobre diferentes plantas se puede deber a: a) su orientación como respuesta a estímulos ambientales debido a la vecindad de la planta. b) accidental sin orientación.</p> <p>Repelencia determinada por diferentes factores físicos y/o químicos.</p>
2	<p>ALIMENTACION: Resultando en la ingestión de alimentos</p>	<p>Ingestión determinada por diferentes factores físicos (visuales, mecánicos, etc.) y/o caracteres químicos (contenido de agua, olor, gusto).</p>
3	<p>METABOLISMO DEL ALIMENTO INGERIDO Incluye: a) Digestión/Absorción del alimento ingerido. b) Metabolismo intermedio resultando en la asimilación del alimento en los tejidos</p>	<p>Valor nutritivo, por ejemplo: disponibilidad de todos los nutrientes necesarios para todos los procesos metabólicos resultando en la asimilación: digestibilidad/absorción de constituyentes vegetales.</p> <p>Asimilación, por ejemplo: disponibilidad de los constituyentes alimenticios absorbidos para promover todos los procesos metabólicos satisfaciendo las necesidades de los insectos y ausencia de inhibidores metabólicos (toxinas).</p>
4.	<p>RESPUESTA - CRECIMIENTO</p>	<p>Digestibilidad determinando la ingestión cuantitativa de alimento y valor nutritivo determinando metabolismo del alimento ingerido.</p>
5	<p>SUPERVIVENCIA Y PRODUCCION DE HUEVOS FERTILES.</p>	
6	<p>OVIPOSICION</p>	<p>Disponibilidad de oviposición, también puede ser determinada por diferentes características físicas y/o químicas.</p>
7	<p>ECLOSION NORMAL DE LOS HUEVOS OVIPOSITADOS</p>	

Tabla II.- Rango e interacciones de estímulos sensoriales que determinan la selección por un insecto.

1. Estímulos de medio	Estos determinan la llegada de los insectos en la vecindad de las plantas, como por ejemplo la luz y la humedad.
a. Estímulos visuales	Las plantas y su medio atraen a los insectos a una distancia máxima.
b. Humedad del medio	Atraen a una distancia más corta.
c. Estímulos de olor y humedad	Atraen a la distancia más corta.
2. El contacto químico y los estímulos mecánicos determinan la alimentación u oviposición.	

RESISTENCIA DE PLANTAS A INSECTOS

TERMINOLOGIA

- I. La resistencia se relaciona con la interacción de la planta y el insecto.
 - A. Se debe de examinar o definir ya sea de uno o de ambos puntos de vista.
Ejemplos:
 - a. Antibiósis - Efecto de la planta sobre el insecto
 - b. Tolerancia - Efecto del insecto sobre la planta
- II. La resistencia es relativa.
 - A. La resistencia se define solamente en términos de otras variedades mas susceptibles.
 - B. Sin una variedad "standard" para comparar con material de prueba es casi imposible establecer si una variedad vegetal contiene resistencia.
- III. La resistencia se define:
 - A. La cantidad relativa de cualidades hereditarias que posee una planta y que mediante ellas afecta el último grado de daño producido por el insecto.
- IV. Inmunidad de la planta.
 - A. Es aquella variedad o planta en donde un insecto específico nunca consume o daña bajo cualquier condición conocida.

- B. Es una condición extremadamente rara, el término no es usado ligeramente.
- C. Si el término es usado es para calificar o explicar las condiciones.

V. Resistencia moderada. Nivel intermedio de resistencia.

- A. Es regido por genes que bajo ciertas condiciones ambientales causan la expresión de factores de resistencia.
- B. El tipo más común de resistencia usado.
- C. Ejemplos de fuentes de resistencia moderada.
 - 1. Trigo Pawnee - Mosca "Hessian"
 - 2. Trigo Dickinson - Chinche verde
 - 3. Alfalfa Cody - Afido manchado de la alfalfa.
- D. Ejemplos de resistencia moderada en "C" en donde se produce el abatimiento en cada generación de la densidad de población a niveles que no son de importancia económica, son muy importantes.

