

*Prácticas para el Manejo Integrado
del Picudo del Pimiento en
Puerto Rico*

*Universidad de Puerto Rico
Recinto de Mayagüez
Colegio de Ciencias Agrícolas
Estación Experimental Agrícola
San Juan, Puerto Rico*

PRÁCTICAS PARA EL MANEJO
INTEGRADO
DEL PICUDO DEL PIMIENTO EN
PUERTO RICO

Alberto Pantoja
Editor

2002

Derechos Reservados

La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso la reproducción parcial o total del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor de la sección.

Para obtener copias adicionales de este documento puede escribir a:

Oficina de Publicaciones
Estación Experimental Agrícola
P. O. Box 21360
San Juan, P.R. 00928

Contenido

	Página
Lista de autores	iv
Agradecimientos	v
Prólogo	vi
Capítulo 1. Origen y distribución geográfica del ají y el pimiento	1
Capítulo 2. Importancia económica y producción de ají y pimiento	3
Capítulo 3. Sistemas de siembra	10
Capítulo 4. Biología y descripción del picudo del pimiento	15
Capítulo 5. Daño causado por el picudo del pimiento	18
Capítulo 6. Conceptos generales de manejo integrado de plagas	20
Capítulo 7. Integración del agroecosistema y manejo integrado del picudo del pimiento en Puerto Rico	42
Bibliografía	54

Autores

Edwin Abreu

Departamento de Protección de Cultivos, Estación Experimental Agrícola, P.O. Box 506, Isabela, Puerto Rico 00694

Carmen I. Alamo

Departamento de Economía Agrícola, Estación Experimental Agrícola, P.O. Box 21360, San Juan, Puerto Rico 00928

Aristides Armstrong

Departamento de Protección de Cultivos, Estación Experimental Agrícola, P.O. Box 9030, Mayagüez, Puerto Rico 00681

Irma Cabrera

Departamento de Protección de Cultivos, Estación Experimental Agrícola, HC Box 7115, Juana Díaz, Puerto Rico 00795-9998

Mildred Cortés

Departamento de Economía Agrícola, Estación Experimental Agrícola, P.O. Box 21360, San Juan, Puerto Rico 00928

Melvin Irizarry Jusino

Departamento de Horticultura, Servicio de Extensión Agrícola, P.O. Box 9031, Mayagüez, Puerto Rico 00681

Sonia L. Martínez Garrastazú

Departamento de Horticultura, Estación Experimental Agrícola, HC Box 11656, Lajas, Puerto Rico 00667

Alberto Pantoja

Departamento de Protección de Cultivos, Estación Experimental Agrícola, P.O. Box 21360, San Juan, Puerto Rico 00928

Agradecimiento

Los autores agradecen la colaboración de varias personas que aportaron de su tiempo, conocimiento, esfuerzo y destrezas para lograr que esta publicación fuera posible. Se reconoce y aprecia la ayuda en la mecanografía de la Sra. Maribel Rodríguez y de la Srta. Yesennia González del Departamento de Ingeniería Agrícola y Biosistemas del Recinto Universitario de Mayagüez. La Agro. Silvia Ramos, el Agro. Wilfredo Robles y la Srta. Mildred Rodríguez colaboraron en la revisión de literatura, obtención de material bibliográfico y preparación de figuras.

Prólogo

La producción agrícola es riesgosa, por ello el agricultor necesita estar al tanto de técnicas eficientes para manejar las plagas y condiciones adversas a las que se enfrenta. En el trópico, uno de los principales problemas para la producción agrícola es el manejo de las plagas. En años recientes, el concepto de manejo o control de plagas en la producción agrícola ha estado estrechamente asociado al manejo integrado de plagas (MIP), al control biológico y la sostenibilidad.

