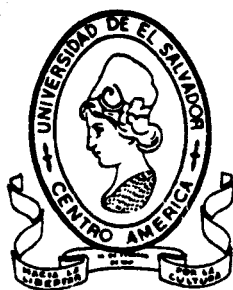


UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL



TRABAJO DE GRADUACION

**"ESTUDIO DE ANTIBIOSIS Y ANTIXENOSIS, COMO CAUSAS
DE RESISTENCIA DE DOS GENOTIPOS DE FRIJOL
COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.) AL PICUDO
DE LA VAINA (*Apion godmani* W.)"**

PRESENTADO POR:

FRANCO LANDAVERDE, ENRIQUE SALVADOR

HERNANDEZ, ADAN

RIVERA RIVAS, RAUL

**PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO**

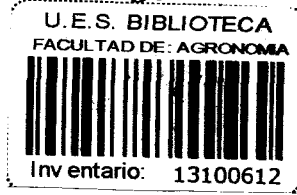
MAYO DE 1989

SAN SALVADOR,

EL SALVADOR,

CENTRO AMERICA.

12318
F825



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : LIC. LUIS ARGUETA ANTILLON

SECRETARIO GENERAL: ING. RENE MAURICIO MEJIA MENDEZ

d/ admón Académica fac. CC. Aa. 09-06-89

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. HECTOR ARMANDO MARROQUIN AREVALO

SECRETARIO : ING. AGR. JORGE ALBERTO ULLOA

DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL

JEFE DE DEPARTAMENTO :

ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ
MORAN

ASESOR :

ING. AGR. LEOPOLDO SERRANO CREVAN
TES

JURADO CALIFICADOR :

ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ
MORAN

ING. AGR. JOSE ENRIQUE MANCIA CAL-
DERON

ING. AGR. JOSE LUIS OLIVA GARCIA

AGRADECIMIENTOS

- Los autores del presente trabajo desean expresar sus sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones :
- Al Ing. Agr. Leopoldo Serrano Cervantes, asesor de nuestro trabajo, por su valiosa e incondicional ayuda.
- A la Junta Directiva de la Cooperativa de la Hacienda Copapayo, por habernos proporcionado el acceso a sus cam--pos sin ningún interés.
- Al Ing. Agr. Enrique Mancía, Jefe del Proyecto de Manejo Integrado de Apion godmani de CENTA, por habernos proporcionado insumos para realizar este trabajo.
- Al Ing. Silvio Hugo Orozco, representante de CIAT en Centro América, por habernos proporcionado literatura afín a nuestro tema.
- Al personal que labora en el Departamento de Protección Vegetal, por habernos concedido acceso a los Laboratorios, sin ningún restringimiento.
- A la señora Marina del Carmen Rodríguez, por su eficiente colaboración en el mecanografiado del Seminario de Graduación.
- A los docentes que laboran en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, por forjar nuestra preparación profesional en las Ciencias Agrícolas.

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :
Que con su voluntad me ha permitido existir y obrar para logro de mi ideal.

- A MIS PADRES :
Antonio Franco
Lorenza Landaverde
Que me guiaron por el camino del saber.

- A MI HERMANO :
Miguel Angel Franco
De manera especial con cariño y aprecio que con su abnegación y sacrificio hizo posible la culminación de mi meta.

- A MI CUÑADA
Alma
con afecto

- A MIS SOBRINOS :
Edwin
Wilian
Wilson

- A MIS FAMILIARES, COMPAÑEROS Y AMIGOS.

- A MI PATRIA, EL SALVADOR.

ENRIQUE SALVADOR FRANCO

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :
Por permitirme vivir y proporcionarme sabiduría y alcanzar mis metas.

- A MI MADRE :
Margarita Hernández
A quien jamás podre pagar toda su abnegación y sacrificio para culminación de mi carrera, para ella, con mucho cariño.

- A MIS HERMANOS :
Amilcar
Aldo
Gersón
A quienes quiero mucho

- A DON ORLANDO :
Por haberme proporcionado su ayuda cuando más la necesitaba, y siempre lo recuerdo.

- A MIS COMPAÑEROS DE SEMINARIO :
Raúl y Franco
Por todo lo compartido.

- A LOS CAMPESINOS SALVADOREÑOS, QUIENES CADA AÑO TRABAJAN LOS CAMPOS PARA PROPORCIONAR ALIMENTO A TODA LA POBLACION Y AL IGUAL QUE TODOS NOSOTROS ESPERAN QUE ALGUN DIAS HAYA PAZ EN EL SALVADOR.

ADAN HERNANDEZ

-

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :

Que con su sabiduría guió mi camino e iluminó mi mente pa
ra el logro de mi ideal.

- A MIS PADRES :

Raúl Rivas

Evangelina Rivera

Quienes con su abnegación y sacrificio hicieron posible la
culminación de mi meta.

- A MI ABUELA :

Josefina Barillas

Con mucho cariño por el apoyo que siempre me brindó.

- A MI ESPOSA :

Concepción Rosales

Con mucho amor por la comprensión y apoyo que siempre me -
brindó.

- A MI HIJO

JUAN RAUL ERNESTO

Con todo mi amor

- A MIS FAMILIARES Y AMIGOS :

Con especial afecto por sentir la alegría de mi triunfo.

RAUL RIVERA RIVAS

R E S U M E N

Este trabajo se realizó para aportar un avance en los estudios de mejoramiento genético, mediante la identificación de antibiosis y antixenosis como mecanismos de resistencia presentes en Phaseolus vulgaris, L. a Apion godmani W.; una de las principales plagas del frijol común en El Salvador.

El trabajo fue iniciado en el mes de septiembre de 1988 en la Hacienda Copapayo, Departamento de Sonsonate, localidad donde no fue posible obtener datos finales debido a que no se detectó la presencia de A. godmani en la zona, en todo el período del cultivo. Por esta razón se reinició este estudio dentro de la ciudad Universitaria, constando de una fase de campo, una fase de laboratorio y una fase de invernadero. En la fase de campo la metodología utilizada fue la que básicamente propone CIAT para similares trabajos, el ensayo se instaló de la siguiente manera: Se utilizó un área de 90 mts² en donde se estableció un monocultivo de frijol; utilizando dos genotipos APN-83 (resistente) y rojo de seda (susceptible), sembrados en surcos alternos para uniformizar la infestación y debido a que el área no es de manejo tradicional como área frijolera se provocó la presencia de A. godmani mediante la liberación de 40 adultos al inicio de la floración del cultivo. Diez días después de la liberación se inició el

estudio colectando 72 vainas diarias de la parcela, 36 de la variedad APN-83 y 36 de la variedad rojo de seda, estas vainas fueron trasladadas al laboratorio para ser observadas al microscopio estereoscópico en la fase de laboratorio se hicieron varias actividades:

- a) Manipulación de especímenes adultos para conocer conducta y hábitos; b) Revisión diaria de las vainas colectadas de la parcela, la cual consistía en hacer conteo de cada vaina de presemilla de huevos, larvas vivas, larvas muertas, prepupas, pupas y adultos, c) determinación del contenido de fibra en vainas de las dos variedades; -
- d) evaluación del nivel de daño, e) rendimiento de grano
- f) Medición de capsulas cefálicas para determinar estadios larvales, g) ordenamiento y revisión de datos. En la fase de invernadero se instaló una prueba para evaluar resistencia bajo condiciones de no escogencia, con el propósito de estudiar la posibilidad de antixenosis; para lo cual se emplearon para ello 6 jaulas, en 3 de ellas se colocaron plantas de la variedad de la variedad Rojo de Seda, posteriormente se infestaron al liberar 6 parejas de picudos por jaula. - De esta prueba se determinó que del total de daños por alimentación y de organismos encontrados, se concentraron en mayor cantidad en la variedad Rojo de Seda, indicando así la no preferencia (antixenosis) por la vaina APN-83, lo -- cual posiblemente se relacione con el contenido de fibra - en las vainas de dicha línea. En base a la mortalidad de larvas encontradas en APN-83 (94.6%) existe la posibilidad de antibiosis, debido a que no se determina si la muerte -

de estas se debía a la falta de alimentación o a la infestación de algún compuesto dañino presente en los tejidos - de las vainas de este genotipo.

CONTENIDO

	página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Importancia económica	6
2.3 Distribución geográfica	8
2.4 Taxonomía	9
2.5 Biología, hábitos y daño de <u>Apion godmani</u> .	10
2.6 Relación insecto planta	14
2.7 Concepto de resistencia y anotaciones histó- ricas de la evolución del concepto	24
2.8 Tipos y mecanismos de resistencia de plan- tas a insectos.....	25
2.9 Ventajas de la resistencia genética	34
2.10 Formas y modalidades de investigación de re- sistencia a plagas de vegetales	36
2.11 Estabilidad de resistencia: Factores que -- pueden modificarla	40
2.12 Ejemplos de resistencia vegetal contra pla- gas tipo "picudo" (Coleoptera : Curculioni- dae)	41
2.13 Avances en la investigación de resistencia vegetal en frijol común contra <u>Apion godma- ni</u>	44

2.14	Problemática para el control del picudo de la vaina del frijol común, su relación con el uso de la resistencia varietal contra - tal plaga (<u>Apion godmani</u>)	50
3.	METODOLOGIA	56
3.1	Fase de campo	56
3.2	Fase de laboratorio	63
3.3	Fase de invernadero	65
4.	RESULTADOS	68
4.1	Fase campo	68
4.2	Fase laboratorio	70
4.2.1	Manipuleo de especímenes	70
4.2.2	Revisión diaria de vainas obtenidas de la parcela de campo	70
4.2.2.1	Recuento de huevos	71
4.2.2.2	Recuento de larvas hasta pupas.....	72
4.2.2.3	Distribución relativa de la población de <u>Apion godmani</u> encontrada en las vainas ..	74
4.2.3	Contenido de fibra en vainas de frijol común en la variedad Rojo de Seda y Línea APN-83	75

	página
4.2.4 Evaluación del nivel de daño	77
4.2.5 Rendimiento de grano	78
4.3 Fase de invernadero	79
5. CONCLUSIONES	91
6. RECOMENDACIONES	92
7. BIBLIOGRAFIA	94
8. ANEXOS	102

INDICE DE CUADROS

CUADRO		página
1	Población de <u>Apion godmani</u> por repetición - en vaina de genotipo de frijol común, durante 15 días de observación de muestras de -- vainas de diferentes tamaños bajo condiciones de infestación controlada en parcela -- con hileras alternas (90 m ²). San Salvador, Ciudad Universitaria, enero de 1989	82
2	Población de <u>Apion godmani</u> registrada en vainas de dos genotipos de frijol común, durante 15 días de observación de muestras de vainas de diferentes tamaños bajo condiciones - de infestación controlada en parcelas con hileras alternas (90 m ²). San Salvador, Ciudad Universitaria, enero de 1989.....	83
3	Distribución porcentual de las fases inmaduras de la población <u>Apion godmani</u> en diferentes tamaños de vaina, en la variedad Rojo de Seda	84
4	Distribución porcentual de las fases de inmaduros de la población de <u>Apion godmani</u> en diferentes tamaños de vaina de la variedad --- APN-83	84

5	Comparación del porcentaje de fibra en APN-83, y Rojo de Seda por el método de Van Soest	85
6	Porcentaje de vainas por tamaño encontrados en el invernadero durante el día de la evaluación para los dos genotipos de frijol común en base al tamaño de vaina	86
7	Porcentaje de daño evaluado en base a 30 vainas de la variedad Rojo de Seda y en la línea APN-83 de frijol común	87
8	Porcentaje de daño evaluado en base a 10 plantas de la variedad Rojo de Seda, y en la línea APN-83 de frijol común	87
9	Rendimiento por repetición de Rojo de Seda (Var.) y la Línea APN-83 en kg/Ha	88
10	Registro de alimentación. huevos, larvas de <u>Apion godmani</u> encontradas en invernadero en la variedad Rojo de Seda el 19 de noviembre de 1988	89
11	Registro de alimentación de <u>Apion godmani</u> encontradas en invernadero en la variedad APN-83	90

1. INTRODUCCION

El frijol común (Phaseolus vulgaris), es parte de la dieta básica de los pueblos de Centro América y México, tanto de la población rural como urbana.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (18), reporta que en El Salvador existe una deficiencia protéica debido al costo elevado que tienen las proteínas de origen animal y que las familias de escasos recursos económicos no las pueden adquirir. Una alternativa para proporcionar proteína a bajo costo es por medio del consumo de frijol, ya que éste cuenta con un 22% de proteína.

En El Salvador, la producción de frijol se ha visto afectada en los últimos tres años debido a diversos factores, tales como: sequías, ataque de plagas y enfermedades.

Apion godmani es una de las plagas insectíbles más importantes debido a que su daño de oviposición lo hace directo a la vaina y por ende daña los granos en formación causando pérdidas severas al rendimiento del cultivo.

Mancia (33), reporta que este insecto ha causado pérdidas a la producción en El Salvador hasta del 94%, y que esta plaga se encuentra distribuída en la mayoría de las zonas frijoleras, causando considerables pérdidas a los agricultores.

Se estima que una de las formas de enfrentar el problema de A. godmani es a través de la búsqueda de genotipos con características de resistencia.

Garza (22), reporta que como parte de un manejo integrado de plagas insectibles, se han realizado y se están realizando experimentos para detectar materiales de frijol que tengan la característica de resistencia al ataque del picudo del ejote Apion spp.; pero estas investigaciones no se han identificado cuales son los mecanismos de resistencia que están presentes en los materiales seleccionados, lo cual es importante para asegurarnos de que la reacción obtenida de estas fuentes de resistencia es de origen genético.

Garza (23), reporta que los trabajos de este tipo son resistentes y fué hasta en el año de 1988 que se iniciaron los estudios de mecanismos de resistencia en Honduras y México. En Honduras se encontró que las variedades APN-83 y APN-84, presentaron indicios del mecanismo de resistencia denominado antibiosis. En México se encontró que la variedad Amarillo 154 presenta el mecanismo de resistencia denominado antixenosis morfológica.

Por los motivos anteriores, un objetivo principal del presente trabajo es aportar algunas experiencias en El Salvador, relacionadas con el entendimiento de los mecanismos de resistencia denominados antibiosis y antixenosis empleando los genotipos de frijol común, Rojo de Seda y la Línea APN-83 para este estudio inicial.

Al identificar y reconocer los mecanismos de resistencia que poseen los materiales en estudio se estaría contribuyendo al mejoramiento del frijol en El Salvador, ya que

se podrá disponer de un mejor entendimiento del fenómeno de resistencia A. godmani en determinados genotipos, especialmente en lo referente a criterios de evaluación de genoplasma y en el manejo de cruces programados en el futuro.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

Hallman, Beebe y Salguero (25), mencionan que los primeros estudios para buscar resistencia al picudo de la vaina en variedades comerciales de frijol se realizaron en México en el año de 1952. Cuando se hicieron cruces entre 24 variedades, de los cuales se obtuvieron algunas líneas tales como: Pinto 168, Pinto 162, Negro 151 y Amarillo 154, a las que comprobó alta resistencia a la plaga; y que en Guatemala en el año de 1977, Yoshii, evaluó entre 154, 561 líneas de frijol en las que se encontró gran variabilidad en cuanto a resistencia a A. godmani Wagner.

Phillips y Peairs, citados por Salguero (42), en el año de 1980 en Honduras estudiaron la reacción de 12 variedades de frijol común ante A. godmani; observaron que el porcentaje de semilla dañada varió de 6 - 37%. Estos autores señalan también que Mancía en El Salvador, inició en el año de 1966 realizó trabajos de investigación tendientes a buscar resistencia varietal al picudo, evaluó más de dos mil líneas y como resultados llegó a identificar once accesiones altamente resistentes a la plaga.

A partir de 1979 el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT (9 y 10), amplió trabajos en resistencia varietal de frijol a A. godmani. Hallman, Beebe y Salguero

(25), comentan que hasta el año de 1985 no se habían estudiado mecanismos de resistencia.

Garza (23), cita que en el año de 1988 realizaron investigaciones en México y Honduras para determinar los posibles mecanismos de resistencia de cultivares de frijol común ante el picudo de la vaina A. godmani.

2.2 Importancia económica

El frijol común (Phaseolus vulgaris) es, entre las leguminosas de grano alimenticios, la especie más importante para el consumo humano en Centro América. Según datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador (19), su contenido protéico es de 22% y se estima una producción nacional arriba de 900 ton./año.

La producción de frijol es afectada por muchos organismos fitopatógenos como las plagas insectiles; siendo las pérdidas ocasionadas por los insectos grandemente variables dentro y entre regiones; por ejemplo, Ruppel e Idrobo, citados por Schoonhoven y Cardona (43), registraron un total de 208 especies de insectos que atacan el frijol, mientras que Mancía y Cortés también citados por los autores anteriores mencionan más de 400 especies asociadas con el frijol. Miranda citado por los mismos autores, encontró que las pérdidas causadas por insectos varían del 33% al 83%. Bennefil, citado por los autores mencionados, considera que existen aproximadamente 15 especies de insectos de gran importancia económica en América Central, entre las que se encuentra Apion godmani, conocido como el picudo de la vaina del frijol.

El CIAT (12), indica que las poblaciones de A. godmani se concentran en ciertas áreas donde la plaga adquiere importancia económica; otras áreas en cambio se mantienen libre de ella.

El picudo adulto causa ciertos daños al follaje, las flores y las vainas recién formadas, pero sin efectos económicos aparentes. El daño principal es el que efectúa la larva al grano de frijol en formación y ocasiona pérdidas fácilmente evaluables. Las pérdidas varían de un año a otro y de una zona a otra. En México se registran pérdidas promedio - hasta un 50% y en Nicaragua un 30%. CIAT (12), también señala pérdidas económicas de 13% de promedio en Honduras, Guatemala y El Salvador. Salguero (42), cita que las pérdidas en rendimiento generalmente oscilan entre el 10% y 20% y que -- eventualmente puede llegar hasta 90%. En El Salvador durante 1972 y 1973 Mancía (33), encontró que este insecto en poblaciones correspondientes a una infestación del 40% de daño produjeron una pérdida de rendimiento de 663.88 kg/Ha, que -- representó una cantidad de 436.43 Colones por hectárea. (En la fecha de la investigación citada, el cambio de esa moneda con respecto al Dólar era de 2.5:1; nota del autor.)

Deras, citado por Salguero (42), afirma que esta plaga en El Salvador puede reducir los rendimientos hasta un 90%, y Mancía, citado por el mismo autor opina que el rendimiento es reducido entre 5% y 94%, lo que implica un deterioro en calidad y cantidad de la cosecha.

En El Salvador el frijol es producido en su mayoría principalmente en pequeñas parcelas, cuyos propietarios tienen -- ingresos económicos muy limitados, lo que no les permite hacer un uso programado de pesticidas, lo cual a su vez evita

riegos constantes que llevarían a desestabilizar las poblaciones de varias especies de insectos asociados al cultivo.

Sin embargo, en vista del problema de la plaga en mención, el agricultor muchas veces se ve obligado a aplicar químicos como medida de control más eficaz en la actualidad acarreado con ello una serie de riesgos agrosocioecológicos y aumento en los costos, produciendo mayores precios de compra por parte de la población que consume frijol.

2.3 Distribución geográfica

Salguero (42), afirma que Wagner fué quién determinó que la especie A. godmani es la causante de pérdidas considerables en frijoles distribuidos desde México, hasta Nicaragua, Mackelvey, en 1951; citado por Salguero citado por el autor anterior, afirma que la especie A. godmani se encuentra en zonas de media altura y que otra especie congénera, también dañina al frijol: En A. aurichalceum, se encuentra en zonas altas arriba de 1000 msnm.

CIAT (12), ha determinado que en México, las zonas donde se encuentra más ampliamente distribuido son: Oaxaca, Durango, Puebla y Chiapas; sin que se presente en las zonas costeras bajas del Atlántico y del Pacífico. En Guatemala está presente en las principales zonas frijoleras constituidas por los altiplanos surorientales y centrooccidentales; también es común en El Salvador, en los Departamentos de Ahua

chapán y Santa Ana, limítrofes con Guatemala.