VI. Pseudoresistencia - Falsa resistencia

- A. Se define como resistencia aparente que resulta como caracter transitorio en plantas hospederas potencialmente susceptibles.
- B. Existen tres tipos de pseudoresistencia:
 - 1. Evasión de la planta hospedera.-Donde la planta puede evadir el ataque del insecto pasando rápidamente por la etapa susceptible o mediante una maduración temprana.

Ejemplos:

- Los primeros trabajos desarrollados en fitomejoramiento para variedades de algodónero de maduración temprana para el control de Anthonomus grandis.

- Fechas de siembra para el gusano rosado y para la mosca "Hessian" determinadas para que el cultivo escape al período de mayor emergencia de insectos y de este modo se limita el período de tiempo durante el cual la planta puede ser infestada por la plaga.

2. Resistencia inducida.-

a. Resistencia temporal que resulta por alguna condición de la planta o del medio ambiente.

b. Puede resultar de:

1) Variación de la humedad. Puede afectar el daño producido por insectos picadores, chupadores, como por ejemplo los áfidos.

2) Cambios en la fertilidad del suelo. Un buen ejemplo se presenta con los ácaros. Las plantas sanas y vigorosas a menudo soportan infestaciones mejor que aquellas que no están bien fertilizadas.

3) Temperatura. La temperatura extrema, ya sea alta o baja puede afectar la capacidad de reparación y expresión del daño en la planta.

3. Escape.-

- a. Puede haber ausencia de infestación o daño debido a circunstancias transitorias, como por ejemplo, una infestación incompleta.

C. No se puede ignorar la pseudoresistencia.

1. Se debe determinar a partir de la verdadera resistencia mediante investigación.
2. Incluye tiempo y esfuerzo pero no incluye repetición del procedimiento.

LAS FUNCIONES DE LA INTRODUCCION EN EL FITOMEJORAMIENTO

I. Principales centros de origen de plantas cultivadas.

A. China Central y Occidental.

"Trigo Buck", soya, tres especies de millo un número de leguminosas, peras, manzanas, ciruelas, cereza y cítricos.

B. Asia Suroriental.

Arroz, caña de azúcar, numerosas leguminosas, muchas frutas tropicales (plátano, mango, cítricos), orquídeas, yute, algodón asiático, ajonjolí, millo y diferentes palmas.

C. Asia Central.

Trigo común, trigo club, trigo shot, chicharo, lenteja, frijol, garbanzo, algodón asiático, lino, cáñamo y la nuez pistache.

D. Oriente.

Trigo (9 especies), arroz, vid, granada, pera, cereza, membrillo, almendra, higo, alfalfa, trebol de Persia, y algarrobo.

E. Zona del Mediterraneo.

Lino, cebada, frijol, garbanzo de semilla grande en comparación con la semilla pequeña de Asia (origen primario).

F. Abicinia.

Trigo y cebada.

G. América Central y México.

Maiz, especies americanas de frijol, calabaza, pimienta, algodón de tierras altas y un número de frutas.

H. América del Sur.

1. Perú, Bolivia, Ecuador, y Colombia - muchas plantas con tuberculo, incluyendo varias especies de papa blanca.

2. Isla de Chiloe - papa irlandesa.

3. Peru - maiz, tomate, frijol lima, cacahuete y piña.

II. Cultivos derivados de plantas herbáceas.

III. Importancias de los centros de origen.

IV. Trabajo de introducción de especies vegetales.

V. Exploración e introducción de la planta por el Depto. de Agricultura.

A. Cuatro estaciones regionales de introducción.

1. Noroeste - Génova, Nueva York.
2. Sureste - Experimento Georgia.
3. Norte Central - Ames, Iowa
4. Oeste - Pullman, Washington.