El uso de dos o más prácticas a la vez constituye manejo integrado, por lo que muchos agricultores, sin saberlo, lo aplican. El aumento en la densidad de siembra y el manejo adecuado del agua, por ejemplo, afectan la incidencia de insectos, enfermedades y malezas, mientras, la eliminación de plantas hospederas reduce o retarda la incidencia de insectos. La experiencia ha enseñado al agricultor a manejar estos factores para optimizar la productividad de sus siembras. Es necesario que los agricultores adquieran conciencia de las prácticas de manejo del cultivo que emplean, porque con ellas podrán usar mejor los recursos disponibles para el ejercicio adecuado del MIP, lo que redundará en una agricultura eficiente y sostenible. Sin embargo, en pocas ocasiones el agricultor tiene la oportunidad de conocer y utilizar las tácticas disponibles de manejo para una plaga dada para lograr una producción sostenible o implantar un programa de MIP. El problema de integración de técnicas y la implementación del MIP se agrava en la producción de hortalizas, donde los requisitos de calidad de la fruta son altos, como en el caso de la producción de pimientos.

En este trabajo un grupo de científicos de la Estación Experimental Agrícola y del Servicio de Extensión Agrícola unió esfuerzos para presentar las técnicas disponibles para el manejo del picudo del pimiento, *Anthonomus eugenii* Cano, en las siembras de pimiento en Puerto Rico. Este insecto, detectado por primera vez en el norte

de la isla en septiembre de 1982, estuvo bajo control por varios años, pero apareció en el sur de la isla en el 1996. Debido a su presencia en la zona sur, donde hoy se producen pimientos en gran escala, se hace necesario presentar los adelantos sobre el manejo del picudo del pimiento en Puerto Rico. Agricultores, técnicos de campo y practicantes del manejo integrado de plagas se beneficiarán de este trabajo que resume la información disponible sobre manejo integrado del picudo del pimiento. Las tácticas aquí presentadas son también aplicables al ají, cultivo al que el insecto también ataca. La información presentada fue recopilada de variadas fuentes locales e internacionales, incluyendo trabajos de tesis de maestría en el Departamento de Protección de Cultivos del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. Además de técnicas de manejo para el picudo, se presentan conceptos básicos de MIP que pueden ser aplicados a otras plagas y cultivos. A medida que la Estación Experimental Agrícola desarrolle investigación adicional sobre el manejo del picudo del pimiento, ésta será integrada a los conceptos presentados en este trabajo y diseminada a los productores.

Alberto Pantoja

CAPÍTULO 1

Origen y distribución geográfica del pimiento y el ají

Alberto Pantoja, Melvin Irizarry Jusino
y Sonia L. Martínez Garrastazú

El género *Capsicum*, de la familia Solanaceae, originario del nuevo mundo, se cultiva actualmente en zonas tropicales y templadas de todo el planeta. Varias especies de *Capsicum* están entre los cultivos de mayor importancia que aportó el descubrimiento de las Américas al mercado mundial de las especias. Las especies de este género son plantas perennes anuales, de tipo arbustivo, que se propagan por semilla. El sabor peculiar del cultivo se debe a la presencia de capsicina en la placenta del fruto, característica controlada por un gen dominante. El ambiente o zona geográfica donde se produce el cultivo también tiene efecto sobre el sabor. En la zona templada se producen y se consumen más los tipos dulces, usados usualmente en forma verde, como el pimiento. Los tipos picantes, como el tabasco, ají caballero y ají picante, predominan en las zonas tropicales.

Heiser & Smith (1953) reconocen cinco especies domesticadas en el género *Capsicum*: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. chinense* y *C. pubescens*. Además de las especies domesticadas se reconocen otras 20 especies silvestres con gran variedad de colores, formas y sabores. El pimiento pertenece a la especie *C. annuum*, mientras que el ají dulce se clasifica bajo *C. chinense* y el ají picante como *C. frutescens* y *C. baccatum*. Cada especie está representada por muchas variedades.

El pimiento es una buena fuente de vitaminas, especialmente ácido ascórbico, abundante en los pimientos dulces, y de vitamina A, abundante en los pimientos picantes secos. Además de ser usados como especias, los pimientos son usados como ornamentales y en la medicina.

Reportes arqueológicos sitúan al pimiento 5,000 años antes de Cristo en Tehuacán, México y en Perú. Pickersgill (1969) sostiene que los pimientos fueron domesticados en las Américas en la época pre-cristiana. La práctica de siembras organizadas surgió simultáneamente en varias áreas de la región americana. Los pimientos de tipo dulce han cobrado importancia en épocas recientes; sin embargo, en la época pre-colombina los frutos picantes eran los más conocidos. Para las culturas indígenas el pimiento tenía un papel importante, luego del maíz y la yuca. Además de ser un comestible, el pimiento tenía un papel preponderante en las ceremonias religiosas, el folclore y en las leyendas indígenas.