En Honduras en área de mayor ocurrencia del picudo es el altiplano (Danlí), pero también se encuentra en la mayoría de zonas frijoleras. En Nicaragua las mayores poblaciones se presentan en la zona de Nueva Segovia (frontera con Honduras), pero ocurre también en los departamentos de Matagalpa, Jinotega y Estelí.

Díaz (15), reafirma lo dicho por Salguero en relación a que la especie de más amplia distribución en Centro América y México es A. godmani, causando pérdidas importantes en las principales zonas frijoleras de estos países. A. aurichelceum es la segunda especie en importancia y su presencia se limita a las zonas altas de Guatemala y México en lotes ubicados por encima de los 1500 msnm.

Mancia, citado por Díaz (15), determinó que A. godmani está distribuido en todas las zonas frijoleras en El Salvador; pero no se considera un problema en todas las regiones y que en los departamentos que ha causado más daños son: Ahuachapán, Santa Ana y La Libertad, los menos son: Cuscatlán, Cabañas, Chalatenango y San Salvador; los departamentos con porcentaje medio de daño son; San Vicente y Sonsonate.

2.4 Taxonomía.

Mancia (32), resume la clasificación taxonómica de Apion godmani así:

Reino	:	Animal
Phylum	:	Arthropoda
Sub-Phylum	:	Antennata
Clase	:	Insecta
Sub-clase	:	Pterygota
Orden	:	Coleoptera
Sub-orden	:	Polyphaga
Super-familia	:	Curculionoidea
Familia	:	Curculionidae
Tribu	:	Apionini
Género	:	<u>Apion</u>
Especie	:	<u>godmani</u>

2.5 Biología, hábitos y daño de A. godmani

Salguero (42) afirma que aparentemente el ciclo biológico del Apion sp, en sus estadíos de huevo a adulto corre paralelo a la formación, desarrollo y maduración de vainas de frijol.

Mckelvey, citado por el mismo autor (42), en 1951, indicó que los adultos aparecen en los frijoles cuando las plantas son jóvenes y van aumentando con la floración y formación de vainas.

El mismo Salguero (42), encontró que la población de A. godmani fué baja durante la floración pero aumenta hasta alcanzar un máximo durante el llenado de la vaina (55

días después de la siembra y luego comenzó a decrecer).

Las hembras ovipositan en las vainas tiernas, primero insertan su rostrum y luego ovipositan un huevecillo en el agujero hecho. Al eclosionar el huevo las larvas se alimentan del mesocarpo hasta llegar al grano en formación donde continúan alimentándose hasta empupar. Además Duron agrega que el huevo es blanquecino y semitraslúcido.

Mckelvey citado por Salguero (42) en 1951 indicó que las larvas de A. godmani, se desarrollan individualmente y construyen capullos por separado al empupar, además no todos los huevos tienen oportunidad de eclosionar aunque la hembra puede poner de 1 a 9 huevos por día. El huevo varía de 0.3 a 0.6 mm de longitud por 0.2 a 0.36 mm en su parte más ancha.

CIAT (9,10), así como Duron (17), Salguero (42), Mancía (32), reportan que la larva es ápoda y curvada y engrosada en la parte central, tiene un color blanco amarillento y la cabeza más oscura que el cuerpo. En su desarrollo la larva pasa por tres instares variando en longitud desde menos de 1 mm al efectuarse la eclosión del huevo hasta unos 4 mm en el último instar.

Durón (17), explica que el estadio más perjudicial del picudo de la vaina es la larva, ya que se alimenta de las vainas tiernas y luego ataca los granos en formación. Las vainas atacadas que contienen varias larvas en su interior se deforman retorciéndose y se vuelven flácidas pre-

sentando depresiones irregulares amarillas; estas vainas al momento de ser cosechadas se encuentran vanas.

El autor explica que al realizar inspecciones dentro del frijol atacado por esta plaga se encuentran las larvas en las vainas jóvenes, mientras que en las vainas desarrolladas se encuentran pupas y a veces adultos; sin embargo, los adultos se alimentan del follaje, flores y vainas ocasionando daños mínimos, generalmente se encuentran una sola larva de picudo en cada semilla pero en ocasiones se han detectado hasta 7 picudos por una sola semilla y hasta 28 por vaina. Esta plaga puede originar de 2 a 3 generaciones durante el ciclo agrícola.

Mancia (32) encontró en sus estudios, que la oviposición y la cópula se efectúa durante el día, abriendo la hembra con su rostrum pequeños agujeros circulares en las vainas de frijol en formación.

Mckelvey, citado por Salguero (42) así como CIAT (12), indican que A. aurichalceum por el contrario deposita cerca de 35 huevos cerca de la semilla en el extremo libre o punta de la vaina donde daña uno o dos granos, pero sin afectar los otros.

Las larvas que salen de los huevecillos de esta especie se desarrollan gregariamente y empupan en capullo grande de varios compartimientos.

Salguero (42), en trabajos en Guatemala indican que las infestaciones de A. godmani se dan casi exclusivamente en la

época lluviosa; lo cual coincide con que lo sostienen Mancía en 1973 y Mckelvey en 1951.

Salguero (42), en 1984 indujo nuevos ataques y con ello nuevas generaciones de A. godmani mediante siembras escalonadas de frijol, pero únicamente en la época inmediatamente después de la temporada lluviosa y no así en períodos posteriores. No se ha establecido que pasa con el adulto en la temporada seca.

CIAT (12), reporta que se han encontrado adultos de Apion bajo la corteza de los árboles, en tallos secos, en la capa superior del suelo, en los restos de plantas, a lo largo de los bordes en zanjas o emigrando hacia los bosques; también se ha encontrado entre basura y residuos de cosecha.

Al estudiar la biología de A. godmani, Mancía (32), 1973 encontró que este insecto pasa por un promedio de 5 días en un estado de huevo y 6 días en estado de larva (con tres instares larvales), dos en estado de prepupa y nueve en estado de pupa. Esto concuerda con el tiempo que tarda el desarrollo y secado de las vainas en frijolares y de los trópicos bajos (ciclo corto) pero no con variedades volubles y trepadoras.

Durón (17), enuncia que el ciclo de vida del picudo de la vaina es aproximadamente de 21 días.

CIAT (12) expone que la pupa se desarrolla dentro del capullo o cocon de color café que la larva construye en su último instar con restos de pulpa parcialmente digerido.

La pupa es de tipo exar^eeta de unos tres milímetros de longitud y de color crema, presenta características morfológicas similares a los del adulto y con apéndices adheridos al cuerpo.

Mancía (32), ha establecido que el adulto después de emerger del estado de pupa se mantiene en ocasiones de 3 a 4 días dentro del capullo por lo general sale de inmediato, abriendo con el rostrum el agujero.

La duración del ciclo biológico total y de los diferentes estadios del insecto es muy relativa ya que está influenciada por el ciclo del cultivo, la precocidad de la variedad y las condiciones ambientales que afectan la duración de las etapas de desarrollo de la planta.

2.6 Relación insecto-planta

Kogan y Ortman, citados por Kogan (30), opinan que cuando se procura establecer la relación insecto-planta es necesario conocer cual es el comportamiento en la selección del hospedante. Se considera que la analogía más precisa para describir esta relación, es considerar al insecto como una computadora programada genéticamente para responder de manera simple a una serie secuencial de estímulos; los estímulos son respondidos o con una actitud positiva o con una actitud negativa pero en forma definida, y la secuencia de respuestas es lo que va a determinar la complejidad de la interacción.

Los adultos se dispersan por una motivación intrínseca y son atraídos por factores físicos del medio ambiente. El problema que en general el insecto encuentra en los ecosistemas naturales es que la distribución de sus plantas hospederas es esparcida y no está concentrada como en los cultivos agrícolas. Por lo tanto el insecto en su dispersión -- inicia vuelos de búsqueda del ambiente de su hospedante, si lo encuentra, continúa con la etapa siguiente que es guiado por los estímulos de la planta que actúa a corta y larga distancia. Los estímulos pueden ser el color de la planta, -- forma y estímulos químicos que pueden determinar si el insecto se posa o no sobre la planta. Cuando el insecto está sobre la planta los estímulos son olfatorios, táctiles o -- gustatorios son estímulos de contacto y si éstos son los correctos, continúa entonces examinando y probando sus componentes químicos por medio de sus piezas bucales. Si los estímulos son los apropiados el hospedante es aceptado para -- consumo o para ovoposición. Si los factores nutricionales esenciales están presentes se produce otra generación de -- adultos que inician un nuevo ciclo.

Beck (4), menciona algunos términos para comprensión de lo que es la relación entre un insecto y su planta huésped, entre estos términos están: especificidad de la planta huésped y esta se refiere al rango de su especie vegetal en el cual se presenta en la naturaleza un insecto determinado. Otro término es la secuencia de comportamiento mediante la

cual un insecto distingue una planta huésped de otra que no es adecuada, además de estos términos existe un tercer término que es "preferencia por la planta huésped" que se utiliza para designar a la predilección del insecto por seleccionar a ciertas plantas en forma preferencial dentro de su rango de plantas huésped, algunos géneros de insectos permiten la comprensión de estos conceptos tal es el caso del barrenador europeo del maíz, Ostrinia nubilalis, el cual no es específico para maíz, sino que puede utilizar otras plantas. La selección del huésped es función del insecto hembra, ya que deposita sus huevos sobre maíz, gladiolas, chile verde o incluso papa. Según la disponibilidad de cultivos, pero no obstante en presencia de esa cantidad de huéspedes posibles, la hembra oviposita casi exclusivamente sobre el maíz, que por tanto es la planta huésped preferida.

Nuorteva, citado por Beck (4), comenta que la conducta funcional de un insecto en la búsqueda de un huésped está integrada por una secuencia de respuestas conductuales simples.

Los componentes conductuales están asociados con ciertos impulsos internos, como la urgencia de ovipositar o la necesidad de alimentarse. Algunos insectos localizan a sus huéspedes y se alimentan de ellos mediante una secuencia corta de fenómenos estímulo-respuesta. Su aproximación aérea a la planta es en respuesta al estímulo del color; se posan gracias a estímulos olfatorios; la función de los tejidos es

en respuesta al color del follaje y a estímulos de contacto; la acidez de los tejidos funciona como estímulo para guiar - la probosis hacia el floema determinando que el animal se alimente en forma continúa.

Zohren, también citado por Beck (4), comenta que las - secuencias conductuales que participan en la selección del - huésped a veces son muy complejas; un ejemplo lo constituye la mosca de la raíz de la col, Hylemia brassicae: la cual - pasa a través de una complicada serie de comportamientos durante la selección de su huésped para ovopositar. Esta se-- cuencia consta de: 1) vuelo hacia la planta (induciendo por estímulos visuales y probablemente olfatorios); 2) posada en la superficie de la hoja (estímulos visuales y olfatorios; 3) desplazamiento por la hoja (estímulos químicos por contacto); 4) descenso a lo largo del tallo (estímulos táctiles -- aportados por las venas foliares y el propio tallo); 5) circunvalación a la base de la planta y el suelo aledaño; 6) extrusión del ovipositor (estímulos táctiles y quizás olfativos; 7) suspensión de la locomoción e introducción del ovipositor en los espacios del suelo (estímulos táctiles); 8) excavación con las partes traseras; y 9) oviposición (entre los estímulos se incluyen la humedad del suelo, la intensidad de la luz y factores táctiles).

La actividad en forma secuencial es un fenómeno común y parece funcionar como una lista de supervisión de características que permite elegir la planta huésped más aceptable pa-

ra la oviposición, la alimentación, o ambas cosas.

Para que una hembra encuentra plantas adecuadas para oviposición intervienen factores físicos y químicos. A la conducta de orientación del insecto le sigue la conducta de identificación, durante la cual el animal acepta o rechaza la planta como huésped, de modo similar las fuentes alimenticias provocan también locomoción orientada y patrones de conducta de identificación en la mayoría de los insectos.

Entre los factores físicos que participan en la orientación del insecto y la identificación de la planta huésped se cuentan los estímulos visuales y táctiles. Los insectos perciben colores y formas, sobre todo durante la locomoción. Las mariposas que vuelan en busca de alimento reaccionan en forma positiva ante el amarillo, el azul y en ciertos casos, el ultravioleta; el verde induce a la mariposa a posarse -- cuando está buscando un sitio para ovipositar.

Kring, citado por Beck (4), determina que la luz que se refleja en los follajes verdes contiene un amarillo que pertenece a una longitud de onda determinada del espectro, y muchas mosquitas blancas y áfidos reaccionan en forma positiva ante ese amarillo. Boller y Prokopy también citados por Beck (4), determinaron que la forma y la silueta tienen un papel en la orientación de los insectos, como es el caso de las mosquitas de la fruta cuando se orientan hacia un sitio potencial para ovipositar. Yamamoto y Jenkins, citados también por Beck (4), demostraron que si se cubren los ---

ojos del gusano cachón del tabaco Manduca sexta con pintura opaca, éste es incapaz de localizar objetos incluso los vegetales que le sirven de huésped por lo tanto los factores visuales tienen un papel muy importante en la orientación de los insectos hacia probables plantas huéspedes, -- tanto para ovipositar como para alimentarse.

Los factores táctiles comienzan a actuar después de la fase de orientación durante la búsqueda de un huésped y -- proceden a la oviposición o alimentación. Es muy común -- que las características físicas de la superficie sobre la cual la hembra está dispuesta a ovipositar sean de importancia capital; generalmente el ovipositor del insecto posee mecanorreceptores y, en la mayoría de los casos, los estímulos táctiles son la única información sensorial que el ovipositor transmite. En contraste con la oviposición la selección del alimento está determinada en menor grado por los factores táctiles; esto no significa que las características físicas del tejido de la planta no participen en la selección del huésped. En algunos casos la utilización adecuada de una planta huésped queda impedida por barreras físicas, como la presencia de espinas duras, pubescencia densa, pero, el hecho de que muchos insectos acepten dietas artificiales con características físicas totalmente diferentes a las de su huésped natural, esto sugiere que los factores táctiles actúan en grados menores en la identificación del alimento. Los insectos poseen mecanorreceptores en sus

partes bucales y estos ayudan a desarrollar las funciones de morder, masticar y deglutir.

Es muy raro que alguna característica física sea peculiar de una sola especie vegetal, pero las características químicas son mucho más específicas, por tanto, no es sorprendente que los estímulos químicos determinan en su mayor parte la selección del huésped para la oviposición o alimentación. El proceso final de identificación del que dependen la aceptación o rechazo del huésped, depende usualmente de productos químicos no volátiles que actúan al hacer contacto con quimiorreceptores.

Los insectos que vuelan en busca de planta huésped responden a los estímulos olfatorios, y como resultado dirigen sus movimientos hacia la fuente aromática.

Kennedy, citado por Beck (4), comprobó que cuando un insecto, que se mueve al azar, encuentra un rastro odorífero, éste comienza a desplazarse en contra del viento (a veces a mayor velocidad), mediante estímulos optomotores, y, así, manifiesta una anemotaxia positiva, y también mientras el insecto permanece en la corriente odorífera, mantiene un vuelo bastante recto, o un poco zigzagueante, hasta que se adelanta a la fuente del olor; en ese momento, el insecto adopta un patrón de vuelo circular variable, que visualmente lo lleva otra vez a la corriente odorífera. Al llegar el insecto a la proximidad de la fuente odorífera el gradiente de concentraciones se eleva y, en principio se vuelve medi-

ble lo que permite una orientación quimiotáctica. Douwes, también citado por Beck (4), confirmó lo anterior y además determinó que las concentraciones elevadas de un olor atrayente pueden inhibir la locomoción e inducir un insecto volador a posarse.

Una vez que el insecto establece contacto físico con -- una planta, los quimiorreceptores de contacto que se localizan en tarsos, antenas, partes bucales y ovipositor reciben los estímulos relacionados con las características químicas de la superficie vegetal. Ciertos movimientos especiales del insecto intensifican la estimulación química; por ejemplo, los movimientos de golpeteo o rascado que hacen muchas mariposas con las patas anteriores al prepararse para ovipositar, o al tamborileo que hacen las langostas con los palpos maxilares y labiales. La actividad de tanteo de la superficie, mediante palpación o punción con el ovipositor, o punción y sondeo con las partes bucales, ocurre en respuesta a factores químicos que actúan como "incitadores", éstos, en ocasiones, son los mismos factores aromáticos que atrajeron al insecto después de la palpación identifican a la planta como un huésped aceptable, aquel procede a ovipositar o alimentarse; estos factores químicos son "estimulantes". Si por el contrario; los estímulos encontrados indican que la planta es inaceptable, se interrumpe el patrón de conducta y el insecto abandona la planta; se considera que el estímulo es "disuasivo".

La mayoría de los insectos fitófagos viven sobre o dentro de la planta huésped. Esta no sólo les aporta alimento, sino también abrigo y micro-habitat esencial. Por tanto, - las condiciones fenotípicas de la planta son de gran importancia para el insecto, ya que éste se encuentra bajo considerable presión para adaptarse al ambiente y al alimento que le brinda la planta huésped.

Mattson y Addy, citados por Beck (4), afirman que el insecto no es tan funcional para el bienestar de la planta, pero es obvio que la interacción insecto-planta beneficia - en cierta forma a la población vegetal y al ecosistema, lo anterior es complementado por Jermy, también citado por --- Beck (4), quien afirma que las plantas presentan adaptaciones evolutivas en respuesta a muchas presiones selectivas, de las cuales la infestación por insectos es sólo una pequeña parte.

Entre los mecanismos de defensa que presentan los vegetales en respuesta a los herbívoros, patógenos y especies - vegetales competidoras, está una serie de características físicas y un arsenal de sustancias químicas que vuelven a la planta repelente, tóxica o inadecuada para otros organismos.

Painter, citado por Beck (4), confirma que las defensas físicas contra la depredación por insectos pueden ser - adaptaciones anatómicas que tienen efectos adversos sobre la conducta del insecto o reducen la protección necesaria

para los estadios larvarios.

Los tejidos de las plantas superiores contienen series de sustancias bioquímicas con funciones defensivas, entre otros compuestos se mencionan alcaloides, esteroides, fenoles, saponinas, taninos, resinas, aceites y diversos ácidos orgánicos.

Muchos autores consideran a estas sustancias como "sustancias secundarias de la planta" y otros las consideran como "desperdicios sin importancia"; sin embargo, algunas investigaciones recientes afirman que estas sustancias cumplen funciones metabólicas en la planta, además de la función defensiva.

Whittaker y Fenney citados por Beck (4), propusieron el término de "sustancias aleloquímicas" para reemplazar -- términos como sustancias secundarias de la planta, y definieron una sustancia aleloquímica como un compuesto no nutritivo, que se produce en un individuo de cierta especie, y que afecta el desarrollo, la salud, la conducta o la biología poblacional de otra especie; además, establecieron que son dos las clases de efectos aleloquímicos pertenecientes a la interacción insecto-planta : Alomonas que son sustancias aleloquímicas que confieren una ventaja adaptativa al organismo que las produce; y kairomonas, que son sustancias aleloquímicas que favorecen de modo adaptativo al organismo -- que recibe (insecto-fitófago)

2.7 Concepto de resistencia y anotaciones históricas de la evolución del concepto.

La Academia Nacional de Ciencias de los EE. UU. (11), señala que los primeros ejemplos de empleo de la resistencia de las plantas a los insectos son tan antiguos como los primeros trabajos de entomología aplicada. La primera planta resistente a un insecto de que se tiene constancia es la variedad Winter Majelin de Manzano; la cual se registró como resistente al áfido lanoso, Eriosoma lanigerum, en 1831 y aún es resistente según los últimos informes.