VI. Funciones de las estaciones regionales de introducción.

- A. Reunir las solicitudes para introducir material vegetal.
- B. Circular nuevos inventarios especiales.
- C. Tener listas disponibles de material e inventario de los investigadores en cada especialidad.
- D. Evaluar de una forma preliminar todas las introducciones.
- E. Tener los resultados de las evaluaciones disponibles a todos los fitomejoradores interesados.
- F. Organizar el incremento y/o propagación de todo el material en la región y repartirlo a los fitomejoradores en el futuro.

RESISTENCIA DE LA PLANTA HOSPEDERA

- I. Relación de las variedades resistentes con otras fases de la entomología.

A. Relaciones de las variedades resistentes y los ni
veles de población de los insectos.

1. La variación de los cultivos puede producir
grandes efectos sobre la fe .

- a) El uso de cultivos resistentes que sirvan como barreras para prevenir el movimiento de los insectos hacia cultivos susceptibles; por ejemplo en el caso de la chinche se usa un campo cultivado de Millo susceptible rodeado de diferentes hileras de sorgo Atlas resistente.
 - b) El uso de hospederas alternantes de picudo limitan las poblaciones en los cultivos, por ejemplo cultivos trampa, siembra de cultivos susceptibles que atraigan a los adultos para la oviposición.
 - c) El uso y relación de diferentes cultivos a la langosta, particularmente Melanoplus differentialis, se usa sembrar en la periferia de los campos de maiz unas hileras de sorgo.
- B. La relación que existe del uso de variedades resistentes y el uso de control biológico mediante predadores y parásitos, pueden ser de una o más de las siguientes maneras:
1. Reducción general en los niveles de población de los predadores o parásitos de las plantas hospederas por la acción de variedades resistentes

tes; esto puede dificultar que el parásito o predator encuentre suficiente cantidad de insectos-plaga para su propio mantenimiento.

2. La fisiología o nutrición de los parásitos de la plaga se puede afectar por las variedades resistentes, presentándose condiciones defavorables para su establecimiento, produciéndose insectos débiles, pequeños, etc.
3. El efecto de las plantas resistentes sobre el insecto-plaga puede repercutir en su reproducción, tamaño y sexo de los insectos parásitos o predadores.
4. Las plantas resistentes pueden limitar las fuentes alternantes de alimento o humedad para los predadores y parásitos, por ejemplo quitando los nectarios se proporciona resistencia a ciertos lepidópteros y hemipteros, pero también estas fuentes son usadas por ciertos predadores como algunas especies de Chrysopa, Coccinelidos y algunas avispas parásitas, como fuentes alimenticias alternantes cuando otra fuente de humedad o de alimento no está disponible.

Debido a lo anterior, es difícil predecir con cierto grado de exactitud, las relaciones que se pueden presentar entre las plantas resistentes y los insectos parásitos y predadores de

una liberación en variedades resistentes, Esto se debe de probar antes de efectuar una liberación de parásitos o predadores.

C. Relación del uso de variedades resistentes y el control químico.

1. Existen pruebas considerables que demuestran una relación muy directa entre el alimento de los insectos y la eficiencia de ciertos insecticidas para matar los insectos.

a) Las larvas de mosquito varían desde una susceptibilidad completa a una resistencia completa de rotenona a nicotina, dependiendo de la dieta previa. Este tipo de relaciones también se presenta con algunos de los hidrocarburos clorados.

b) Se han registrado variaciones en la susceptibilidad del ácaro rojo a diferentes insecticidas dependiendo del huésped que le haya servido de alimento previamente.

c) Se presentó mayor mortalidad del coccido Epidiaspis leperii después de aplicar tres diferentes insecticidas, cuando la plaga se cultivó en durazno y no en pera.

d) El porcentaje de mortalidad producido por ciertos compuestos de arsénico en insectos defoliadores parece ser que varía desde cero

a 98% dependiendo de la dieta previa al tratamiento.

e) En el caso de la mosca casera, la mortalidad después del tratamiento con Piretrum y DDT varía también dependiendo de la dieta previa.

f) Las chicharritas (altatrizas) de la papa son más fácilmente controladas en papa que resiste a chicharritas que en variedades que son susceptibles.