El primer informe de pimientos en el Viejo Mundo es de Cristóbal Colón, en una carta de 1493 (Heiser, 1969). Una vez en España, el pimiento tuvo gran aceptación, siendo rápidamente diseminado por Europa y Asia. En la India, el cultivo de pimiento cobró gran importancia económica, llegando a ser este país el principal exportador del cultivo en el mundo.

Todas las especies de *Capsicum* cultivadas comercialmente, inclusive las especies silvestres, son diploides ($2n=2x=24$). Las especies hibridizan bien con excepción de *C. pubescens*, que no cruza bien con las restantes especies.

Especies silvestres de *C. baccatum* son abundantes en la región boliviana de Sur América, área donde se presume surgió la domesticación del cultivo. El ají dulce, *C. chinense*, es poco cultivado fuera de las áreas tropicales en las Américas y el Caribe. Por otro lado, los ajíes picantes, *C. frutescens* y *C. baccatum*, tienen variedades que son cultivadas fuera del trópico. La variedad Tabasco es una de las más conocidas en este grupo.

CAPÍTULO 2

Importancia económica y producción del pimiento y el ají

Mildred Cortés y Carmen I. Alamo

2.1 *Pimiento*

En Puerto Rico, el sector de producción de hortalizas ha tomado un lugar de prominencia a través de los años. La costa sur de Puerto Rico se ha convertido en el área donde se concentran las siembras comerciales de hortalizas en la isla (EEA, 1992; Orengo et al., 1999). Entre las hortalizas, el pimiento ha ocupado el tercer lugar en importancia económica, consistentemente en los últimos 10 años. Durante el 1997-98 la producción de pimientos fue de 85,000 quintales, valorados en \$3.6 millones (Figura 1) (Alamo, 1992; 1999). Esta cantidad representó el 6.7% del ingreso asociado al sector total de hortalizas para ese año fiscal. A su vez el ingreso generado por las hortalizas representó el 29.1% del ingreso bruto ajustado (IBA).

La producción de las hortalizas principales se muestra estable desde el 1974-75 al 1997-98. El 80% de la producción de pimientos proviene de las siembras comerciales de la costa sur de Puerto Rico. El pimiento ha sido sembrado por prácticamente todos los productores de vegetales de la costa sur. Durante el año 1998 se sembraron 456 cuerdas en la costa sur, esta cifra fue similar a la de 1997.

Los precios a los que se vende el pimiento se basan en los principios básicos de oferta y demanda. Cuando hay abundancia bajan los precios y en la escasez aumentan. Alrededor del 70% de la producción se concentra en los meses de enero a junio, obteniéndose la mayor producción en mayo y junio. Para el año fiscal 1997, los precios durante los meses de mayor producción

fluctuaron entre \$48.00 y \$52.00 el quintal. La producción mínima usualmente se registra en los meses de septiembre a diciembre. Cuando escasea la producción local, el precio del producto fluctúa entre \$47.00 y \$86.00 por quintal. Por esto, las siembras escalonadas, aunque riesgosas, proveerían a los agricultores mejores precios y con probabilidad podrían abastecer el mercado local. Las importaciones de pimienta se concentran en los meses de escasez y éstas provienen del Caribe y Estados Unidos. Durante el 1997-98 se importaron a la isla 29,579 quintales de pimienta (Figura 1). La producción local suplió el 74.1% del consumo de pimienta en la isla. En 1998, el consumo per cápita fue de 2.9 libras (Figura 2).

A pesar de las importaciones, aún en los meses de abundante producción existe un margen de expansión en las siembras del cultivo, sobre todo para satisfacer los meses de escasez. Los costos de producción así como la disponibilidad de variedades con desarrollo favorable en estos meses serán determinantes en la expansión del mercado.

El costo aproximado para el establecimiento de una cuerda de pimienta en la costa sur asciende a \$8,130.00. Los materiales (abono, semilla, equipo de riego, plaguicidas, empaque y otros) representan aproximadamente el 45% del costo total. Los plaguicidas representan el 30% de los materiales. El costo de la mano de obra en todas las etapas del cultivo representa el mayor gasto.