Snelling citado por Horber (28), en 1941, incluyó como resistencia vegetal aquellas características que permiten a la planta evitar, tolerar o recuperarse de los ataques de insectos, en condiciones que dañarían más gravemente a otras plantas de la misma especie. Painter, citado por el mismo autor, en 1951 utilizó una definición más amplia que la de Snelling al describir la resistencia de una planta como la cantidad relativa de sus cualidades hereditarias que influyen en el grado de daño provocado por el insecto. Painter, esta vez citado por Garza (23), agrega que la resistencia es la capacidad de inhibir el crecimiento poblacional de los insectos. Beck, citado por Horber (28), en 1965, restringe la resistencia de la planta a las características hereditarias colectivas mediante las cuales una especie, raza, clón o individuo vegetal reduce la probabilidad de que una

especie, raza, biotipo o individuo de insecto utilice a la planta como huésped. La definición de Beck restringe el - espectro de las interacciones insecto-planta al éxito que alcanza el insecto en la utilización de la planta, pero ex cluye la capacidad de la planta para recuperarse o reponer las pérdidas después de que ocurre el daño. Belder y Sediles (5), escribe que la resistencia puede estar relacionada con la constitución genética de la planta o del insecto, es decir, la resistencia es un carácter preadaptativo ligado y gobernado por genes. La resistencia es la suma de factores que determinan en sí en que grado la planta queda libre de daño en el campo.

Horber (28), en 1980, reporta que en la agricultura -- práctica; resistencia, es la capacidad de una variedad para producir una mayor cosecha, de buena calidad, que otras variedades bajo la misma población de insectos. Kogan, citado por Garza (23), opina en 1982, que la inhibición del crecimiento poblacional es debida a características bioquímicas y morfológicas de la planta, las cuales afectan el -- comportamiento o metabolismo de los insectos.

2.8 Tipos y mecanismos de resistencia de plantas a insectos.

Wardle y Buckle citados por Wiseman (46), fueron los que hicieron clasificaciones iniciales de resistencia en -

plantas a insectos, haciendo la siguiente clasificación:

- Resistencia físico-química: que se refería al tegumento de las plantas, presencia de pelos, alcaloides, aceites esenciales, etc.; y la resistencia fisiológica, que estaba basada en el vigor, recuperación rápida o adaptación estacional de una planta. McCulloch, también citado por Wiseman (46), propuso que la resistencia de plantas a insectos podría ser clasificada en dos categorías: natural y artificial.
- Resistencia natural : Es aquella mostrada por plantas nativas, o adquirida por plantas cultivadas.
- Resistencia artificial : Es aquella desarrollada a través de prácticas de fitomejoramiento.

Mumford, también citado por el autor anterior clasificó la resistencia en base a la epiphyllaxis o endophyllaxis.

La epiphyllaxis estaba relacionada a agentes de protección externa; y la endophyllaxis la utilizó para describir la protección interna por medio de cualidades bioquímicas - de las plantas. No incluye la tolerancia como término específico sino que la incluyó en la resistencia general de una planta para describir la habilidad de los cultivares de reponerse de ataques severos de insectos.

Horber (28), manifiesta que las clasificaciones del fenomeno de resistencia pueden expresar el éxito o la falla - relativa de una especie de insectos para sobrevivir, desarrollarse y reproducirse sobre una especie vegetal, o también -

describir el daño relativo inflingido a las plantas huésped, en términos cuantitativos o cualitativos; por lo común la resistencia se mide utilizando cultivos susceptibles de la misma especie como testigos. Painter (40), utilizó la siguiente escala para clasificar los grados de resistencia de creciente:

- Inmunidad : Un cultivo es inmune cuando un insecto específico jamás lo dañará o consumirá en cualquier circunstancia. Con esta definición se puede determinar que son pocos los cultivos inmunes al ataque de insectos específicos que atacan a otros cultivos de la misma especie vegetal.
- Resistencia elevada : Es lo que presenta un cultivo que posee cualidades que ocasionan un bajo nivel de daños causados por un insecto específico en un conjunto de condiciones dadas.
- Resistencia baja : Indica cualidades que determinan que un cultivo sufra menos daño o infestación, por un insecto, que el promedio de la especie en cuestión.
- Susceptibilidad : Un cultivo presenta una elevada susceptibilidad cuando un insecto le ocasiona daños superiores a los del promedio.

Muchos autores afirman que al describir las interacciones insecto-planta, es frecuente que no se tome en consideración la influencia del ambiente. Esta situación es comentada por Horber (28), quien afirma que el ambiente puede favo

recer a la planta o al insecto en forma desigual e impredecible, o bien aliviar o agravar el daño, por lo tanto se -- afecta la expresión de la resistencia. Painter (40), clasificó ciertos fenómenos relacionados con la resistencia, -- pero no necesariamente basada en rasgos heredables, de la -- siguiente manera :

- Evasión del huésped : En ciertas circunstancias, un -- huésped pasa con rapidez por el estadio de mayor susceptibilidad o lo hace cuando el número de insectos es reducido. Ciertos cultivos evaden mediante una rápida maduración, el daño ocasionado por insectos.
- Resistencia inducida : Este término se utiliza para designar a la resistencia temporalmente incrementada, que resulta de ciertas condiciones de la planta o el ambiente, como algún cambio en la cantidad de agua o la fertilidad del suelo.
- Escape : Se refiere a la ausencia de infestación del, o daños al huésped vegetal debido a circunstancias transitorias como una infestación incompleta.

Los conceptos de : Inmunidad, resistencia elevada, resistencia baja, susceptibilidad, evasión del huésped, resistencia inducida y escape, ya explicados, son mencionados por Gallo (19), quien los considera como grados de resistencia, sin hacer la diferencia en cuanto a la influencia del ambiente.

La Academia de Ciencias (35), Horber (28), Cisneros

(13) y Gallo (19), mencionan que fue Painter quien propuso el término "Mecanismo de Resistencia" para medir la resistencia de plantas a insectos, clasificándolas en tres categorías :

- 1) No preferencia : Es la respuesta del insecto ante plantas que carecen de las características necesarias para servir como huésped y es resultado de reacciones negativas o total abstinencia, durante la búsqueda de alimento, sitios de oviposición o refugio.
- 2) Antibiosis : Abarca a todos los efectos adversos que la planta ejerce en la biología del insecto, por ejemplo: sobrevivencia, desarrollo y reproducción.
- 3) Tolerancia: Incluye todas las respuestas de la planta que provocan en ella la capacidad de tolerar la infestación y sostener a poblaciones de insectos que dañarían de modo severo a plantas susceptibles. Kogan y Ortman citados por Horber (28), fueron los que cambiaron el término de no-preferencia por el de Antixenosis, debido a que en los insectos se refleja a menudo como una propiedad de la planta, la cual es incongruente con la definición que se menciona.

La Academia de Ciencias (36), confirma que el término de "resistencia" se emplea para los estudios iniciales en el campo o en el invernadero, cuando no se conocen los componentes implicados. A los componentes les llama Niveles de Resistencia y los clasifica en : Preferencia y no-prefe

rencia, antibiosis y tolerancia. Tales niveles de resistencia, son explicados así :

A - La preferencia y la no preferencia se refiere a un grupo de características del huésped y respuestas del insecto que lo inducen a elegir o rechazar a un huésped en particular, variedad o raza para la ovipostura, alimentación, refugio o una combinación de estas tres finalidades. Existen por lo menos dos tipos de no preferencia: -- primero el que se manifiesta sólo en presencia de un huésped predilecto; segundo, uno cuya presencia en la planta resistente se puede demostrar aún en ausencia del huésped predilecto. En el último tipo, la no preferencia podría ser tan fuerte que el insecto llegara a morir de hambre, aunque no se produjeran efectos desfavorables si se alimentara de la planta no predilecta.

B - Antibiosis : Cuando un insecto se alimenta en una planta resistente y aparecen uno o más efectos anormales :

a) A menudo se produce la muerte de ninfas o larvas -- que están en el primer estadio, de manera que las diferencias entre las plantas resistentes, a infestación abundante en las susceptibles; b) Menor reproducción de las hembras -- criadas o alimentadas en las plantas resistentes; c) Si el efecto no mata al insecto, a menudo se observan tamaño y peso reducidos; d) Duración del ciclo vital anormal, ya sea como un período larval o ninfal más largo, o un período de vida adulta más corto en comparación con los insectos cria--

dos en plantas susceptibles; e) Acumulación de menores -- cantidades de reservas alimenticias; esto afecta en forma adversa la capacidad de supervivencia del insecto; f) - Observación de insectos muertos, poco antes de iniciarse - la etapa adulta; y f) Aparecimiento de anomalías fisiológicas y de conducta.

Las posibles bases fisiológicas de la Antibiosis son - mencionadas por la Academia de Ciencias (37), basándose en investigaciones de diversos autores, y las clasifica así :

1. Presencia de una toxina en la planta resistente. Esto es comprobado con la observación que de algunas plantas se pueden obtener insecticidas tales como la nicotina, piretro y retenona.
2. Presencia de un factor inhibidor del desarrollo o de la reproducción o de ambos. Por ejemplo: el Gosipol en - el algodón retarda el crecimiento del gusano del elote Heliothis zea.
3. Ausencia de algunas sustancias nutritivas, tales como vitaminas, aminoácidos esenciales en la parte particular de la planta de donde se alimenta el insecto.
4. Deficiencia de ciertas sustancias nutritivas, sobre todo de aminoácidos y esteroides específicos.
5. Desequilibrio en elementos nutritivos disponibles, sobre todo en las proporciones de azúcar-proteína o azúcar-grasa. Ejem : El efecto sobre las larvas de Sitotroga cerealella, resultante del contenido diferente de amilosa

en granos de maíz.

6. Proliferación de tejidos o el aumento de secreciones - de las plantas resistentes tales como las que causan - la muerte de los huevos o larvas jóvenes del picudo -- del algodón Anthonomus grandis.

C - Tolerancia : Es la capacidad de una planta de producir cosecha a pesar de la presencia de la plaga en grado -- reduciría la producción de una planta no tolerante. --

Las plantas tolerantes pueden tener capacidad para reparar los daños a las plantas atacadas por los insectos con sus partes bucales mordientes en general, el reemplazo, renovación y reparación de los tejidos dependen de la etapa de ma durez de la planta en el momento del ataque del insecto.

Kogan (30) reemplaza la terminología de no preferen-- cia por Antixenosis, considerando que este término es más - amplio porque involucra los mecanismos de defensa mecánicos y los mecanismos de defensa químicos que afectan al insecto a nivel de selección de la planta antes de que inicie la in gestión de alimento. Whittaker y Fenny, citado por los mismos auto res , mencionan que pueden ocurrir en la planta presencia - de alomonas que tienen una acción detrimente para el insecto, o carecer de los estímulos (kairomonas), indispensables para que el insecto tenga una reacción positiva; por lo tanto se consideran que la presencia de alomonas como la ausencia de kairomonas son factores antixenóticos.

Pese a lo antes expuesto, Wiseman (46), recomienda que

el término de no-preferencia debe seguir siendo usado en la búsqueda de resistencia de plantas a insectos porque éste denota claramente el comportamiento completo de una plaga, y el término de antixenosis mencionado por Kogan (30), carece de credibilidad debido a que las respuestas del comportamiento del insecto para establecerse o refugiarse son omitidas.

Para el programa de fitomejoramiento y manejo de plagas Wiseman (46), comenta que el conocer los mecanismos de resistencia de los diferentes cultivares resistentes, da como resultado algunos beneficios indirectos. Ejem. : La no-preferencia pueda influir adversamente o interrumpir el comportamiento normal de adultos o larvas de tal manera que un --insecto plaga es más vulnerable de impacto de otros agentes de control, ya sean insecticidas o biológicos.

Antibiosis : Puede retardar el desarrollo de las pla--gas de tal manera que su población es la mejor sincronizada con los ciclos de vida de los parásitos o depredadores.

Tolerancia : Permite a los agricultores más flexibili--dad en tomar decisiones en el momento preciso de las estrategias de manejo. El uso de un cultivar tolerante también necesita de menos insecticida y permite los beneficios de ---agentes de control biológico, porque permite el aumento del número de depredadores o parasitoides.

2.9 Ventajas de la resistencia genética.

Adkisson y Dyck (1), menciona que la resistencia de plantas a plagas ha sido un factor en el control de plagas desde hace mucho tiempo; sin embargo, los agricultores no se han percatado de la disminución de las plagas ocasionadas por esas variedades, o no se han aprovechado de las mismas. Horber, Pathak y Saxema, citados por el autor anterior, afirman que la resistencia vegetal como método de control de insectos ofrece muchas ventajas y en algunos casos es el único método eficaz, práctico o económico.

Way y Mordie también citados por Adkisson y Dyck (1), dicen que la resistencia contra una especie de insecto puede proteger a la planta contra otras especies. En el caso de los cultivos que se siembran en los países en vías de desarrollo, quizá la característica más atractiva del uso de plantas resistentes a las plagas es que no requiere capacitación humana o una gran inversión por parte del agricultor. Es posible obtener un control eficaz de plagas mediante la siembra de algunas variedades con altos niveles de resistencia, como las modernas variedades de arroz, resistentes a la saltarilla, Sogatodes orizicola.

A pesar de lo anterior, confiar exclusivamente en la resistencia vegetal para el control de plagas presenta ciertos problemas; para el caso, Shimura, citados por los mismos autores comentan que los altos niveles de resistencia conducen a la

formación de biotipos del insecto, como ocurrió en Filipinas con la saltarilla café del arroz y en Japón con la avispa de la agalla del castaño, Dryocosmus kuripnilus, así mismo Horber, Kogan, Coppel y Mertins, citados por el mismo autor afirman que la resistencia no se manifiesta en todos -- los ambientes en que la variedad es capaz de crecer.

Painter, citado también por Adkisson y Dyck (1), señaló que las variedades resistentes no son la panacea para todos los problemas de plagas; para aumentar al máximo su eficiencia se les debe incluir cuidadosamente en sistemas de control -- diseñados para plagas específicas, y en programas de mejora miento de cultivos determinados. Además menciona que la -- utilización de variedades resistentes para el control de pla gas, presentó ciertas características tales como: 1) Puede considerarse como el principal método de control; 2) Sirve como coadyuvante para otras medidas de control; 3) son un -- dispositivo de seguridad contra la aparición de variedades más susceptibles. En general, Painter (40), afirma que las variedades resistentes deben combinarse con otros métodos de control de plagas para obtener una supresión estable de es- tas últimas.

Painter, Coppel y Mertins, citados por Adkisson y Dick (1), afirman que la mayor ventaja que se obtiene al usar varieda des resistentes, es la inducción de un nivel constante de supresión sobre cada generación de plaga. Esto reduce el -- número de individuos por generación y disminuye el crecimien

to de las poblaciones y la ventaja más espectacular se observa después del primer año de introducción de la variedad resistente. Si toda una región agrícola se cultiva con una variedad resistente, la reducción de la plaga se vuelve acumulativa y el número de individuos dentro de cada área se vuelve menor en cada temporada de siembra, otra ventaja que ofrece el uso de variedades resistentes, es que la menor tasa de incremento de la plaga prolonga el período necesario para que ésta alcance el umbral de daño económico al cultivo, lo anterior ocurre sobre todo cuando los caracteres de resistencia de la variedad producen mortalidad entre las fases inmaduras del insecto y prolongan el período de desarrollo de los sobrevivientes.

2.10 Forma y modalidades de investigación de resistencia a plagas de vegetales.

Belder y Sediles (5), afirman que en un programa de mejoramiento dirigido a la resistencia contra los insectos debe contener las siguientes fases :

- a) Un estudio de la biología del insecto en la planta huésped (especialmente su comportamiento de alimentación, -- reproducción, etc.), como la biología de la planta.
- b) Probar colecciones de variedades los más amplio posible sobre la presencia de resistencia, de preferencia bajo condiciones de campo y así se distinguen también la re-

sistencia parcial.

- c) Investigar en detalle la relación hospedante-parásito en plantas susceptibles y resistente para buscar y seleccionar los factores de resistencia en la planta, que contribuyen en mayor medida a la disminución de la reproducción del insecto.
- d) Empezar un programa de cruzamiento y selección usando las fuentes de resistencia y los ensayos de control y aumentar el nivel de resistencia.
- e) Entrecruzar la resistencia alta en variedades corrientes para obtener variedades comerciales.
- f) Investigar la forma de herencia para seleccionar el método más adecuado en el cruzamiento.
- g) Poner a prueba el valor de la nueva variedad resistente en un esquema de control integrado y así investigar la necesidad de métodos de control adicionales.

Kogan citado por Garza (22), recomienda que un esquema general de un programa completo de resistencia varietal debe incluir :

- 1) Identificación de fuentes de resistencia.
- 2) Caracterización de los mecanismos de resistencia.
- 3) Mejoramiento de las características de resistencia en las variedades agronómicas que puedan competir económicamente con otras variedades establecidas.
- 4) Análisis genético de las características de resistencia.

- 5) Identificación de las bases químicas y físicas de la resistencia.

Ortman y Peters (39), comentan que la resistencia de las plantas a los insectos se estudia en dos dimensiones; una es las variaciones en el huésped y la otra en las variaciones en la población de la plaga. En estos estudios puede ser fundamental únicamente la distinción de las diferencias más notables en el efecto en huésped o plaga. Se utilizan patrones de calificación que tienen distintos grados de complejidad o capacidad discriminatoria. Un elemento más útil para preparar los patrones de calificación es una serie de estándares fotográficos, debe ponerse atención al comparar el material para que éste sea de la misma altura o madurez; y para efectuar el estudio en el preciso estadio en el que los insectos atacan al huésped.

Dahms, citado por los autores anteriores (39), señaló 16 posibles criterios utilizados para evaluar la resistencia de las plantas a los insectos. El resultado es una lista ligeramente abreviada :

1. Evaluación visual de los cultivos infestados mediante observación, por ejemplo, de retraso en el crecimiento, infestación, desfoliación y decoloración.
2. Determinación del número de plantas sobrevivientes, a intervalos después de la infestación.
3. Determinación de la diferencia en rendimiento entre parcelas infestadas y no infestadas.

4. Determinación del número de insectos adultos, o larvas atraídos hacia un cultivo cuando se les concede libre elección.
5. Observación de los efectos comparativos de la alimentación forzada del insecto (en confinamiento), en plantas o cultivos, midiendo el tiempo de vida del insecto, su mortalidad, tasas reproductivas o mudas, por ejemplo.
6. Peso de los insectos después de un período de alimentación definido sobre distintos cultivos.
7. Determinación del número de huevecillos puestos .
8. Determinación del número de insectos supervivientes y -- de la progenie resultante.
9. Cuantificación del alimento que consumen los insectos.
10. Medida del alimento utilizado por el insecto.
11. Simulación de daño ocasionado por insectos y observación del restablecimiento.
12. Métodos indirectos de evaluación, tal la apreciación del daño inflingido a las raíces timado según la fuerza necesaria para arrancar la planta.
13. Empleo de hojas o flores de la planta en olfatómetros - para determinar su capacidad atrayente.
14. Correlación de factores químicos de las plantas con la respuesta del insecto.
15. Desarrollo y potencial reproductivo de insectos alimentados con distintas plantas.
16. Correlación de factores morfológicos con el daño. Estos

criterios son base para muchos estudios en diferentes cultivos pero no son aplicables todos ya que algunos se adaptan a pocos insectos.

2.11 Estabilidad de resistencia: Factores que pueden modificarla.

Day, citado por Gallum y Khush (20), señala que en la evolución de un vegetal doméstico y de los insectos que se alimentan de éste, es indispensable la aparición de un equilibrio en-re ambos, para que la planta e insecto sobrevivan necesariamente las condiciones de tales modificaciones son opuestas; en el huésped, tienden a una resistencia creciente; en el parásito, una virulencia cada vez mayor. Gallum y Khush (20), opinan que para que un insecto específico sobreviva en una planta resistente, éste debe sufrir modificaciones genéticas que le confieran la virulencia necesaria para contrarrestar la resistencia. Para que la planta huésped sobreviva a esa modificación genética del insecto, debe sufrir a su vez un cambio genético para contrarrestar la virulencia de aquel. Esta evolución ha ocurrido en la naturaleza desde que empezaron a coexistir huésped y parásito, y por medio de ella, las plantas huésped han acumulado genes de resistencia y los insectos de virulencia. Así variedades resistentes mantienen su resistencia durante períodos prolongados, o bien se vuelven rápidamente susceptibles.