2. Los ejemplos mencionados sugieren que la combinación del control químico con el uso de variedades resistentes puede ser altamente efectiva, cuando un método solo no produce control satisfactorio.

3. El control obtenido por la combinación del químico y las variedades resistentes puede resultar de la interacción de los dos o de algún efecto directo de las variedades resistentes en la fisiología del insecto, haciéndolo más sensible al insecticida.

I. Sumario de Conceptos Importantes.

A. La resistencia se presenta como una diferencia entre las especies y la variación de las plantas. La resistencia es relativa.

- B. Los grados que existen de diferencia son muy amplios y van desde donde se pueden medir solamente en buenas pruebas críticas hasta donde se aproxima a la inmunidad.
- C. La resistencia en el campo se puede medir de tres formas:
 1. Diferencias en el daño que se produce a la planta.
 2. Diferencia en el número de plantas vivas, puede o no afectar la calidad o producción.
 3. Número de insectos presentes.
- D. Las diferencias se presentan tanto en las especies cultivadas como en especies silvestres.
- E. Hay diferencias en resistencia a insectos con hábitos alimenticios muy amplios y también con hábitos alimenticios restringidos. Por ejemplo: gusano bellotero polífago; la mosca Hessian - oligofago; áfidos - oligófago.
- F. Los mecanismos de resistencia parecen ser muy diversos, igual que la alta diversidad específica de los insectos.
- G. La resistencia se puede usar como una herramienta para saber mas acerca del insecto y la fisiología de la planta, comportamiento del insecto, etc.
- H. La resistencia se puede usar por los Agrónomos para determinar la combinación de semillas.
- I. La resistencia se puede comparar solamente bajo con-

diciones ambientales semejantes. Los biotipos y razas de los insectos son parte del medio ambiente. Por ejemplo la resistencia de alfalfa al áfido manchado y al áfido de la lenteja es mayor conforme aumenta la temperatura. Sucede todo lo contrario en el caso del pulgón del trigo y la cebada *Schizaphis graminum*.

- J. Dos formas básicas para aumentar la resistencia:
 1. Combinando los componentes de resistencia - Dos o más fuentes diferentes.
 2. Adicionando genes que son resistentes bajo diferentes condiciones.

II. Casos principales en donde la preferencia es la base de la resistencia o una de las bases de la resistencia.

- A. Mosca Hessian del trigo.
- B. Langosta en maiz.
- C. Afidos en maiz.
- D. Barrenador europeo del maiz en maiz.
- E. Gusano bellotero del algodón.
- F. Picudo del algodón.
- G. Chicharritas (Empoasca fabae) en papa.
- H. El escarabajo colorado de la papa, en papa.
- I. Phyllotreta sp. en papa.
- J. Afidos en papa.
- K. Palomilla Glyohipteryx fischeriella Zell en pastos de jardín.

- L. Mosca fit en avena.
- M. Chicharritas de la caña de azúcar en caña de azúcar.
- N. Chicharritas en ciertas leguminosas.
- O. El barrenador (Diatraea sp.) en caña de azúcar.
- P. Trips en cacao.
- Q. La conchuela del frijol, entre variedades de frijol.
- R. Chicharritas en algodón.

III. Antibiosis.- Esta forma de resistencia es la más deseable porque posiblemente es la más permanente.

- A. Efectos de la antibiosis sobre el insecto y sobre su ciclo biológico.
 1. Muerte de larvas jóvenes, ninfas o huevos.
 2. Duración anormal de la vida.
 3. Muerte inmediatamente antes de llegar al estado adulto. Generalmente en el primer instante.
 4. Hábitos y fisiología aberrantes.
 5. Bajas reservas alimenticias, incapacidad para hibernar.
 6. Bajo peso, tamaño pequeño.
 7. Baja fecundidad.
 8. Debilidad.
 9. Baja fertilidad.
 10. Adultos anormales.