Durante el año 1989, la Estación Experimental Agrícola realizó una encuesta informal a varios compradores de vegetales en los principales supermercados del país. La encuesta permitió determinar el volumen de ventas y los criterios de selección. La calidad resultó ser el criterio de mayor importancia requerido por el consumidor. Otras características de importancia al seleccionar el pimienta son el tamaño y la apariencia general.

El pimiento se mercadea en cajas de 25 libras. El costo del proceso de mercadeo fluctúa de 5 a 10% del ingreso generado por la cosecha. El mercadeo se realiza a través de intermediarios (camioneros o contratos a distribuidores), venta directa y venta en las plazas de mercado.

2.2 *Ajies*

En 1997-98, la producción de ajies dulces en Puerto Rico ascendió a 9,700 quintales (Figura 3). Para cumplir con la demanda existente del producto se importaron 4,868 quintales provenientes en su mayoría de la República Dominicana. La producción local constituyó el 67% del consumo, las importaciones fueron el 33%.

El valor de la producción local en el año fiscal 1998 fue de \$733,000. El consumo total ascendió a 14,568 quintales, considerando que no se exportaron ajies. El consumo per cápita fue de 0.38 libras (Figura 4). A junio de 1998 se reportaron 31.5 cuerdas de ají sembradas en el proyecto de hortalizas de la costa sur.