En general, Gallum y Khush (20), considera que la resistencia vegetal determinada por genes mayores o verticales es la más efímera, pues depende de genes aislados y basta con una sola mutación eficaz del insecto para contrarrestar sus efectos, así cualquier insecto individual que posea un gene virulento en el locus correspondiente al gene de resistencia de la planta, tiene entonces una ventaja selectiva y puede multiplicarse con rapidez, dando origen a un nuevo biotipo que vuelve susceptible al cultivo resistente. Este fenómeno se conoce como ruptura de la resistencia. Por otra parte, también considera que la resistencia vegetal determinada por genes múltiples u horizontales es más estable y perdurable que la resistencia vertical. Este tipo de resistencia no es específica del biotipo y en ella no cabe la relación de gene a gene, de manera que existe muy pocos riesgos de aparición de biotipos virulentos entre los insectos.

En la planta, la expresión y estabilidad de la resistencia a una especie de insectos depende del genotipo de la planta, el genotipo del insecto y la interacción genética entre la planta y el insecto en diferentes condiciones ambientales.

2.12 Ejemplos de resistencia vegetal contra plagas del tipo "picudo" (Coleoptera: Curculionidae).

El hombre ha enfrentado algunos casos de plagas por picu

dos en varios cultivos, además del frijol común; utilizando el control fitogenético. Debido a que Apion godmani es una plaga del tipo "picudo" y taxonómicamente está relacionada con la familia Curculionidae, resulta interesante conocer algunos ejemplos de esfuerzos de control de plagas de picudos por la vía fitogenética enfocada a la resistencia.

Hasta la fecha son pocos los cultivos en los cuales se han hecho investigaciones para encontrar y mejorar plantas resistentes a plagas de la familia Curculionidae, dentro de estos cultivos están: Algodón, alfalfa, frijol, maíz, maicillo, arroz, algunos forestales y hortalizas.

Niles (37), afirma que el picudo del algodón Anthonomus grandis, es la plaga más importante en países como Estados Unidos, México, Centro América, Colombia, Venezuela y Haití, de varias características vegetales que exhiben resistencia a este picudo, el carácter "bráctea frego" es el más prometedor. Este carácter surgió como una mutación de la variedad comercial "Stoneville aB". El rasgo se caracteriza por la presencia de brácteas relativamente estrechas, alargadas y retorcidas, que se proyectan hacia afuera del botón floral y la chapa.

Hanover (27), menciona que el picudo Psissodes strobi, provoca serios daños en árboles como el pino blanco (Pinus spp), el abeto Sitka (Picea sitchensis), el abeto noruego (Picea abies) y otras especies a las cuales les ataca los brotes terminales. El U.S. Forest Service, citado por el

autor anterior, está desarrollando un programa de mejora--
miento a largo plazo, para el desarrollo de pinos blancos
resistentes al picudo. Otro picudo, Cylindrocopturus cato-
ni, ataca y mata árboles jóvenes del pino Jeffrey (P. ----
jeffreyi). Smith y Libby también citados por el autor an-
terior hicieron cruzamientos entre el Pino Jeffrey por el -
pino Coulter E. y desarrollaron un híbrido interespecífico
resistente.

Harlan (26), ha reportado la resistencia de varios pi-
cudos en la alfalfa (*Medicago sativa*), entre éstos : Hypera
brunneipennis, Hypera postica, Otiorhynchus ligustici. Bar-
nes y Busbice citados por el autor anterior hicieron inves-
tigaciones y descubrieron algunas plantas resistentes, ade-
más descubrieron no-preferencia ovoposicional en algunas lí-
neas; realizando pruebas controladas en el laboratorio, con
plántulas discos foliares y larvas del insecto.

Ortega, Vasal, Mihm y Hershey (38), afirman que en maíz
los curculionidos que más afectan son: Sitophilus zeamais y
S. orizae, las cuales en estado adulto excavan pequeñas ca-
vidades en el grano, las larvas se nutren con el embrión y
el endospermo.

Singh y Wiseman citados por los autores anteriores, de-
terminaron que la presencia de una cubierta apretada del --
grano de maíz, constituye una protección contra las infesta-
ciones de campo por los gorgojos. Widstrom y colaboradores,
también citados por los mismos autores hicieron estudios --

Encontraron un material inmune (negro brillante D) tres altamente resistentes (Negro brillante 150, Puebla 152, Pinto Nacional A) y una resistente (Ojo de Cabra A); sin embargo, estos resultados no pudieron ser aprovechados ya que su resistencia no fue incorporada a la variedad de mayor consumo (Honduras 46). Desde esa época hasta la actual no se han obtenido mayores resultados en Nicaragua. Las evaluaciones que trataron de hacer en 1988 no se pudieron realizar debido a que no hubo ataque de A. godmani además del fuerte ataque de mustia hilachosa.

Díaz Arrazola (16), resume los avances del mejoramiento hecho en Honduras desde 1986 hasta agosto de 1988.

En septiembre de 1986 se sembró en Danlí, El Paraíso, - El Vivero Internacional de Apion (VIA, 86), compuesto por 78 materiales de los cuales permitieron la selección de 17 con calificación de resistentes; sin embargo, sólo 9 presentaron características deseables de color, tamaño y adaptación.

En el ciclo de primera (junio-septiembre) de 1987, se sembró el vivero Nacional de Apion (VNA), formado por las selecciones individuales hechas en el VIA, 86. Los resultados de la evaluación del VNA permitieron valores de daño en grano entre 2.2 y 8.3% comparado con el testigo Zamorano, que promedió 19.5% de granos dañados.

En el 1988, en general, no se hicieron selecciones por resistencia, ya que la presencia de adultos de A. godmani, du

rante la formación de vainas de los materiales arbustivos fue mínima, no así en el vivero de voluble en los que se adelantó la selección por adaptación reproductiva. De las 100 selecciones individuales practicadas en las 41 poblaciones sembradas; el 73% comprendió a materiales hijos de "Catrachita" (RAB 205) y "Desarrural" (CMD 2004) que sirvieron como madres en las diferentes cruzas hechas con fuentes de resistencia ampliamente reconocidos.

Garza (23), señala que en variedades mexicanas en los últimos años no se ha tenido un programa de mejoramiento específico para incorporar a las líneas más prometedoras, la resistencia al picudo del ejote; pero se han incluido dentro de los progenitores algunos materiales resistentes como son: Pinto 162, Amarillo 153, Amarillo 154, IBRN 14-1 y Negro 150. A partir de 1988 se planearon cruzamientos entre algunos materiales resistentes al ataque de este insecto y líneas prometedoras del Programa de Mejoramiento de Frijol, pero por falta de recursos económicos no se implementó este programa de cruzas.

Cardona (6), cita que en El Salvador, el trabajo fundamental sobre resistencia a A. godmani es el de Mancía en 1973, quien evaluó 2004 variedades y clasificó 9 de ellas como altamente resistentes con 1-5% de grano dañado. Entre estas están algunas fuentes de resistencia tan conocidas como México 1290, Amarillo 154, Negro 150 y las líneas 12 y 17 muy utilizadas de El Salvador. Estas fuentes fueron usadas como pa-

dres por mejoradores de CIAT y Guatemala en numerosos cruzamientos, y se caracterizan por ser tardías y mal adaptadas a condiciones de Centro América.

Garza (23), escribe sobre los trabajos realizados en Centro América y México, en cuanto al estudio de los mecanismos de resistencia del frijol común ante el picudo de la vaina; afirmando que la importancia de conocer los mecanismos de resistencia es para asegurarse de que la reacción obtenida en una fuente de resistencia es genética.

En Honduras se han realizado pruebas para detectar antibiosis en las variedades resistentes APN-83 y APN-84. Los resultados muestran que el número de huevecillos detectados en estas variedades resistentes es similar a los observados en el testigo susceptible (Desarrural), pero al hacer el conteo de las larvas en muestreos subsecuentes se detectó que el número de larvas muertas era mayor en las variedades resistentes, alcanzando un 28.2% en APN-83, y un 26.9% en el APN-84; en Desarrural se observó una mortandad de 3.2 y 2.7% en las localidades de "El Barro" y "Villa Ahumada", respectivamente, por lo que se considera que en estas variedades puede estar presente el mecanismo de resistencia denominado antibiosis.

En México, en el ensayo que se sembró para detectar antibiosis, se obtuvieron los siguientes resultados, el número de huevecillos detectados en la variedad Canario 107 (suscep

tible), es mayor con respecto a la variedad Amarillo 154 (resistente) en casi todas las muestras tomadas, variando de un total de 5 huevecillos en la variedad resistente Amarillo 154 hasta 117 en la variedad susceptible Canario 107. Esta diferencia se puede deber a la textura más fibrosa del Amarillo 154 (R) en relación a la variedad Canario 107 (5), descartándose en este estudio, la probabilidad de un efecto antibiótico porque no se observó mortalidad de larvas, por lo que se atribuye la resistencia de la variedad Amarillo 154 a un mecanismo de antixenosis morfológica. Con respecto a los trabajos de antixenosis y tolerancia durante 1987, no tuvieron buenos resultados porque se presentó una baja infestación de picudo.

Garza (23), recomienda que es conveniente estudiar en cada material seleccionado como resistente, cual es el mecanismo de resistencia que posee ya que no se puede generalizar que un mecanismo de resistencia es el que confiere esta característica a los mejores materiales.

2.14 Problemática del control del picudo de la vaina del frijol común (A. godmani) y su relación con el uso de la resistencia varietal contra tal plaga.

Schonhoven y Cardona (43, 44), al igual que otros autores, afirman que A. godmani ocasiona mayor daño en el estado de larva, cuando se alimenta de los granos en desarrollo. La presen

cia o abundancia de adultos durante la floración del cultivo puede determinar la infestación de ocurrirá; por lo tanto esto, es un parámetro para tomar decisiones en cuanto a control químico de este insecto.

Salguero (42), afirma que el control químico es efectivo pero presenta algunas limitantes en su uso para esta plaga en especial. Productos como: Tamarón, Folidol, Gusación, Volatón, Lebaycid y Sevin han resultado efectivos en diversas pruebas.

Durón (17), indica que deben realizarse inspecciones en el frijolar para aplicar insecticidas o no hacerlo ya que se considera que las primeras vainas son las más importantes para la producción, y por tal razón las aplicaciones deben ser oportunas y solamente efectuarlas cuando se ha detectado la presencia de los adultos al inicio de la floración debiéndose evitar aplicaciones preventivas por las implicaciones que introducen al ambiente, así como las aplicaciones demasiado tempranas, antes de la floración o tardías, porque son inefectivas en vista de que las vainas dentro de las cuales se encuentran las larvas, proporcionan protección a éstos y los colocan fuera de la acción del insecticida.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de Nicaragua, citada por Durón (17), también indica que las inspecciones deben ser realizadas al inicio de la floración y el envainado.

CIAT (12), propone que para elegir una estrategia de -

control de A. godmani es necesario tener en cuenta que el daño se produce durante el período corto y definido; los daños ocasionados por los adultos antes de la oviposición carecen de importancia, mientras que después de ella el daño ya no puede evitarse.

Entre las medidas contra esta plaga se pueden mencionar: el control natural, el control cultural, control químico y la resistencia varietal.

1) Control natural : Existe un problema en el control natural, ya que se necesita un conocimiento profundo de la plaga como biología, hábitos y ecología, además los enemigos naturales son muy pocos, CIAT, reporta una avispa del género Triaspis sp. (fam. Braconidae) que parasita la larva, otro enemigo natural es un hongo, Metarrhizium sp. que es un entomopatógeno de la familia Moniliaceae.

CIAT (12), continúa exponiendo otras alternativas de control para Apion godmani :

2) Control cultural : Podría ser una alternativa para el control del picudo de la vaina. Se ha observado que los cultivos tempranos son invadidos rápidamente de igual manera sucede con los cultivos tardíos; es por eso que se recomienda uniformizar la siembra en cada región, a vez que se recomienda destruir los residuos de cosecha. Sin embargo, debido a que se ignora con certeza, la localización de este insecto durante la temporada seca,

su control efectivo es problemático.

- 3) Control químico : Este método es rápido y eficiente - contra el picudo de la vaina, siendo su principal des-ventaja el alto costo de los insecticidas y riesgos que implican en su uso y manejo, además de no tener el nivel económico de daño eficientemente establecido para esta - plaga.

Mancía (34), en El Salvador, evaluó insecticidas en aspersiones directas sobre la planta, durante la floración y aplicaciones de productos sistémicos granulados en el suelo antes de la siembra, determinó que los productos Azodrin -- 56%, Lannate 90% PS, Parathion M-48 C.E. y Sevin 80% PS, -- aplicados al follaje son efectivos para el combate de A. godmani, y productos granulados como Furadan 10%, controlan efectivamente el picudo de la vaina, incrementando notablemente la producción.

- 4) Resistencia varietal : CIAT (12), afirma que aunque - el control químico es una medida efectiva y práctica, a largo plazo la resistencia varietal puede ser una alternativa mejor para aquellos agricultores que no desean o no pueden aplicar insecticidas.

Hay materiales resistentes a Apion y por ello el desarrollo de variedades resistentes es una solución factible de alcanzar.

Los primeros trabajos sobre resistencia variatal se hicieron en México, alrededor de 1950; entonces se identificaron -

fuentes de resistencia, aunque la mayoría de ellos presentaba características agronómicas y comerciales poco deseables.

En El Salvador varias fuentes de resistencia fueron identificadas; las mejores fueron: Amarillo 154, México 1290, Línea 17 y Línea 12.

La evaluación de fuentes de resistencia y progenies se continúa en México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, países en donde Apion es un problema para el cultivo del frijol.

Garza (22), señala que es importante la resistencia varietal bajo algunas situaciones especiales como las siguientes:

1. Cuando existe un período crítico en el ciclo de vida del insecto en el cual, éste es vulnerable sólo durante un breve período.
2. Cuando el cultivo es de poco valor económico.
3. Cuando la plaga insectil se presenta en forma continua y es el factor más limitante para el cultivo exitoso en una superficie extensa.
4. Cuando no se dispone de otros medios de control.

Gallo (19), enumera una serie de ventajas de la resistencia varietal, cuando los materiales mejorados son distribuidos a los agricultores :

- a) El agricultor ya no compra semilla mejorada. En cuanto a esta aseveración por este autor, se puede comentar -- que es válido para frijol; pero no para maíz.

- b) El agricultor no tiene constante preocupación por el control de la plaga, ya que con la variedad resistente se produce un control gratuito.
- c) Si hay un área grande cultivada con una variedad resistente habrá una reducción de la población de plaga, en la región.
- d) Las variedades resistentes tienen un efecto acumulativo relativamente permanente.
- e) Cuando la plaga ataca más de un cultivo resistente, varios cultivos saldrán beneficiados debido a la reducción de plagas.
- f) No interfiere con otras prácticas culturales, no exige mano de obra y no hay problemas de residuos.
- g) Pueden ser utilizadas variedades resistentes en cualquier programa de control de plaga.

3. METODOLOGIA

El trabajo fué iniciado en el mes de septiembre, y consistió de tres fases, una fase de campo, una fase de invernadero y una fase de laboratorio.

3.1. Fase de campo

Inicialmente esta fase se realizó en el lote denominado "La Cuchillona", de la hacienda Copapayo, jurisdicción de Armenia, Departamento de Sonsonate, en donde se conoce una temperatura promedio anual de 23.8°C y un promedio anual de 77% anual (7), la elevación de este lugar se estima en 450 msnm. Este lugar fué seleccionado en base a que estaba ubicado en una amplia zona de cultivo de frijol y la observación visual de un pequeño lote sembrado en la época de mayo, donde había una fuerte infestación de A. godmani; además hubo información verbal de agricultores locales, quienes afirmaban que el problema de esta plaga ocurría en la localidad.

El ensayo fué instalado la primera semana de septiembre de 1988, para la realización del estudio se utilizaron 3 variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris); las cuales fueron: APN-83 (línea resistente, proveniente de CIAT), Lila (variedad considerada susceptible por los agricultores de la zona, ampliamente cultivada), y Rojo de Seda (variedad sus-

ceptible, de amplio cultivo y aceptación en El Salvador). La fecha de siembra estuvo sometida a la dobla del cultivo de maíz, aprovechando el distanciamiento de éste para utilizar el tallo seco como tutor. Se utilizó un área de 900 m^2 , en la cual se delimitaron 2 parcelas de 324 m^2 cada una; dejando 1 m de borda y 2 m entre parcela. En cada parcela se sembraron dos variedades: una resistente y una de tipo susceptible. La fecha de siembra se adelantó 5 días para la variedad resistente con respecto a la susceptible para que florecieran simultáneamente.

Los surcos se dispusieron en forma alterna separados -- 0.90 m entre sí y con 18 m de longitud; siendo un número de 10 surcos por variedad; lo cual representó un total de 20 surcos por parcela (Ver Anexo 1). Esta disposición antes descrita se realizó con el propósito de favorecer una distribución uniforme de los adultos del picudo de la vaina. Cada parcela fue dividida en cuatro réplicas imaginarias usando - pitas, cada una de 4.5 m de ancho en forma perpendicular a - la dirección de los surcos. La finalidad de estas réplicas residió en la mejor distribución de la toma de muestras en - toda la parcela y en la posibilidad de evaluar el grado de - variabilidad de los resultados de tales réplicas y así posibilitar la comparación con los resultados de otros trabajos afines a este tema. Cada parcela fue manejada con las prácticas agronómicas que amerita el cultivo tales como: fertilización(5 lbs/parcela de fórmula 20-200 a la siembra), apli-

caciones preventivas de insecticida, (Tamarón 600 en dosis de 10 cc/galón de agua durante los primeros días del cultivo), aplicaciones preventivas de fungicidas, (Manzate 15 gr/galón de agua, Benlate 5 gr/galón de agua) y deshierbos, no se hizo aplicaciones para controlar picudo de la vaina (A. godmani). En todo caso las aplicaciones de pesticidas no se extendieron más allá de los 20 días después de la siembra. Desde que dió inicio la floración se revisó a diario cada parcela para cosechar muestras de las primeras vainas formadas e iniciar el estudio. La metodología antes descrita es la que en términos generales ha venido usando el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); en el Programa de Entomología de frijol; para este tipo de trabajos según señala Garza (22).

En el transcurso del año y a principios del último trimestre (octubre); fué necesario intentar esta metodología en otras localidades; en vista de los resultados que se obtuvieron en la primera siembra; para ello se buscaron sitios donde se conocía con seguridad la existencia de la plaga y la posibilidad de contar con humedad para un cultivo en época seca; tal como un terreno cerca de Zaragoza, en el Departamento de La Libertad, en el cual, sin embargo, no fué posible obtener acceso por parte del propietario. Finalmente, se tuvo que realizar este estudio, dentro de la Ciudad Universitaria, en San Salvador, en predios de la Facultad de Ciencias Agronómicas y Humanidades, instalándolo ahí, siguiendo básicamente la metodología propuesta por CIAT (11, 12, 22), de la siguiente manera: Se utilizó un área total de 90m^2 , en donde

se estableció un monocultivo de frijol; utilizando dos variedades: APN-83 (resistente) y Rojo de Seda (susceptible). La Ciudad Universitaria está situada a una elevación de 710 msnm y su temperatura promedio anual es 23.0°C y la humedad relativa es 73 %; según el Almanaque Meteorológico del año 1987 (7). Este sitio tenía más de 10 años de no cultivarse y se encontraba con vegetación gramínea; la cual se removió al prepararse el suelo con herramientas de labranza como azadón. La variedad APN-83 se sembró cinco días antes que la variedad Rojo de Seda con el propósito que la floración fuera simultánea con esta última. Las variedades se sembraron en surcos alternos separados 0.50 m entre sí con una longitud de 10 m. Con el propósito de uniformizar la infestación en la parcela, se sembraron 9 surcos alternos de cada una de las variedades o sea un total de 18 surcos; la parcela fue dividida en cuatro repeticiones imaginarias usando pitas cada 2.5 m en forma perpendicular a la dirección de los surcos (ver Anexo 2). Tal como se mencionó anteriormente la finalidad de estas réplicas imaginarias residió en la mejor distribución de la toma de muestras en toda la parcela y en la posibilidad de evaluar el grado de variabilidad de los resultados de tales réplicas y así posibilitar la comparación de otros trabajos afines a este tema. La parcela se mantuvo lo más libre posible de malezas y otras plagas así como de enfermedades, mediante prácticas agronómicas como deshierbos, aplicaciones de fungicidas e

insecticida y se regó a diario con agua de grifo mediante el uso de mangueras hasta que se completó el ciclo normal del cultivo. Considerando la situación de este cultivo, ya fuera de la estación lluviosa y en un sitio sin antecedentes próximos de cultivo de frijol; se procuró asegurar la infestación; para lo cual se liberaron en la parcela 40 adultos del picudo de la vaina procedentes de una zona frijolera (Atiquizaya), y obtenidos en laboratorio, a partir del confinamiento de vainas maduras en cajas entomológicas modificadas y jaulas medianas (ver anexo 4 y 5). Se estimó que del total de picudos alrededor de 20 serían hembras en base a la proporción sexual citada por Mancía (31).