- B. Posibles explicaciones fisiológicas de antibiósisis.
1. Efectos deletorios de sustancias químicas específicas.
 2. Ausencia de materiales alimenticios específicos, por ejemplo: carotenos.
 3. Diferencias en la cantidad de alimento disponible por ejemplo: en la mosca sierra del trigo, trigo con tallo sólido contra trigo normal. La larva es incapaz de usar el centro del tallo para alimentarse y hace túneles para alimentarse cerca de los vasos.
 4. El material alimenticio presente pero por alguna razón no disponible.
- IV. Algunos ejemplos de resistencia hereditaria como resultado de antibiósisis.
- A. Resistencia al áfido algodonero (pulgón lanífero) de la manzana. La condición heterocigota en las variedades "Northern Spy" and "Winter Majetin", conocida por más de cien años. Algunas cruces entre plantas susceptibles dieron lugar a un número pequeño de progenie altamente resistente, indicando la presencia de genes recesivos para resistencia.
- B. Phylloxera vitifoliae. Más de un factor genético involucrados en vide resistentes.
- C. La variedad Lloyd George de frambuesa rojo resis-

tente a áfidos, llevados o más factores genéticos para resistencia, dos de ellos en condiciones heterocigóticas.

- D. Resistencia de sorgo a áfidos.- La resistencia se hereda como un carácter dominante en la generación F_1 , lo cual indica un factor genético acumulativo y complementario para resistencia. Tanto la preferencia como la tolerancia y la antibiósisis, están involucradas en este caso.
- E. Siete o más pares de factores genéticos diferentes, están involucrados en el caso de resistencia de trigo a la mosca Hessian. Algunos son recesivos y otros dominantes. El grado de efectos de las plantas que poseen estos genes va desde algunas que son efectivas contra solo una parte de la población del insecto hasta una combinación de dos pares de genes que totalmente evitan el crecimiento de las larvas de la mosca bajo todas las condiciones probadas.
- F. Para otros ejemplos se recomienda leer la parte que se refiere a la herencia de la resistencia a insectos en plantas cultivadas.

V. Algunos ejemplos de antibiósisis como un factor de resistencia.

- A. Entre la especie de planta hospedera y el insecto involucrado:

1. Grillos Melanoplus differentialis.
 2. El gusano cortador del oeste, Agrotis orthogomia.
 3. Gusano bellotero del algodnero, Heliothis armigera.
 4. Afidos, Toxoptera graminum.
 5. Filoxera de la vid, Phylloxera vitifoliae.
 6. El escarabajo colorado de la papa, Leptinotarsa
 7. Picudo del algodnero, Anthonomus grandis.
- B. Entre variedades de una sola especie vegetal, involucran los siguientes insectos:
1. Pulgón lanígero de la manzana, Eriosoma lanigerum.
 2. El áfido de la uva espina Kakimia Houghttonensis.
 3. El áfido de la frambuesa, Amphorophora rubi.
 4. El áfido de la habichuela, Macrosimhum pisi, en la alfalfa y la habichuela.
 5. La chinche del sorgo Blissus leucopterus.
 6. La mosca Hessian del trigo Phytophaga destructor
 7. El áfido del frijol Aphis rumicus.
 8. El áfido del melón Aphis gossypii.
 9. El trip del cacao sobre cacao Selenothrips rubrocinctus.
 10. El barrenador de la caña de azúcar Diatraea sacharalis.
 11. El picudo del frijol Acanthoscelides obtectus.
 12. El picudo del garbanzo Callosobruchus maculatus.

13. El barrenador europeo del maiz Pyrausta nubilalis.
14. El escarabajo del maiz Diabrotica Duodecipunctata.
15. El gusano bellotero del maiz en maiz y en algodón Heliothis zea.
16. La chicharrita de la papa en papa Empoasca Fabae.
17. La mosca sierra del trigo, en trigo y cebada Cephus cinctus.
18. El áfido manchado del alfalfa sobre alfalfa.