Figura 1. Producción, importación y exportación de pimientos, 1975-1998

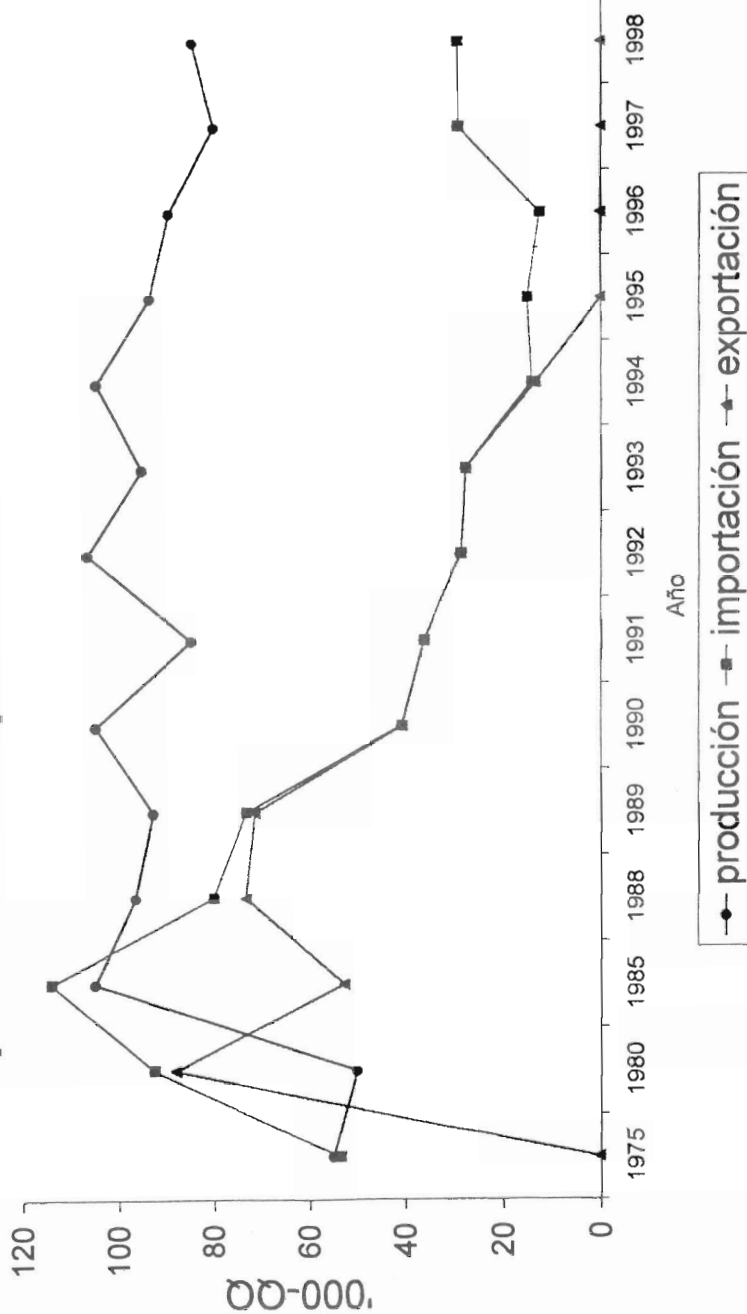
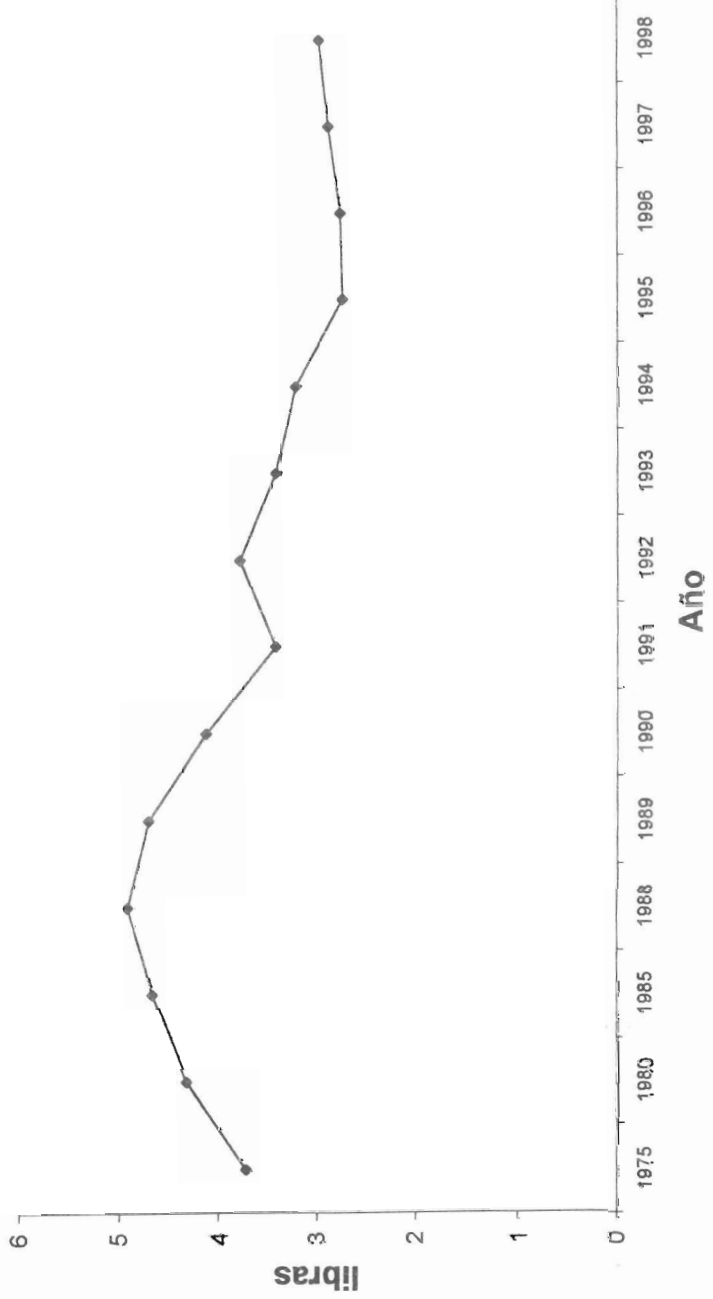
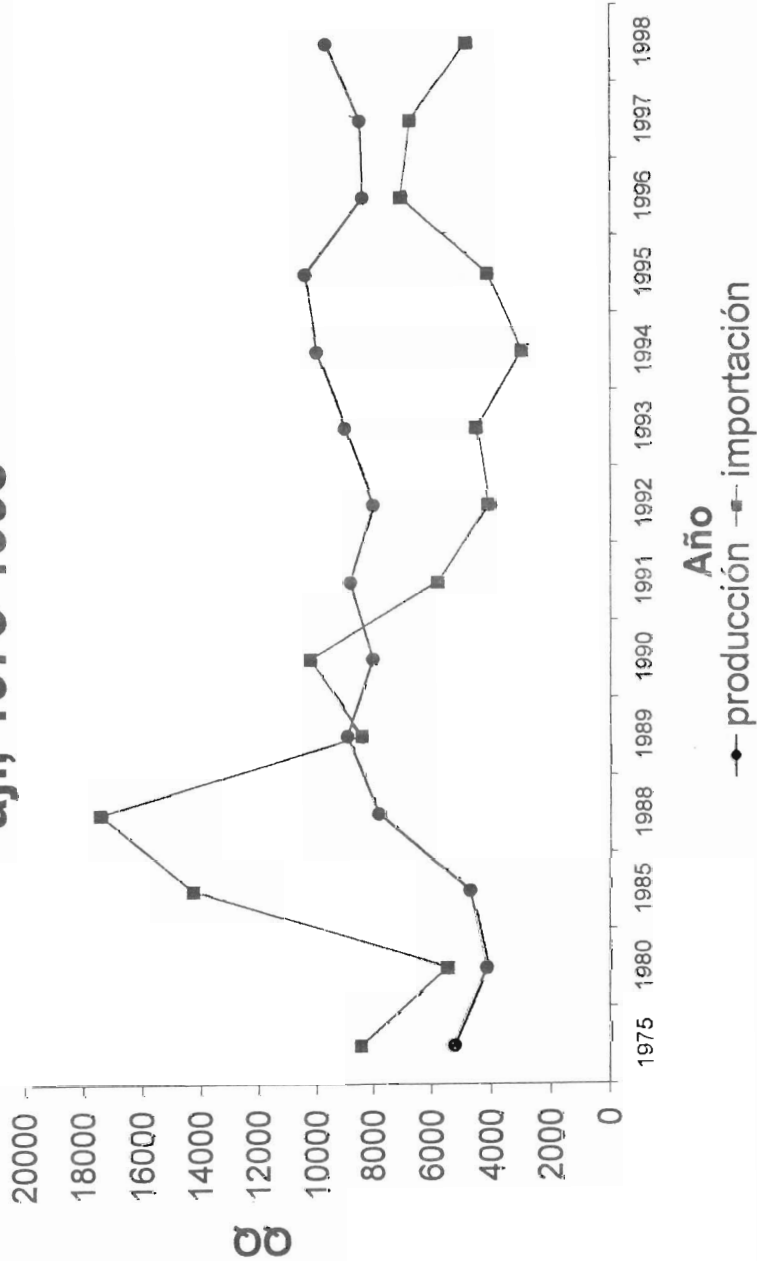