Estos adultos también se mantuvieron en jaulas alimentándolos con plantas de frijol aún sin llegar a la fase de floración; para evitar la oviposición de las hembras. Estos picudos correspondían a la apariencia de la especie A. godmani y fueron comprobados con la clave del Dr. Whitehead (Anexo 7). Las características de infestación en las vainas de donde provenían eran también típicas de esta especie.

La liberación de estos insectos se realizó cuando la parcela de frijol iniciaba su floración (33 días después de siembra); y tomando en consideración el período de preoviposición de Apion godmani, determinado por Mancía (32); a los diez días después de la liberación, se inició el estudio revisando diariamente la parcela y colectándose 9 vainas por repetición por variedad; de 3 diferentes tamaños (T_1 : 1-3 cm. T_2 :

4-6 cm/T₃: 6 cm o de mayor longitud). Después del octavo día de toma de muestras, el tamaño T₁ se volvió escaso; y a su vez el tamaño T₁ fué abundante; razón por la cual se colectaron 6 vainas del tamaño T₂ y 3 vainas del tamaño T₃ hasta que se finalizó el estudio. Se optó por tomar las muestras en forma no estrictamente al azar, sino, más o menos selectiva; buscando vainas con alguna evidencia externa de posible daño de alimentación, ovipostura, por parte de los adultos, debido al reducido nivel de infestación que pudo manejarse. En toda la parcela, las muestras de vainas de las dos variedades, hicieron un total de 72 vainas diarias, las cuales fueron trasladadas, al laboratorio para ser observadas al microscopio estereoscópico. En el laboratorio el estudio consistió en hacer conteos de huevos, larvas, prepupas, pupas y adultos; separando las cantidades por variedad y por repetición; subdividiendo a su vez, la cantidad de larvas; en larvas vivas y larvas muertas. Los conteos se finalizaron cuando se encontró un 85% de pupas. Las larvas y huevos encontrados cada día fueron preservados en alcohol al 50%. Cuando las variedades llegaron a la etapa de madurez fisiológica, se tomó una muestra al azar de 30 vainas por variedad por repetición, para determinar el porcentaje de vainas y granos dañados para cada variedad. Este método es recomendado por CIAT (12), para evaluación de germoplasma resistente a la plaga A. godmani; según se detalla más adelante. Además con el propósito de garantizar

mayor seguridad en la evaluación del daño de la plaga en estudio, en la parcela se tomó una muestra mayor, compuesta de 10 plantas con toda su carga completa de vainas; por cada variedad y por repetición. Estas plantas se tomaron de tal manera que su desarrollo aparentase ser comparable entre sí. Del total de vainas de tales plantas, se calculó el número de vainas por planta y también el porcentaje de vainas y granos dañados. Para tratar los datos de infestación con una interpretación estadística se hizo uso principalmente del análisis de diferencia en base a la prueba de "T" para comparar los genotipos de frijol estudiados: APN-83 (resistente) y Rojo de Seda (susceptible) y randomizado - se hizo para comparar los métodos de evaluación de daño: en base a 30 vainas y en base a 10 plantas (ver Anexo 8).

- Evaluación de daño de Apion godmani en vainas de frijol común. (Método generalizado usado por CIAT).

La evaluación del daño se realizó en el Laboratorio, -- utilizando la metodología propuesta por CIAT (12), se tomó una muestra de 30 vainas fisiológicamente maduras al azar - de cada repetición. El daño se observó abriendo las vainas y contando los granos dañados y los sanos.

Para facilitar el conteo de granos se utilizó un sistema sencillo, que consistió en usar una hoja papel de tamaño carta; la que fue dividida en seis cuadros y cada cuadro -

se numeró de uno a seis. En cada cuadro se colocaron las vainas de acuerdo con la cantidad de granos dañados que tenían. Por separado se fueron agrupando los granos sanos.

Al terminar de revisar la muestra se calculó el número de granos dañados; contándose las vainas que habían en cada cuadro y se multiplicaron por el número respectivo de cada cuadro; la suma de los productos dió el total de granos dañados. En seguida se determinó el porcentaje de daño, mediante la relación entre los granos dañados y el total de granos por muestra, así :

$$\% \text{ daño} = \frac{\text{No. de granos dañados}}{\text{N}^\circ \text{ granos sanos} + \text{N}^\circ \text{ granos dañados}} \times 100$$

Para evaluar gran cantidad de germoplasma, estos cálculos se facilitan al usar formularios adecuados especialmente diseñados por CIAT (véase Anexo 9).

3.2 Fase de laboratorio.

El trabajo de laboratorio consistió en seis tipos de actividades: a) Manipuleo de especímenes adultos traídos del campo para conocer sus hábitos; b) revisión diaria de las vainas obtenidas de la parcela, con el uso del microscopio estereoscópico; c) determinación del contenido de fibra en vainas de las dos variedades; d) Evaluación del nivel de daño; e) medición de rendimiento en granos; f) medición de cápsulas cefálicas de larvas, para determinar esta

días larvales. Para realizar la primera actividad se obtuvieron picudos de campo; de varias zonas frijoleras (Atiquizaya, Zaragoza, Lago de Coatepeque, Lago de Ilopango), a partir de vainas maduras que fueron confinadas en jaulas ventiladas, para que emergieran los adultos; los cuales inicialmente se trató de mantener vivos dentro de cajas Petri; conteniendo papel filtro, hojas de frijol y unas gotas de agua para retardar la desecación de las hojas. En esta manera se confinaron 10-12 adultos por caja Petri, durante aproximadamente 8 días con el propósito de conocer sus hábitos de alimentación sobre el follaje, el cual se renovaba según lo ameritaba el caso. Posteriormente los adultos fueron trasladados a jaulas medianas o grandes (de 0.026 m^3 y de 0.343 m^3 (ver Anexo 3 y 4), que contenían plantas de frijol común de la variedad Rojo de Seda procurando que no hubiesen alcanzado la fase de floración, para evitar que los picudos pusieran huevos. La segunda actividad consistió en la revisión diaria de las vainas colectadas como muestra del día; buscando en ellas los siguientes organismos: huevos, larvas, prepupas y pupas. Para detectar oviposiciones se ocupó la metodología propuesta por Mancía (32), la cual consiste en levantar el epicarpio de la vaina ayudados de alfileres entomológicos y agujas de disección. La tercera actividad consistió en determinar la cantidad de fibra cruda en 3 diferentes tamaños de vainas de las dos variedades con el propósito de tener fundamento para evaluar posibilidades de antixenosis de ori-

gen morfológico, debido a la cantidad de fibra en cada vaina de acuerdo a su edad. Se estudiaron 3 muestras por variedad; discriminando tres tamaños, según su desarrollo relativo, así: T_1 : vainas incipientes: chilitos: vainas sin desarrollar la semilla, su forma es cilíndrica; T_2 : vainas medianas: vainas de sección rectangular, cuya semilla aún está sin cuajar o iniciando su desarrollo para efectos de análisis se removieron las semillas (para excluirlas del contenido de fibra analizado); T_3 : Vainas grandes: son vainas con su semilla bien desarrollada pero sin alcanzar su coloración completa típica de la variedad correspondiente. En este caso, también se eliminó la semilla dejando sólo el endo y mesocarpo para el análisis químico. Para realizar el análisis del contenido de fibra se utilizó el método de Van-Soest (Anexo 10), el cual se basa en una digestión ácida y otra en medio alcalino. La cuarta actividad se realizó ocupando el método que generalmente usa CIAT (12), descrito anteriormente. La quinta actividad se llevó a cabo al final del ciclo del cultivo, se cosecharon las vainas y se obtuvo el grano, el cual fue pesado en balanzas para determinar rendimiento. La sexta actividad se realizó tomando como base la ley empírica de Dyar y de Pizibrán (14, 8, 29, 36) para determinar estadios correspondientes (Véase Anexo 11).

3.3 Fase de invernadero.

Esta fase fue desarrollada en el invernadero de la Fa-

cultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador; utilizando jaulas grandes (0.343 m^3) (veáse Anexo 3).

Se instalaron dos pruebas, una de libre escogencia, y otra de no escogencia, para evaluar la posibilidad de anti-xenosis; se emplearon en libre escogencia 3 jaulas DH tipo antes mencionado, dentro de cada una de ellas se colocaron 10 macetas con plantas de la variedad Rojo de Seda y 10 macetas con plantas de la variedad APN-83; de esta prueba no se obtuvieron datos porque las plantas no se desarrollaron en forma normal, posiblemente por mucha competencia por luz entre ellas.

En la prueba de no escogencia se emplearon 6 jaulas del mismo tipo. En tres de ellas se colocaron 10 macetas en cada una conteniendo plantas de frijol común de la variedad Rojo de Seda (susceptible) y en las otras tres jaulas restantes se colocaron 10 macetas conteniendo plantas de frijol de la variedad APN-83 (resistente). Cuando las plantas iniciaban la formación de vainas, se infestaron las jaulas con picudos (Apion godmani), traídos del campo; liberándose 6 parejas de picudos en cada jaula. Tales parejas se colectaron después de observar evidencias de apareo. Estos insectos habían sido mantenidos en el laboratorio alimentándose con plantas de frijol sin flores. La captura y manipuleo de estas parejas se realizó con ayuda de un succionador entomológico simple (veáse Anexo 6). Tres días después de infestadas las jaulas se tomó una muestra de vainas en la

variedad Rojo de Seda para observar si habían huevos u otro organismo, pero no se encontraron. Se revisó la literatura y se descubrió que Mancia (32) afirma que las hembras de Apion godmani necesitan un período de preoviposición de 10 días, por lo tanto para iniciar el estudio se esperaron 10 días más. Trece días después de infestadas las jaulas, se colectaron todas las vainas que contenían las plantas de cada jaula y se trasladaron al laboratorio, para ser observadas y determinar organismos presentes tales como: huevos, larvas y pupas; cuantificando otro posible parámetro de estudio de la antixenosis; como lo fué el daño de perforaciones de alimentación, en vainas; realizados por los picudos adultos sin dejar ovipostura.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Fase de campo.

4.1.1 En el experimento sembrado en la localidad de Copapayo, la plaga de A. godmani no se presentó salvo -- por individuos adultos, vistos en el período de septiembre hasta mediados de noviembre en los alrededores de la hacienda; siendo infructuosa la búsqueda de vainas dañadas.

El problema de la ausencia de la plaga, también se -- presentó en trabajos afines al presente; es decir, relacio-- nados con la evaluación y estudios de resistencia de germo-- plasma de frijol común ante A. godmani; realizados por téc-- nicos del Proyecto de Manejo Integrado de esta plaga, del Centro Nacional de Tecnología Agrícola en el valle de Zapotitan y en el Valle de Jiboa el año de 1988^{1/}.

CIAT (12), señala que las pérdidas debidas al picudo -- de la vaina del frijol tienen mucha variación de un año a otro; y de una zona a otra y posiblemente esto ha sucedi-- do en algunos lugares de Centro America en donde se han -- tratado de realizar estudios similares los cuales no han podido completarse debido a bajas infestaciones o al no --

^{1/} MANCIA, J.E. 1988. Estudios de resistencia de germo-- plasma. San Andres, El Salvador, CENTA. (Comuni-- cación personal).

aparecimiento de la plaga.

El lote del experimento resulto afectado por problemas de animales domesticos (cerdos, gallinas), en los primeros días de desarrollo del cultivo; también se presentó alguna incidencia de tortuguillas (Cerotoma sp. y Diabrotica sp); saltahojas (Empoasca sp.) y larvas de gusano peludo (Estigmene sp.). Asi como indicios de las enfermedades de mustia hilachosa (Thanatephorus cucumeris), mancha redonda (Chaetoseptoria welmani); y mancha angular (Isariopsis griseola). Estos fueron manejados previamente con aplicaciones de pesticidas antes de floración para no evitar la presencia de A. godmani.

4.1.2 En el experimento sembrado en la Ciudad Universitaria debido a que el área no es de manejo tradicional - como área frijolera, no se esperó la aparición de la plaga, sino que se provocó la presencia de A. godmani al liberar adultos como se ha mencionado en la sección de metodología.

Se presentó baja incidencia de tortuguillas (Diabrotica, algunas chinches (Prepops, Halticus y otros hemipteros) y roya (Uromyces phaseoli)

El desarrollo de las plantas de los dos genotipos se desarrollaron con escasa o casi nula tendencia a emitir -- guia; en situación contraria con el caso de la siembra en el experimento anterior en donde es notorio el hábito con tendencia a ser voluble. Además APN-83 anticipó su flora-

ción en casi 3 días en relación al genotipo Rojo de Seda.

4.2 Fase de laboratorio.

4.2.1 Manipuleo de especímenes.

Se pudo apreciar que la obtención de adultos a partir del confinamiento en cajas entomológicas modificado (Anexo 5), presentó dificultad para coleccionar los individuos. El procedimiento de mantenerlos en cajas Petri con hojas de frijol requiere cambiar frecuentemente éstas debido a su fácil desecación, lo cual provocaba gran mortalidad de adultos. Además se presenta dificultad prácticas para el manejo con el succionador, resultando mejor el empleo de jaulas medianas (anexo 4); pero son preferibles las jaulas grandes (anexo 3), para la sobrevivencia y manipuleo de adultos; en este tipo de confinamiento e incluso en cajas Petri se observó la forma típica y la conducta de alimentación de adultos en el follaje de frijol.

4.2.2 Revisión diaria de vainas obtenidas de la parcela.

Esta actividad permitió obtener la evaluación cualitativa-cuantitativa de la infestación de vainas de frijol Rojo de Seda y de la línea APN-83 y la interpretación de

los cuadros de datos que se pudieron organizar, discutiéndolos a la vez con la información de la literatura revisada y de la metodología empleada.

Los datos básicos se encuentran en el Cuadro 1, en -- donde se resume la cantidad de individuos y su condición -- de variabilidad registrada en los dos genotipos estudiados durante 15 días de observación, de las muestras diarias.

4.2.2.1 Recuentos de huevos:

Con base en los resultados básicos (Cuadro 2), que se registraron durante este estudio, se observaron 40 huevos, de los cuales 24 corresponden a la variedad susceptible Rojo de Seda y 16 huevos para la línea resistente APN-83, -- significando un porcentaje de 60% y 40% respectivamente -- (Cuadro 2). La diferencia en la cantidad de huevecillos -- no resultó significativa estadísticamente entre los dos genotipos (Anexo 8). Por otra parte, al analizar la cantidad acumulada de huevecillos por tamaño de vaina dentro de cada genotipo estudiado (cuadro 3), se advierte que para Rojo de Seda el 62.5% de la población total de huevecillos se concentró en el tamaño 1, el 37.5% en el tamaño 2, sin encontrarse ninguna cantidad en el tamaño 3. La diferencia entre las dos cantidades no resultó estadísticamente -- significativo (Anexo 8), sugiriendo que probablemente para el insecto resultó indiferente ovipositar en las vainas --

del tamaño T_1 , como en el tamaño T_2 . La misma tendencia (Anexo 8), se manifestó para la ovipostura en las vainas de los tamaños T_1 y T_2 en el caso de la línea APN-83 (Cuadro 4), en el cual 56.25% ocurrió en T_1 y el 37.5% en el T_2 y una pequeña cantidad de 6.25% en el tamaño 3.

Tampoco se obtuvo significatividad estadística entre las distintas cantidades de oviposiciones al comparar los tamaños entre los genotipos Rojo de Seda y APN-83. Todo el análisis anterior indica que A. godmani tiene preferencia por los tamaños pequeños (T_1 y T_2) en ambos genotipos. Estos resultados concuerdan con lo que señalan Mancía y -- Schonhoven (32, 44), en relación a que las hembras adultas ovipositan generalmente en las vainas mas pequeñas.

4.2.2.2 Recuentos de fases postembrionarias - (larvas hasta pupas).

Al hacer el conteo de larvas en las muestras diarias de vainas se encontró un total de 57 larvas en la variedad susceptible Rojo de Seda; lo cual representa el 75% del total de larvas encontradas en los dos genotipos estudiados; y 19 larvas en la línea resistente APN-83, lo cual representa el 25% (Cuadro 2). Las cantidades de larvas (Cuadro 1), registradas en vainas de los genotipos Rojo de Seda y APN-83; resultaron diferentes estadísticamente con un nivel de significancia del 5%.

Del total de larvas encontradas en Rojo de Seda el 100% se encontraron vivas mientras que en APN-83 el 94.74% de larvas se encontraron muertas y solo 5.26% se encontraron vivas que equivale a una larva (Cuadro 2). Al realizar mediciones en algunas larvas que pudieron conservarse en alcohol 50% hasta el final del estudio; procedentes de vainas de los dos genotipos estudiados, pudo considerarse tres grupos, entre los cuales la tasa de cambio de la medición promedio es un valor constante. Tal regularidad sugiere que esos grupos probablemente están en concordancia con las leyes empíricas relativas al crecimiento larval de Dyar (8, 14, 21, 31, 45) y Przibram (24, 31, 45) (Anexo 11), en relación al crecimiento de los insectos; y así representarían tres estadios (Anexo 12), con tal razonamiento pudo detectarse que el tamaño de las larvas encontradas en APN-83 correspondieron al estadio L_1 y en Rojo de Seda correspondieron a los estadios L_1 , L_2 y L_3 .

En base al fenómeno constante de mortalidad de pequeñas larvas (L_1) encontradas en APN-83 se sugiere que el mecanismo de resistencia presente en tal genotipo es del tipo antibiosis que posiblemente se manifieste principalmente en larvas más pequeñas, pero no se sabe aun si estas se mueren simplemente de hambre, o por el efecto de algún factor mecánico sobre ellas por parte del tejido de la vaina (aplastamiento), lo que no descarta también que podría tratarse de una antixenosis morfológica, dado que como se ex-

plica mas adelante, se encontró una ligera diferencia de - mayor contenido de fibra en vainas de APN-83 que en rojo - de seda. El cual según varios autores (3, 19, 42) este me- canismo puede acompañar o no, al mecanismo de antibiosis.

En trabajos realizados en Honcúras, en relación a los cuales Díaz, citado por Garza (22), encontró en APN-83, -- 28.2% de larvas muertas y 26.9% en APN-84 ambas líneas re- sistentes; y en comparación con 3.2% en el material suscep- tible Desarrural. Supuso que la muerte de estas larvas en las líneas resistentes, puede ser debida a una sustancia - presente en el mesocarpo de las vainas o en la semilla, por lo que se considera que en estas variedades puede estar pre- sente el mecanismo denominado antibiosis.

4.2.2.3 Distribución relativa de la población de Apion godmani encontrada en las -- vainas.

En relación a la existencia de determinado tipo de me- canismo de resistencia, se conoce otro importante: antixeno- sis.

En base a los resultados de este trabajo, en relación a los recuentos de huevos en los dos genotipos estudiados; en los cuales como ya se ha explicado no se encontraron di- ferencias significativas estadísticamente; podría descartar- se una posible antixenosis por oviposturas. Sin embargo, -

al considerar que la ocurrencia de una larva representa un huevo anterior y en ese razonamiento, al analizar la sumatoria de huevos más larvas, más prepupas, más pupas, más adulto (Cuadro 1), al comparar estas nuevas cifras entre los dos genotipos; se pudo determinar que sí existe diferencia significativa al 5% (Anexo 8), por lo que de este punto de vista probablemente no deba descartarse totalmente la presencia de una cierta antixenosis.

Se pudo detectar que en la variedad Rojo de Seda, A. godmani desarrolla su ciclo de vida dentro de una secuencia al seguir una lógica sugerida así: El 62.5% de huevos ocurrió en vainas del tamaño T_1 el 52.63% de larvas ocurrieron en vainas del tamaño T_2 y el 87.5% de prepupas y 90.38 de pupas ocurrieron en vainas del tamaño T_3 (Cuadro 3)' En el genotipo APN-83; inicialmente fue similar la tendencia al registrarse el 52.25% de huevecillos en vainas del tamaño T_1 y el 52.6% de larvas en vainas del tamaño T_2 ; pero no se pudo detectar ninguna ocurrencia de prepupas y pupas (Cuadro 4); lo que indica la posibilidad de algún fenómeno antibiotico; debido al cual A. godmani no logró terminar su ciclo de vida en este genotipo de frijol común.

4!2.3 Contenido de fibra en vainas de frijol común - en la variedad Rojo de Seda y la Línea APN-83.

En atención a que las diferencias de oviposición del -

picudo de la vaina en los genotipos Rojo de Seda y APN-83, no resultaron significativamente diferentes; y tomando en cuenta que Garza (22) ha detectado antixenosis morfológica en la vaina de frijol comun Amarillo 154 de México y la cual probablemente se debe al contenido de fibra en dicha variedad; se realizó el análisis de fibra en vainas de distintos grados de desarrollo en la variedad Rojo de Seda y en la línea APN-83 colectados de plantas de la parcela. Se utilizó el método de Van Soest (Anexo 10) , detectándose para Rojo de Seda 11.04% de fibra en vainas pequeñas con un ligero incremento hasta llegar a 13% en vainas grandes (Cuadro 5), una tendencia distinta se observó en APN-83 al determinar 12.26% en vainas pequeñas y un marcado incremento hasta llegar a 25.44% de fibra en vainas grandes; es decir que en APN-83 el porcentaje de fibra aumenta notablemente a medida que madura la vaina. Al comparar el contenido de fibra en el mismo estado de desarrollo de las vainas (pequeñas, medianas, grandes), entre los dos genotipos se observan valores ligeramente mayores en vainas pequeñas y medianas de APN-83; que posiblemente podrían ejercer influencia parcial en la pequeña diferencia de oviposición de las vainas más jóvenes de los genotipos comparados (Cuadro 3 y 4). Esta posible influencia de la fibra sobre la preferencia por oviposición se ve apoyada con los datos obtenidos en el invernadero (Cuadro 6) en que se muestra que del total de vainas de Rojo de Seda el 45.74% fueron vainas grandes y presenta-

ron en conjunto el 75% de huevecillos puestos (Cuadro 10) en condiciones de confinamiento en jaulas y bajo tratamiento de no escogencia para el tamaño más grande de vainas; - el análisis de fibra indicó un contenido de 13% en estas - vainas. En el caso de la Línea APN-83, en la cual se detecto un contenido de fibra de 25.44% de fibra en las vainas más grandes; el 68.3 del total de vainas estudiadas en invernadero fueron de ese tamaño y no se registró ovipositas; lo que pone en evidencia la existencia de Antixenosis Morfológica en APN-83.

4.2.4 Evaluación del nivel de daño.

Bajo las condiciones de baja infestación se evaluó el nivel de daño en la parcela, en forma de porcentaje de daño por el método de 30 vainas y en base a 10 plantas con su producción total de vainas (Cuadro 7 y 8). Se demostró estadísticamente que no hay diferencia al utilizar cualquiera de los dos métodos (Anexo 13), los cuales proporcionan estos resultados: El porcentaje de grano dañado en Rojo de Seda osciló entre 9% a 2.95% para el primer método y entre 0.63% a 5.62% para el segundo método, para vainas dañadas los rangos correspondiente, fueron 0 a 6.67% y 1.47 a 7.04% para ambos métodos.

Es notoria la variabilidad entre los datos entre las cuatro repeticiones; lo cual puede estar relacionado con -

la tendencia de la población de A. godmani de presentarse agrupada cuando su nivel general de población reflejado en el porcentaje de daño es bajo; como ha sido señalado por algunos autores (41, 46); y conociendo de esa forma que el daño se uniformiza cuando las infestaciones son altas. Para el genotipo APN-83, se registró 0% de daño en los dos métodos debido al carácter resistente de este material de frijol común ante A. godmani, en comparación con el genotipo Rojo de Seda. La diferencia notoria entre el nivel de daño de Rojo de Seda y APN-83, también ha sido detectado recientemente por trabajos de investigación realizados por técnicos del proyecto Manejo Integrado de A. godmani de CENTA, en los cuales se ha podido obtener esa misma tendencia bajo otros niveles de presión de plagas y en condiciones de no aplicaciones de control químico, así: Rojo de Seda 23.15 de grano dañado y APN-83, 1.77% de grano dañado^{2/}

Se puede considerar que la toma de muestras de vainas dañadas diariamente pudo afectar el nivel registrado de daño.

4.2.5 Rendimiento de grano.

Los rendimientos no mostraron diferencia significativa entre los dos genotipos con un promedio de 601.67 kg/ha pa-

^{2/} ESCOBAR, C. 1989. Evaluación de niveles de daño de Apion godmani. San Andrés, Centro Nacional de Tecnología Agrícola. (Comunicación personal).

ra Rojo de Seda y 541.11 kg/ha para APN-83 (Cuadro 9 y Anexo 13). La medición del rendimiento, es importante en estudios de los mecanismos de resistencia porque relaciona el mecanismo de tolerancia(13, 41).

En el caso de los datos del presente estudio y bajo las condiciones de infestación y nivel de daño que se realizó; no se puede señalar la posibilidad de tolerancia para la variedad Rojo de Seda.

4.3 Fase de invernadero.

En el experimento montado en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agronómicas el cual adolece de que sus instalaciones son incompletas; especialmente en relación a su falta de hermeticidad y de control de temperatura interior, se obtuvieron los siguientes resultados: la floración de la variedad Rojo de Seda y de la línea APN-83 ocurrió simultáneamente y al final del estudio con un número de vainas similar para los dos genotipos.

La infestación no se pudo llevar a cabo en el momento más oportuno que era el inicio de la floración por no contar con las jaulas en ese momento haciéndose cuando los genotipos ya habían iniciado la formación de vainas; la cual se realizó como se describe en la sección de metodología, produciendo cada genotipo aproximadamente 60 vainas (Cuadro 6). Los insectos produjeron un total de 399 daños ex-

Cuadro 1. Población de Apion godmani por repetición en vainas de genotipos de frijol común, durante 15 días de observación de muestras de vainas de diferentes tamaños bajo condiciones de infestación controlada en parcela con hileras alternas (90 m²). San Salvador, Ciudad Universitaria, enero de 1989.

ROJO DE SEDA

Organismos	R E P E T I C I O N E S					\bar{X}	C	CV
	I	II	III	IV	TOTAL			
Huevos	7	4	7	6	24	6	1.41	
Larvas vivas	25	7	15	10	57	14.25	7.89	0.55
Larvas muertas	0	0	0	0	0	0	0	0
Prepupas	1	1	3	3	8	2	1.54	0.77
Pupas	11	7	14	20	52	13	5.47	0.42
Adultos	0	0	0	1	1	0.5	0.5	1.0
T O T A L	44	19	39	40	142	-	-	-

APN - 83

Organismos	R E P E T I C I O N E S					\bar{X}	C	CV
	I	II	III	IV	TOTAL			
Huevos	1	5	7	3	16	4	2.58	0.64
Larvas vivas	0	0	1	0	1	0.5	0.54	1.09
Larvas muertas	0	4	5	9	18	4.5	6.83	1.52
Prepupas	0	0	0	0	0	0	0	0
Pupas	0	0	0	0	0	0	0	0
Adultos	0	0	0	0	0	0	0	0
T O T A L	1	9	13	12	35	-	-	-

Cuadro 2. Población de Apion godmani registrada en vainas de dos genotipos de frijol común; durante 15 días de observación en vainas de diferentes tamaños bajo condiciones de infestación controlada en parcela con hileras alternas en Ciudad Universitaria, enero de 1989.

POBLACION GENOTIPOS	Total de Indivi-- duos *	Porcentaje relativo - entre geno-- tipos, %	Total de huevos	Porcentaje relativo - entre geno-- tipos, %	Total de larvas	Porcentaje relativo - entre geno-- tipos, %	Total de larvas - vivas	Total de larvas muertas
APN-83	35	19.77	16	40	19	25	1	18
Rojo de seda	142	80.23	24	60	57	75	57	0
T O T A L	177	100	40	100	76	100	58	18

* Cantidad registrada en parcelas completas de 90 m² sembrada con hileras alternas de los genotipos APN-83 y Rojo de seda. Esta cantidad es el total de 4 repeticiones imaginarias que se demarcaron en la parcela para el grado de variabilidad de los datos.

Cuadro 3. Distribución porcentual de las fases inmaduras de la población de Apion godmani en diferentes tamaños de vaina; en la variedad Rojo de Seda (calculado en base al Cuadro 1).

TAMAÑOS DE VAINA	O R G A N I S M O S			
	HUEVO %	LARVA %	PREPUPA %	PUPA %
T ₁	62.5	5.26	-	-
T ₂	37.5	52.63	12.5	9.62
T ₃	0	42.11	87.5	9.38

Cuadro 4. Distribución porcentual de las fases de inmaduros de la población de Apion godmani en diferentes tamaños de vaina de la línea APN -83. (Calculado en base al Cuadro 1).

TAMAÑO DE VAINA	O R G A N I S M O S			
	HUEVO %	LARVA %	PREPUPA %	PUPA %
T ₁	56.25	26.32	0	0
T ₂	37.5	52.63	0	0
T ₃	6.25	21.05	0	0

Cuadro 5. Comparación del porcentaje de fibra en APN-83 - y Rojo de Seda por el método de Van Soest.

VARIEDAD	TAMAÑO PEQUEÑAS %	DE VAINAS MEDIANAS %	GRANDES %
Rojo de Seda	11.04	12.13	13.00
APN - 83	12.26	12.75	25.44

Vainas pequeñas : Vainas sin desarrollar semilla, de forma cilíndrica.

Vainas medianas : Vainas rectangulares con la semilla sin cuajar.

Vainas grandes : Vainas rectangulares con la semilla bien formada - pero sin alcanzar su coloración original.

Cuadro 6. Porcentaje de vainas por tamaño encontrados en el invernadero durante el día de la evaluación para los dos genotipos de frijol común en base al tamaño de vaina.

GENOTIPO	ROJO DE SEDA		APN-83		
	TAMAÑO DE VAINA.	Total de vainas por tamaño.	Porcentaje de vainas por tamaño %	Total de vainas por tamaño.	Porcentaje de vainas por tamaño, %
T ₁		7	11.86	10	16.7
T ₂		25	42.4	15	25
T ₃		27	45.74	35	58.3
		59	-	60	-

Cuadro 7. Porcentaje de daño de A. godmani evaluado en base a 30 vainas de la en Seda y en la línea APN-83 de frijol común, en parcela con hil (90 m²). San Salvador, Ciudad Universitaria, Enero de 1989.

D A Ñ O	ROJO DE SEDA		APN-83
	Porcentaje de vaina - dañada, %	Porcentaje de grano dañado %	Porcentaje de vaina - dañada
I	0	0	0
II	6.67	2.80	0
III	6.67	1.52	0
IV	6.67	2.96	0
\bar{x}	5.00	1.82	0

Cuadro 8. Porcentaje de daño de A. godmani evaluado en base a 10 plantas en la de Seda y en la línea APN-83 de frijol común. San Salvador, Ciudad, Enero de 1989.

D A Ñ O	ROJO DE SEDA		APN-83
	Porcentaje de vaina - dañada, %	Porcentaje de grano dañado %	Porcentaje de vaina - dañada
I	1.47	0.63	0
II	3.12	1.68	0
III	7.04	5.62	0
IV	3.17	0.68	0
\bar{x}	3.70	2.15	0

Cuadro 9. Rendimiento por repetición de Rojo de Seda y la línea APN-83 en Universitaria, Enero de 1989.

Genotipo	R E P E T I C I O N E S				Σ
	I	II	III	IV	
Rojo de Seda	482.67	727.11	580.89	616.00	2406.67
APN-83	475.55	533.33	613.33	542.00	2164.21

Cuadro 10. Registro de daños por alimentación, huevos y larvas de A.godmani encontradas en invier-
nidad Rojo de Seda, Ciudad Universitaria, 19 de noviembre de 1989.

PARAMETRO	ALIMENTACION						HUEVOS						LARVAS	
	RI	RII	RIII	Σ	\bar{x}	%	RI	RII	RIII	Σ	\bar{x}	%	RI	RII
T ₁	3	48	2	53	17.67	13.28	1	0	0	1	0.33	3.57	0	0
T ₂	0	46	0.00	46	15.3	11.53	2	4	0	6	2	21.43	0	20
T ₃	0	300	0	300	100	75.19	0	19	2	21	7	75	4	11
T O T A L	3	304	2	399	133	100	3	23	2	28	9.33	100	4	31

Cuadro 11. Registro de alimentación de A. godmani encontradas en invernadero en la var
 el 19 de noviembre de 1988.

San Salvador, Ciudad Universitaria, noviembre de 1989.

TAMAÑOS	ALIMENTACION				\bar{x}
	RI	RII	RIII	Σ	
T ₁	10	1	42	53	17.67
T ₂	7	1	56	64	21.33
T ₃	5	30	0	35	11.67
T O T A L	22	32	98	152	50.67

T₁ = 2.6 cm
 T₂ = 6-8 cm
 T₃ = 6-11 cm

NOTA : No se registraron huevos ni larvas, sólo se encontr
 alimentación.

CONCLUSIONES

1. Se puede concluir preliminarmente que la línea APN-83, presenta una reacción ante la infestación de A. godmani que corresponde a los mecanismos de resistencia de tipo antibiosis y antixenosis.
2. La posibilidad de antixenosis en la línea APN-83 de frijol común, puede estar relacionada causalmente al menos en forma parcial con el contenido de fibra de las vainas de dicho genotipo.
3. El picudo de la vaina de frijol común A. godmani, muestra preferencia por las vainas pequeñas para ovipositar en los dos genotipos estudiados.

RECOMENDACIONES

1. Realizar otros trabajos similares a este para estudiar más a fondo los mecanismos de resistencia ante A. godmani en frijol común en la fase de campo; y en los experimentos de invernadero asegurando lo mejor posible la disponibilidad simultánea de jaulas, plantas adecuadamente desarrolladas y gran cantidad de adultos recién emergidos.
2. Evaluar posibles diferencias en intensidad de alimentación de adultos en el follaje del genotipo de frijol común de distinta susceptibilidad y determinar si hay efecto de determinado genotipo en la capacidad de oviposición de las hembras o en la viabilidad de sus huevos.
3. Iniciar estudios a fin de localizar la ubicación precisa y de ser posible el reconocimiento del principio activo antibiótico del genotipo APN-83 y de otros materiales resistentes A. godmani.
4. Iniciar estudios sobre herencia de caracteres antibióticos de APN-83 a través de cruces con genotipos susceptibles especialmente de cualidades agronómicas y organolépticas aceptables.

5. Estudiar además del contenido de fibra, otras posibles causas de origen morfológico de constitución interna - para la manifestación de antixenosis contra Apion godmani en el genotipo APN-83 y otros similares en su propiedad de ser resistente a la plaga.

6. Iniciar estudios sobre analogías bioquímicas que pueden ocurrir entre huéspedes alternativos de la plaga - en las cuales la infestación natural sea reducida, y - genotipos resistentes de frijol común como APN-83.

7. Iniciar estudios con el fin de detectar posibilidades del mecanismo de resistencia llamada tolerancia en genotipos de frijol común con susceptibilidad o resistencia intermedia a la plaga de Apion godmani.

9. B I B L I O G R A F I A

1. ADKISSON, P.L.; DYCK, V.A. 1984. Variedades resistentes en los sistemas de manejo de plagas. In Mejoramiento de plantas resistentes a insecticidas. Comp. Fowden G. Maxwell; Peter R. Jennings. México, D.F., Limusa. p. 253-273.
2. AJQUEJAY, A.; MASAYA, S.P.; SOTO, D.J.J. 1988. Avances en el mejoramiento por resistencia a Apion sp. en el altiplano de Guatemala. In Taller Internacional sobre Apion (2, 1988, Danlí). Memorias. Danlí, Honduras, Secretaría de Recursos Naturales, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). p. 76-93.
- 3.- BECK, S.D. and MAXWELL, F.G. 1976. Use of plant resistance. In Treory and practice of biological control. Ed. by C.B. Huffaker, P.S. Messenger. London Academic Press. p. 615-636.
4. BECK, S.D. 1984. Conducta de los insectos y resistencia vegetal. In Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. Comp Fowden G. Mawell; Peter R. Jennings. México, D.F.; Limusa. p. 135-154.
5. BELDER I., E.D.; SEDILES, A. 1985. Control integrado de plagas; sanidad vegetal, entomología. Managua, Nic., Escuela de Sanidad Vegetal. p. 180-191.

6. CARDONA, C. 1988. Fuentes de resistencia a Apion spp. Resúmen. In Taller Internacional sobre Apion (2, 1988, Danlí). Memorias. Danlí, Honduras, Secretaría de Recursos Naturales, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). p. 38-40.
7. CENTRO DE RECURSOS NATURALES, SERVICIO DE METEOROLOGIA E HIDRAULICA. 1987. Almanaque Salvadoreño 1987. Sonsonate, El Salv., MAG. 96 p.
8. CMSTOCK, J.H. 1940. An introduction to entomology 9th ed. Ithacam New York, Comstock Publishing Associates, Cornell University Press. p. 173.
9. CIAT. 1983. Informe anual 1983; Programa Frijol. Cali, Col. p. 54-60.
10. _____. 1984. Informe anual 1984; Programa Frijol. Cali, Col. p. 64-65.
11. _____. 1987. Sistema estandar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart Van Schoonhoven y Marcial A. Pastor, Corrales, (Comp). Cali, Colombia. 56 p.
12. _____. 1987. El picudo de la vaina del frijol y su control; Guía de Estudios para ser usada como complemento a la Unidad Auditorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Víctor Salguero; Oswaldo Díaz; Eddy García; Felícito A. Monzón y César Cardona. M. Producción: Carlos A. Valencia. Cali, Colombia. CIAT. 42 p.

13. CISNEROS, V.F.H. 1980. Principio del control de las plagas agrícolas. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. p. 63-65.
14. CHAPMAN, R.F. 1971. The insects: structure and function. 2th ed. New York, American Elsevier Publishing Company. p.391.
15. DIAZ A.O. 1988. Distribución e importancia económica de Apion spp en Centro América y México. In Taller Internacional sobre Apion (2, 1988, Danlí). Memorias. Danlí, Honduras, Secretaría de Recursos Naturales, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). p. 7-15.
16. _____. 1988. Avances en el mejoramiento genético de la resistencia del frijol común al ataque de Apion godmani Wagner en Honduras. In Taller Internacional sobre Apion (2, 1988, Danlí). Memorias. Danlím Honduras, Secretaría de Recursos Naturales, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). p. 101-113.
17. DURON AVILES, E. 1981. El picudo de la vaina del frijol. El Salvador; Organismo Internacional de Sanidad Agropecuaria. Boletín Técnico N° 5. 19 p.