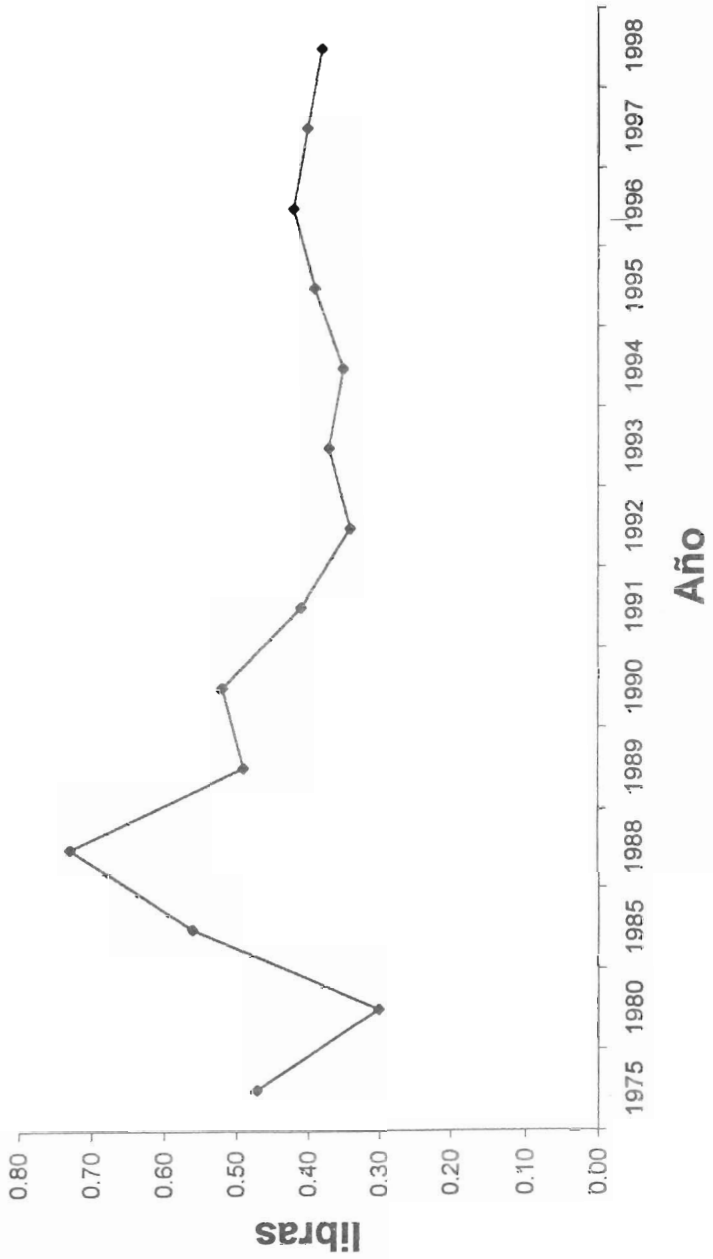
Figura 2. Consumo per cápita de pimientos, 1975-1998



**Figura 3. Producción e importación de
ají, 1975-1998**



**Figura 4. Consumo per cápita de ají,
1975-1998**



CAPÍTULO 3

Sistemas de siembra

Melvin Irizarry Jusino y Sonia L. Martínez Garrastazú

3.1 *Introducción*

En Puerto Rico se cultivan comercialmente el pimiento, ají dulce y ají picante (EEA, 1992; Orengo et al., 1999). Estos cultivos crecen bien en climas cálidos y pueden tolerar temperaturas ambientales más altas que plantas de la misma familia botánica, como son el tomate y la berenjena. En el área de los trópicos estos cultivos crecen a alturas desde el nivel del mar hasta los 6,000 pies de elevación, pero no toleran temperaturas por debajo de los 60°F. Tampoco toleran las inundaciones, pero requieren de 25 a 50 pulgadas de precipitación pluvial durante su ciclo de crecimiento. El suelo ideal para la siembra es de tipo lómico con buen drenaje y con pH entre 5.5 a 6.5.

3.2 *Agrosistemas donde se siembra el pimiento y el ají en Puerto Rico*

En Puerto Rico, la producción de pimiento y ají se encuentra distribuida en dos zonas geográficas con características ecológicas distintivas: la zona montañosa y la zona costera (Alamo, 1992; 1999; Orengo et al., 1999). En la costa sur y suroeste de la isla, en los municipios de Juana Díaz, Salinas, Santa Isabel, Yauco, Guánica y Lajas, se concentran la mayor parte de las siembras de pimiento y ají. En la zona central montañosa, municipios como Adjuntas, Naranjito, Barranquitas, Utuado y Jayuya son algunos de los de mayor producción de estos cultivos.

Las características inherentes a cada zona geográfica de producción ejercen un efecto sobre el sistema de siembra que utiliza el agricultor. En forma general, la zona de producción

costera se diferencia de la montañosa en que la producción intensiva costera utiliza mayores insumos que las siembras tradicionales de la montaña.

3.2.1 Zona Costera

La zona costera de producción de pimiento y ají se caracteriza por tener una elevación entre 25 y 1,500 pies de altura sobre el nivel del mar. Los terrenos costeros tienen una topografía que va desde llana a moderadamente inclinada. Los suelos típicos del área están representados por las series San Antón, Fraternidad, Coloso, Aguilita y Santa Isabel. Existen variaciones entre las características de éstos, que son desde lómicos hasta arcillosos. El pH puede fluctuar de 5.5 a 8.0. Suelos con valores de pH superiores a 8.3 no son recomendados para siembras de pimiento o ají, ya que a ese pH podrían manifestarse marcadas deficiencias de micronutrientes, y podría ser indicativo de saturación con sodio, lo que resulta nocivo a ambos cultivos.

En la zona costera se cultiva la mayor área de pimiento y ají en la isla. Allí se cultivan los dos tipos de pimiento: el de cocinar y el de rellenar o tipo campana. También se siembra ají, principalmente el ají dulce. Debido a la disponibilidad de riego en esta zona, la producción de pimiento y ají puede llevarse a cabo durante casi todo el año, aunque la mejor época es la de menos lluvia, la cual coincide con las temperaturas más frescas (desde noviembre hasta mediados de marzo). La precipitación en la costa varía de 40 a 70 pulgadas al año.