18. EL SALVADOR, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA.
Economía y Planificación Agropecuaria, Programa
Frijol 1974-1977. Publicación Miscelánea.
49 p.
19. GALLO, D. 1978. Manual de entomología agrícola.
3 ed. Sao Paulo, Bra., Arronomicaceres. p. 146-
153.
20. GALLUN, G.L., KHUSH, G.S. 1984. Factores genéticos
que afectan la expresión y estabilidad de la resis-
tencia. In Mejoramiento de plantas resistentes a
insectos. Comp Fowden G. Maxwell, Poter R. Jennings.
México, D.F., Limusa. p. 83-106.
21. GARCIA P., E.A.; BENAVIDES, L.A. 1988. Avances de In
vestigación para resistencia a Apion godmani en Ni-
caragua. In Taller Internacional sobre Apion (2,
1988, Danlí). Memorias. Danlí, Honduras, Secreta-
ría de Recursos Naturales, Centro Internacional de
Agricultura Tropical (CIAT). p. 94-99.
22. GARZA, G.R. 1988. mecanismos de resistencia en mate-
riales de frijol Phaseolus vulgaris L., selecciona-
dos como resistentes al picudo del ejote Apion spp.
In Taller Internacional sobre Apion (2, 1988, Danlí).
Memorias. Danlí, Honduras, Secretaría de Recursos
Naturales. Centro Internacional de Agricultura Tro-
pical (CIAT). p. 41-61.

23. _____. 1988. Avances en mejoramiento genético del frijol para incorporar resistencia al ataque del picudo del ejote, Apion spp en variedades mexicanas. In. Taller Internacional sobre Apion (2, 1988 Danlí). Memorias. Danlí, Honduras, Secretaría de Recursos Naturales, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). p. 114-120.
24. GOMEZ, L.A. 1983. Mecanismos de resistencia al gorgojo Sitophilus oryzae (L) en genotipos seleccionados de In X Congreso, Sociedad Colombiana de Entomología. SOCOLEN, (1983, Bogotá). Resúmenes. Bogotá, Col. p. 55.
25. HALMAN, G.; BEEBE, S.; y SALGUERO, V. 1985. Resistencia a Apion godmani Wagn.; y muestreo en viveros de frijol. In Memoria del Seminario Regional de Fito protección, abril 1984. ed. por Andres, K.L., Bartletta, H. Pilz, G.E. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. Ceiba 26(1): 164-171.
26. HARLAN, J.R.; STARKS, K.J. 1984. Fuentes y necesidades de germoplasma. In Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. Fowden G. Maxwell; Peter R. Jennings. México, D.F. Limusa. p. 273-294.

27. HANOVER, J.W. 1984. Mejoramiento de árboles forestales resistentes a los insectos. In Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. Cms. Fowden G. Maxwell, Peter R. Jennings. México, D.F. Limusa. p. 325-527.
28. HORBER, E. 1984. Tipos y clasificación de la resistencia. In Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. Cms Fowden G. Maxwell; Peter R. Jennings. México, D.F., Limusa. p. 35-42.
29. KLOTS, A.; KLOTS, E. 1977. 1001 questions answered about insects. 2th ed. New York, EU, Dover Publications. p.65.
30. KOGAN, M. 1983. Principios de la relación insecto-planta y su aplicación en la resistencia varietal. In. Programa de yuca (1983, Cali). Yuca: control integrado de plagas. Cali, Col. p. 33-44.
31. LEFTWITCH, A.W. 1977. A dictionary of entomology. 2th ed. London G.B., Constable and Company Limited. p. 65-251.
32. MANCIA, J.E. 1973. La biología del picudo de la vaina del frijol, Apion godmani Wagn y su distribución en El Salvador. SIADES (El Salv.) 2(2):12-29.

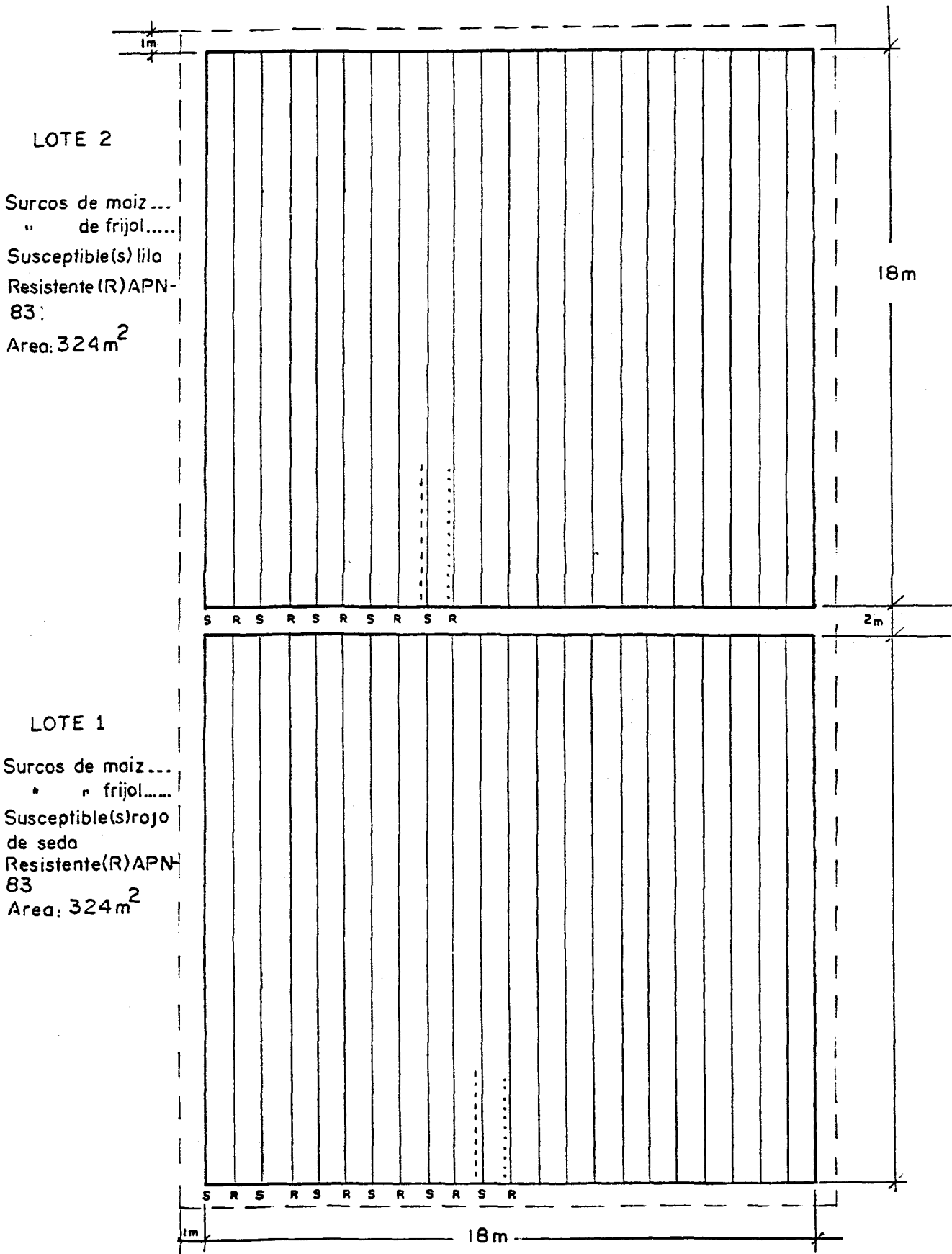
33. MANCIA, J.E. 1973. Evaluación de variedades de frijol tolerantes al picudo de la vaina Apion godmani Wagn. SIADES (El Salv.) 2(3-4): 15-20.
34. MANCIA, J.E. 1973. Efectividad de varios insecticidas en el combate del picudo de la vaina del frijol común, Apion godmani, Wagn. 1971-1972. El Salvador. SIADES 2(3-4): 2-13.
35. MONZON, F.A.; MASAYA, S.P. 1988. Avances en el mejoramiento genético de resistencia del frijol común al Apion godmani Wagner en el sur oriente de Guatemala. In Taller Internacional sobre Apion (2, 1988, Danlí). Memorias. Danlí, Honduras, Secretaria de Recursos Naturales, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). p. 62-72.
36. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1978. Manejo y control de plagas de insectos. Trad. por Modesto Rodríguez de la Torre. 3 ed. México, D.F., Limusa. v. 3, p. 91-125.
37. NILES, G.A. 1984. Mejoramiento de algodón resistente a sus insectos plaga. In Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. Coms Fowden G. Maxwell; Peter R. Jennings. México, D.F., Limusa. p. 372-375.

38. ORTEGA, A.; VASAL, S.K., MIHM, J.; HERSHEY, C. 1984. Mejoramiento de maíz resistente a los insectos. In Mejoramiento de maíz resistente a los insectos. Coms. Fowden G. Maxwell, Peter R. Jennings. México, D.F., Limusa. p. 423-425.
39. ORTMAN, E.E.; PETERS, D.C. 1984. Componentes de un programa para el desarrollo de resistencia a los insectos en las plantas. In Mejoramiento de plantas resistentes a insectos. Coms Fowden, G. Maxwell; Peter R. Jennings. México, D.F., Limusa. 25-32 p.
40. PAINTER, R.H. 1951. Insect resistance in crop plants. * New York, Macmillan. p. 23-83.
41. RUSSELL, G.E. 1978. Plant breeding for pest and disease resistance. Butterworths, London. p. 306-312.
42. SALGUERO, V. 1985. Conocimientos actuales sobre Apion sp. In Memoria del Seminario Regional de Fitoprotección, abril 1984. Ed. por Andres K.L., Barletta, H.; y Pilz, G.E. Escuela Agronomica Panamericana. El Zamorano, Honduras. Ceiba 26 (1): 153-156.

43. SCHOONHOVEN, A.V.; CARDONA, C. 1979. Insectos y otras plagas del frijol en América Latina. In Problemas de producción del frijol. 1979. Com. y Ed. Howard F. Schwartz y Guillermo E. Gálvez. Cali Col. CIAT. p. 388-391.
44. SCHOONHOVEN, A.V.; CARDONA C. 1985. Plagas que atacan las vainas. In frijol investigación y producción. 1985. Comp. y ed. Marceliano López, Fernando Fernández y Aart van Schoonhoven. Cali, Col. CIAT. p. 275-278.
45. WIGGLESWORTH, V.B. 1972. The principles of insect physiology. 7th ed. London GB, Chapman and Hall. p. 61-62.
46. WISEMAN, B.R. 1985. Types and mechanisms of host plant resistance to insect attack. Insect science (Great Britain) 6(3): 239-242.

8. A N E X O S

PLANO DE CAMPO EN HDA, COPAPAYO



LOTE 2

Surcos de maiz ...
" de frijol.....
Susceptible(s) lila
Resistente (R) APN-
83:
Area: 324m²

18m

S R S R S R S R S R

2m

LOTE 1

Surcos de maiz ...
" de frijol.....
Susceptible(s) rojo
de seda
Resistente (R) APN-
83
Area: 324m²

S R S R S R S R S R

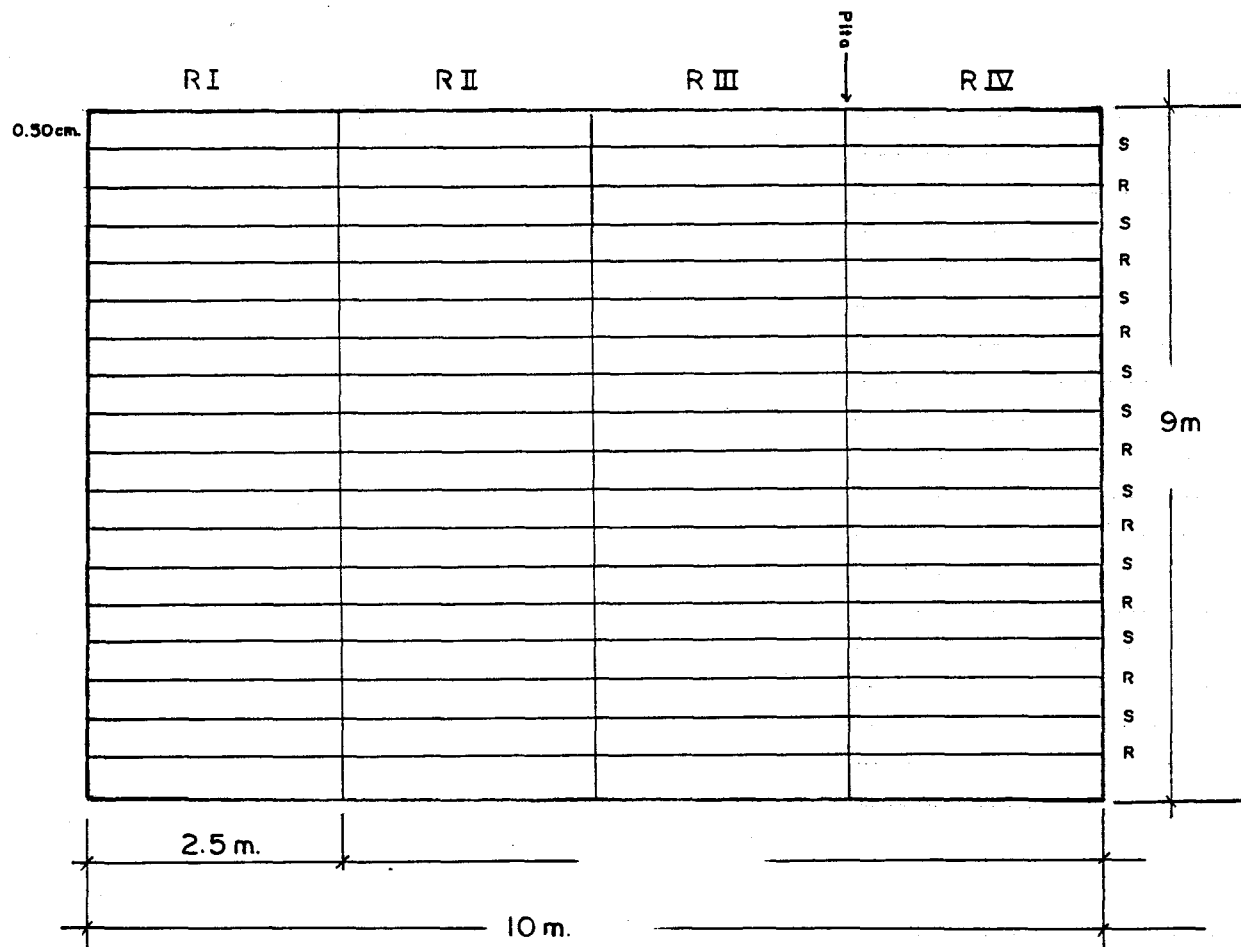
1m

18m

ANEXO 2



PLANO DE CAMPO, CIUDAD UNIVERSITARIA



DATOS

Area total 90m^2

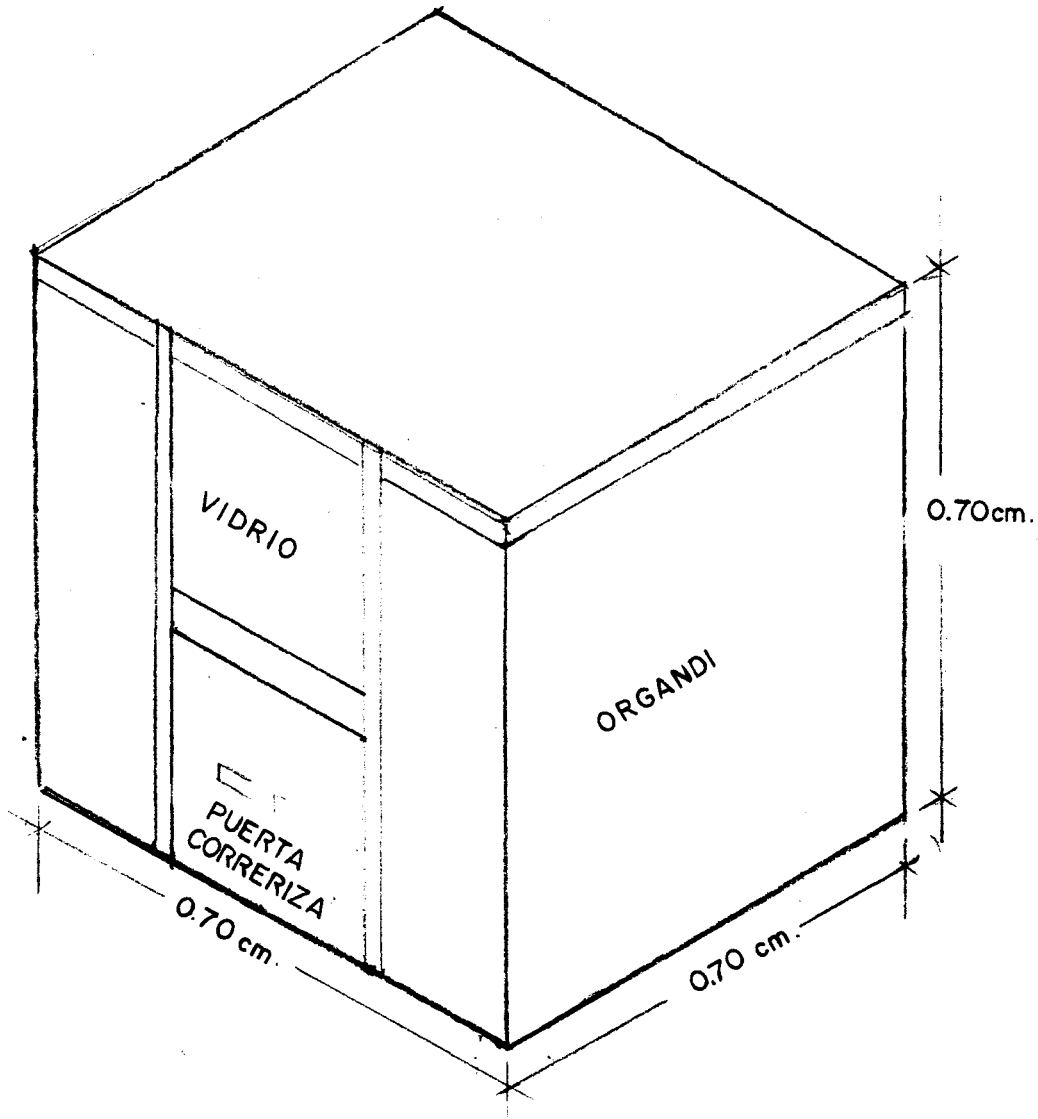
Distancia entre surcos 0.50 cm.

Distancia entre planta 0.10 "

S = Variedad susceptibles APN-83

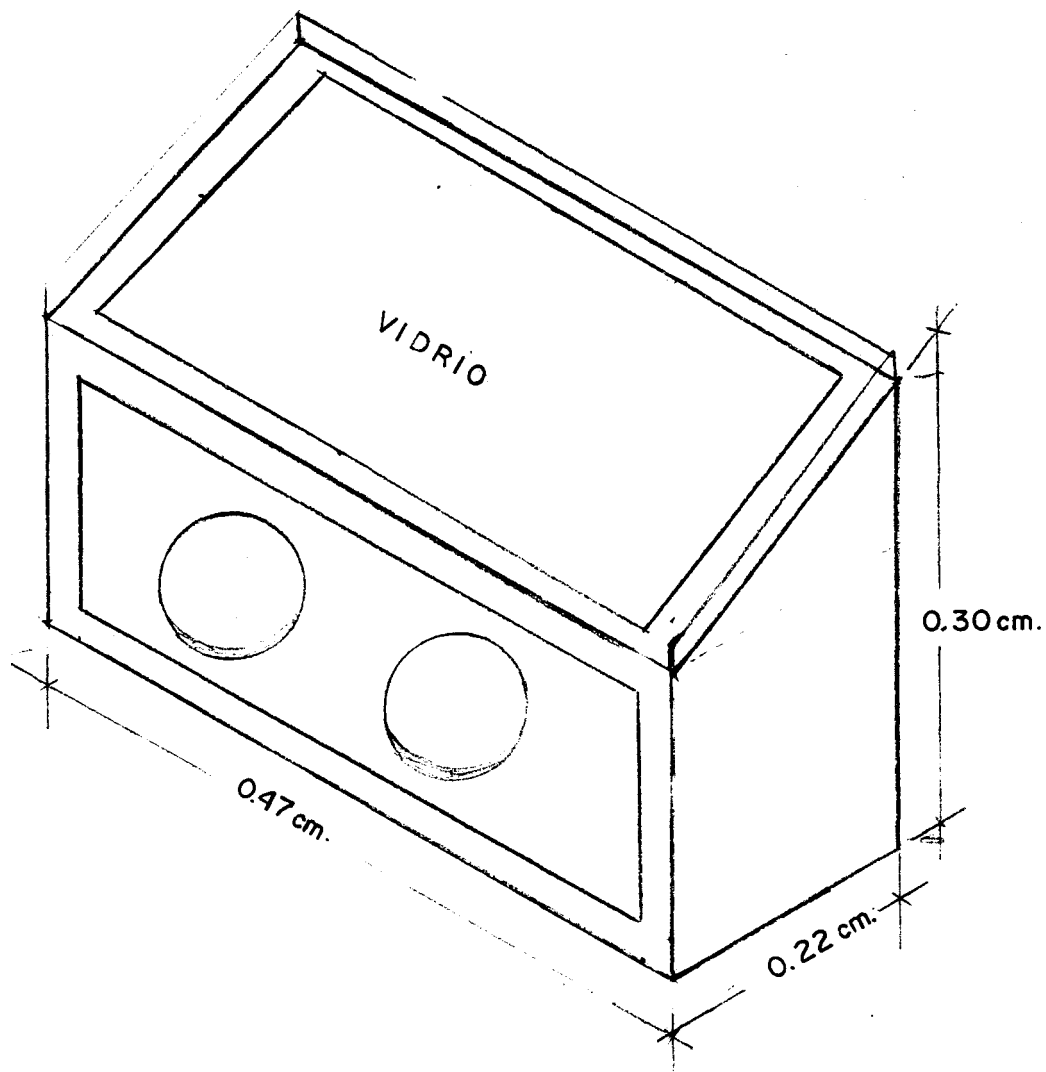
R = Linea resistente rojo de seda

ANEXO 3



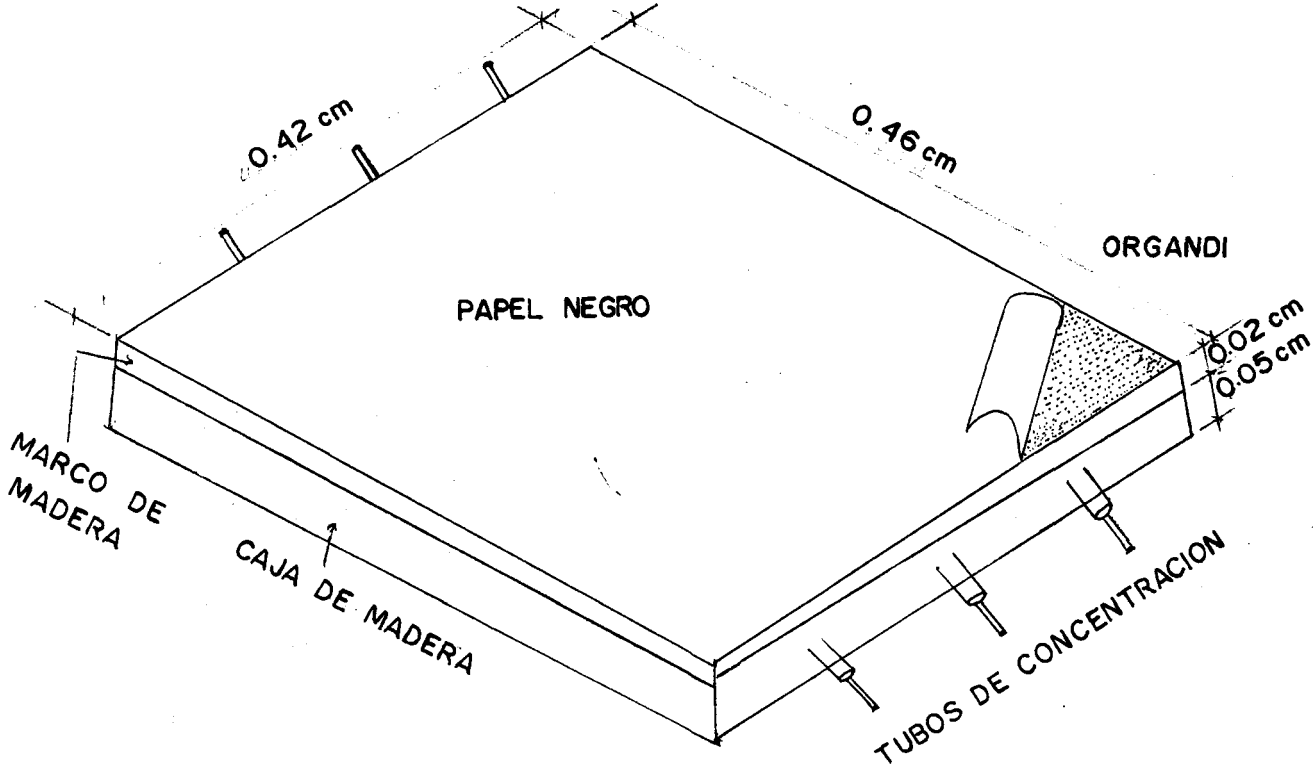
$$V = 0.343 \text{ mts.}^3$$

ANEXO 4

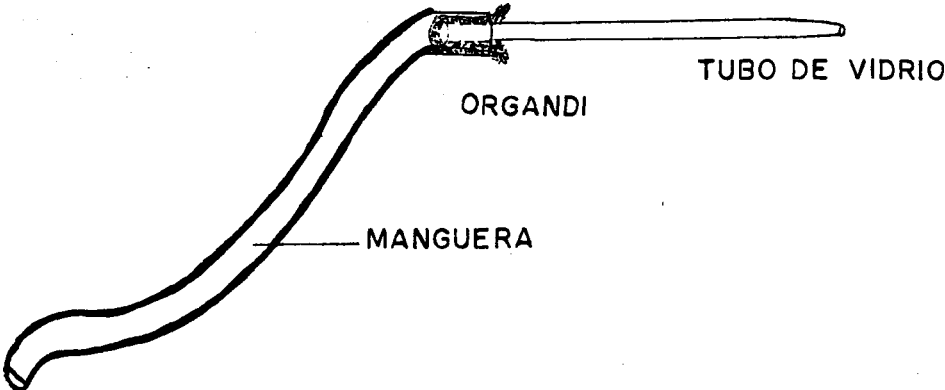


$$V = 0.026 \text{ mts}^3$$

ANEXO 5



ANEXO 6



ANEXO 7

TOMADA DE APIONOTAS 2, AÑO 1988. VIA CIAT.

CLAVE PARA DIFERENCIAR LOS GENEROS APION Y CHRYSAPION EN
CENTRO-AMERICA

1. Coxas medias separadas.....Apion
Coxas medias no separadas.....Chrysapion

1. Una o más tibias del macho macronotus (terminadas en punta).....A
 No como en 1.....5

- A. Pronoto sin reborde cónico.....
 caso especial del subgénero Coelocerphalapion especie annulatum
 No como en A.....3

3. Pico recto, que mide menos de 0.8 veces la longitud del torax.....Stenapion
 No como en 3.....Trichapion

5. Artejo tarsal 3 pequeño y rodeado por el 2.....Heterapion
 No como en 5.....7

7. Basitarso 1 casi tan ancho como largo....."Ixias"
 No como en 7.....9

9. Pico corto, recto y grueso.....Stenapion
 No como en 9.....11

11. Elitros ensanchados y con hoyos pequeños hacia el ápice
Bothryopterion
 No como en 11.....13

13. Prominencias ventrales de la cabeza altas.....
Coelocerphalapion
 No como en 13.....B

- B. Metaesternó tuberculado en la parte media.....
 caso especial del subgénero Coelocerphalapion especie del grupo sordidum.
 No como en B.....15

15. Pronoto con reborde basal.....17
 No como en 15.....25

17. Grabado uniforme en el pico.....Alocentron
 No como en 17.....19

19. Antena insertada a una distancia de la base del pico que es igual a 0.9 veces el ancho de la frente.....21
 No como en 19.....23
21. Pico claro en la parte apical...algunos.....Coelocephalapion
 Pico oscuro.....
subgénero no asignado, especie auripilosum Sharp
23. Antena insertada a una distancia de la base del pico que es más de 3 veces el ancho de la frente.....
subgénero no asignado, especie seriatum Sharp
 No como en 23...algunos.....Coelocephalapion
25. Pronoto cónico...algunos.....Coelocephalapion
 No como en 25.....27
27. Basitarso 2 del macho espinoso.....Ceratapion
 No como en 27.....29
29. Parte de las patas y/o escapo antenal amarillos.....Pseudapion
 No como en 29.....
subgénero no asignado, especie panamense Sharp

CLAVE PARA DETERMINAR LAS ESPECIES DEL GENERO ANTON EUDONNERO TRICHOPTERA: 112

1. Un par de tibias mucronatas (terminadas en punta).....3
 Dos o tres pares de tibias mucronatas.....13
3. Basitarso 1 espinoso..... brachycephalum Wagner
 Basitarso 1 no espinoso.....5
5. Basitarso 1 fuertemente asimétrico.....
mirificum Kissinger
 No como en 5.....7
7. Basitarso 3 espinoso..... sanctifelis Sharp
 No como en 7.....9
9. Tibia 3 que se estrecha hacia el ápice.....
digenerum Kissinger
 No como en 9.....11
11. Antena insertada a 1/5 de la base del pico.....
consanguineum Wagner
 Antena insertada a 1/3 de la base del pico.....
punctulirostre Sharp
13. Coxa 1 dentada.....15
 Coxa 1 no dentada.....17
15. Pronoto con hoyos pequeños burdos.....colon Sharp
 Pronoto con hoyos pequeños finos.....lassum Sharp
17. Esterno 1 tuberculado.....brachyspinosum Wagner
 No como en 17.....19
19. Pico amarillo apicalmente.....hastifer Sharp
 Pico de un solo color.....21
21. Esterno 5 con procesos apicales pareados.....
acanicum Kissinger
 No como en 21.....23
23. Tibia 1 con un área desnuda especializada.....25
 No como en 2337

25. Basitarso 1 espinoso.....27
 Basitarso 1 sencillo.....35
- (27) Con la hendidura que recibe el escapo antenal angulosa;
intervalos biseriados.....calcaratipes Sharp
 No como en 27.....29
29. Fémur 3 grueso.....31
 No como en 29.....33
31. Tibia 1 con un área estrecha y brillante.....
spinitarse Wagner
 No como en 31.....enoplus Kissinger
33. Frente que es más o menos de 0.88 a 1 el ancho apical del
 pico.....brachycephalum Wagner
 Frente que es 1.25 veces el ancho apical del pico.....
tabogense Sharp
- (35) Tibia 1 desviada en el ápice.....godmani Wagner ✓
 Tibia 1 recta.....aurichalceum Wagner ✓
37. Tibia 1 mucronata.....macropus Wagner
 No como en 37.....39
39. Inserción antenal menor que el ancho de la frente.....
tetrichum Kissinger
 No como en 39.....41
41. Inserción antenal ligeramente más amplia que el ancho de la
 frente.....43
 Inserción antenal 1.2 o más veces más amplia que el ancho de
 la frente.....61
- (43) Intervalos monoseriados.....45
Intervalos biseriados.....53
45. De dos colores.....rufiperne Gyllenhal
 De un solo color y hendidura que recibe el escapo antenal no
 angulosa.....47

47. Reborde pronotal diminuto.....pleuriticum Sharp
 Reborde pronotal marcado.....49
49. Intervalos convexos.....oscillator Sharp
 Intervalos planos.....51
51. Escamas pleurales dos veces más gruesas que las escamas dorsales.....managuense Sharp
 Escamas torácicas pleurales y dorsales del mismo grosor.....
subrufum Sharp
53. Pilosidad densa en la base del intervalo 3.....55
 No como en 53.....57
55. Macrones proyectados en ángulo.....auriferum Wagner
 No como en 55.....perpilosum Wagner
57. Elitros con 2 setas especializadas.....59
 Elitros con 1 seta especializada.....63
59. Frente notablemente más ancha que el extremo dorsal del pico.....hadromerum Wagner
 No como en 59.....61
61. Elitros de color café rojizo.....vinosum Sharp
 Elitros negros.....glyphicum Sharp
63. Pico con más de 1.7 veces la longitud del pronoto.....
persulcatum Wagner
 Pico con menos de 1.65 veces la longitud del pronoto.....65
65. Color bronce y brillante.....bicolor Gerstaecker
 Negro opaco.....gracilirostre Sharp

ANEXO 8

ANALISIS DE PRUEBA DE "T"

	TOTAL	\bar{x}	Tc	$\sigma = 0$
Número de huevos de Rojo de Seda	24	3	1.204 ^{n.s.}	2.9
Número de huevos de APN-83	16	2		
Total de organismos en Rojo de Seda	142	9.47	2.83*	2.9
Total de organismos en APN-83	35	2.3		
- No. de organismos encontrados en R.deS. en el T ₁	3	0.20	0.22 ^{n.s.}	2.9
- No. de organismos encontrados en APN-83 en el T ₁	5	0.33		
- No. de organismos encontrados en R.de S.en el T ₂	34	2.27	2.57*	2.9
- No. de organismos encontrados en APN-83 en el T ₂	10	0.66		
- No. de organismos encontrados en R.deS. en el T ₃	79	5.27	2.72*	2.9
- No. de organismos encontrados en APN-83	4	0.27		
- No. de larvas total encontrado en R. de S.	57	3.8	2.27*	2.9
- No. de larvas total encontrado en APN-83	19	1.27		
- No. de huevos encontrados en APN-83 T ₁	9	1.12	0.669 ^{n.s.}	2.9
- No. de huevos encontrados en APN-83 T ₂	7	0.75		
- No. de huevos encontrados en R.S. en T ₁	15	15	1.071 ^{n.s.}	2.9
- No. de huevos encontrados en P.S. T ₂	9	9		
- No. de huevos encontrados en R.S. en T ₁	15	1.87	1.15 ^{n.s.}	2.9
- No. de huevos encontrados en APN-83 en T ₁	9	1.12		
- No. de huevos en RS en T ₂	9	1.12	1.17 ^{n.s.}	2.9
- No. de huevos en APN-83 T ₂	7	0.66		

n.s. : No significativo.

* : Significativo.

** : Altamente sig

4. PROCEDIMIENTO ANALITICO PARA FIBRA CRUDA
(RETENIDO DE BANZOS)

REACTIVOS:

- Acido Sulfúrico 0.13N
- Hidróxido de Potasio 0.13N
- N-Octanol
- Acetona

1. Pesar 1 gr. de muestra y colocar en crisol
2. Agregar 150 ml. ácido sulfúrico 0.13N previo calentamiento
3. Agregar 4 gotas de N-Octanol
4. Calentar por 30 minutos
5. Filtrar y lavar por 3 veces con 30 ml. de agua caliente, usando aire y después vacío.
6. Agregar 150 ml. de KOH 0.13N+4 gotas de N-Octanol
7. Calentar por 30 minutos
8. Filtrar y lavar por 3 veces con 30ml de agua caliente, usando aire y después vacío.
9. Lavar con 25 ml de acetona, removiendo con aire.
10. Secar por 1 hora a 105°.
11. Pesar el residuo en el crisol. = (F1)
12. Incinerar a 500°C
13. Pesar = (F2)

CALCULOS: 2 Fibras = $\frac{F_1 - F_2}{F_0} \times 100$

F₀

F₁ = Peso inicial

F₂ = Peso final

F₀ = Peso de muestra

ANEXO 11

Cuadro de medidas de ancho cefálico (Ac) y longitud cefálica (Lc) en trazos de micrómetro con microscopio estereoscópico*.

F E C H A	MEDICIONES		ESTADIOS LARVALES	
	TRAZOS Ac	TRAZOS Lc		
13/5/89	11	12	L ₂	L ₂
15/1/89	8	10	L ₁	L ₁
15/1/89	15	11	L ₂	L ₂
15/1/89	18	24	L ₃	L ₃
16/1/89	9	5	L ₁	L ₁
16/1/89	8	7	L ₁	L ₁
17/1/89	8	6	L ₁	L ₁
18/1/89	21	15	L ₃ *	L ₃ *
19/1/89	16	10	L ₃	L ₂
19/1/89	10	10.5	L ₂	L ₂
19/1/89	9	8	L ₁	L ₁
19/1/89	9	10	L ₁ *	L ₂ *
20/1/89	14	13	L ₂ *	L ₃ *
20/1/89	12	16	L ₂ *	L ₃ *
21/1/89	20	13	L ₃	L ₃
21/1/89	16	11	L ₂	L ₂
21/1/89	16	9	L ₂ *	L ₁ *
22/1/89	13	9	L ₂ *	L ₁ *
22/1/89	10	22	L ₂ *	L ₃ *
22/1/89	8	10.5	L ₁ *	L ₂ *

Factor de cálculo : 1 trazo = 0.0203 mm = Con tornillo macrométrico en 50 X.

* Wild, Heer Brugg.

Modelo M-8

Ocular 15 X

Objetivo Plan 1 X

Tornillo macrométrico (6-50 X).

ANEXO 12

Determinación de estadios larvales en Apion godmani por la regla de Dyar, en base a 20 mediciones en la variedad Rojo de Seda.

- Ancho cefálico (Ac.)

Serie A : 8,8,8,8,9,9,9, $\bar{\Sigma} 59 \bar{x}_1 = 8.4285$ trazos (L_1) siete individuos

Ac 0.1719 mm

Serie B : 10,10,11,12,13,14,15 $\bar{\Sigma} 85 \bar{x}_2 = 12.1428$ trazos (L_2) siete individuos

Ac = 0.2477 mm.

Serie C : 16,16,16,18,20,21 $\bar{\Sigma} 107 \bar{x}_3 = 17.8333$ (L_3) seis individuos Ac

= 0.3688.

Relación $\bar{x}_2 / \bar{x}_3 = 0.6809$ Aprox. 0.68

Relación $\bar{x}_1 / \bar{x}_2 = 0.6941$ Aprox. 0.69

Relación promedio : 0.6875 Aprox. 0.69 (estadio anterior/estadio posterior) : Relación inversa 1.45 (estadio posterior/estadio anterior). (Este valor se aproxima a la Regla de Dyar).

Serie A : 5,6,6,8,9,9, $\bar{\Sigma} 43 \bar{x}_1 = 7.1667$ trazos (L_1) seis individuos

L = 0.1462 mm.

Serie B : 10, 10, 10, 10.5, 11, 11, $\bar{\Sigma} 73; \bar{x}_1 = 10.4286$ trazos (L_2) siete individuos

L = 0.2127 mm

Serie C : 12,13, 13,15,16,22,24 $\bar{x}_3 = 16.4286$ trazos (L_3) siete individuos $L = 0.5351$ mm.

$$\text{Relación } \bar{x}_2 / \bar{x}_3 = 10.4286/16.4286 = 0.6348.$$

$$\text{Relación } \bar{x}_1 / \bar{x}_2 = 7.1667/10.4286 = 0.6872$$

Relación promedio 0.6610 Aprox. 0.66 (Estadio anterior/estadio posterior)

Relación inversa 1.51 = se aproxima al valor dado por la Regla de Dyar.

Eficiencia en la determinación de estadios en base a la medición de ancho y longitud cefálica como datos aislados :

$$\frac{12 \text{ casos de concordancia}}{20 \text{ casos estudiados}} = \underline{\underline{60\%}}$$

En la variedad APN-83, se hicieron 50 mediciones; los valores de ancho cefálico (A_c), oscilaron entre 0.16-0.18 y la longitud cefálica (L_c), osciló entre 0.14 - 0.20. Observándose dominancia del estadio larval L_1 , en comparación con Rojo de Seda en donde se pudieron determinar 3 estadios.

ANEXO 13

ANVA : Comparación de metodologías de evaluación de daño (30 vainas y 10 plantas).

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	1	0.21	0.21	0.1 ^{n.s.}	5.59	12.25
Error Experimental	6	21.30	3.04			
TOTAL :	7					

NOTA : No hay significancia estadística, por lo que es independiente usar cualquiera de los dos métodos.

ANEXO 14

ANVA : Evaluación de rendimiento entre Rojo de Seda y APN-83.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	1	0.07	0.07	2.33 ^{n.s.}	5.59	12.25
Error Experimental	6	0.20	0.03			
TOTAL	7					

NOTA : Estadísticamente no hay significancia, se considera igual rendimiento entre los dos genotipos.