La preparación del terreno en esta zona es principalmente mecanizada, consistiendo de dos cortes de arado, dos rastrilladas y el banqueo. Luego de la preparación del terreno, la práctica más común es la instalación del sistema de riego por goteo. Se acostumbra, además, colocar una cubierta plástica sobre los bancos de siembra. Frecuentemente, antes de colocar el plástico se aplica e incorpora abono base al suelo.

Todas las siembras se realizan de trasplante. La distancia de siembra en cierta medida está determinada por el equipo mecánico para trabajar el campo que tenga disponible el agricultor. La distancia de siembra comúnmente utilizada y recomendada (EEA, 1992; Orengo et al., 1999) para el pimiento es en doble hilera sobre el banco, con una separación de 12 pulgadas entre hileras y una distancia entre plantas en la hilera que puede variar de 12 a 18 pulgadas. La distancia entre bancos es de seis pies. Para optimizar el uso del espacio, cuando se siembra a doble hilera y se utilizan distancias entre bancos menores de seis pies, comúnmente se usa el arreglo de tres bolillos.

La siembra del ají se puede hacer a hilera sencilla o doble sobre el banco, lo cual por lo general está determinado por la distancia entre los bancos de siembra. Cuando la distancia entre bancos (de centro a centro de banco) es de seis pies o más se acostumbra a sembrar en hileras dobles sobre el banco, manteniendo una distancia de 18 a 24 pulgadas entre hileras y de 18 a 24 pulgadas entre plantas en la hilera. Si la distancia entre bancos es menor de 6 pies se acostumbra sembrar a hilera sencilla, manteniendo una distancia entre plantas de 18 a 24 pulgadas.

En esta zona el agua para riego proviene principalmente de pozos profundos y el tipo más común de riego es por goteo. En cuanto al abonamiento, se acostumbra incorporar abono base al suelo y complementar el mismo con el uso de abonos solubles que se aplican por las líneas de riego (fertigación) y con abonos foliares. Para la fertigación se pueden utilizar fuentes solubles de nitrógeno (urea), fósforo (ácido fosfórico) y potasio (nitrato de potasio).

3.2.2 Zona Montañosa

En Puerto Rico, la zona montañosa de producción de pimiento y de ají se caracteriza por tener elevaciones entre 1,800 y 2,000 pies sobre el nivel del mar. Los terrenos de esta zona tienen una topografía que varía desde semillana a inclinada. Los suelos que

abundan en esta área son de tipo arcilloso, poco profundos y expuestos a la erosión. Por lo general el pH fluctúa de 4.5 a 5.5, con tendencia a la acidez. Las series de suelo que predominan en esta zona son Descalabrado, Guayama, Múcara, Naranjito y Humatas. La precipitación pluvial varía de 70 a 150 pulgadas al año. En esta zona predominan las siembras de pimiento de cocinar (tipo Cubanelle), mientras que de ají se pueden encontrar ambos tipos, dulce y picante.

Debido a la inclinación del terreno, el uso de maquinaria agrícola es limitado en la zona montañosa. En áreas de mucho declive la preparación del terreno es manual y limitada al mínimo requerido. Si las condiciones del área lo permiten, se realizan dos cortes de arado, un rastrillado y el banqueo. La dirección de los bancos se mantiene con el declive suficiente para que permita el manejo del agua de escorrentía sin que cause erosión.

El agua para riego es escasa por lo que los agricultores dependen principalmente de la lluvia. Los ríos, manantiales, pozos profundos o acueductos rurales son utilizados para proveer riego por goteo suplementario y fertigación.

Debido a la tendencia a la acidez en los suelos de esta zona, las enmiendas con cal son una práctica común. En raras ocasiones se aplica abono base, se utiliza principalmente abono granular sobre el banco y se combina con el uso de abonos foliares.

La topografía del terreno y la escasez de maquinaria agrícola especializada impiden el uso de cubierta plástica sobre los bancos de siembra. El trasplante es manual, con plántulas producidas en la finca.

Al igual que en la zona costera el pimiento se siembra a doble hilera sobre el banco (EEA, 1992; Orengo et al., 1999). La distancia de siembra es de 6 pies entre bancos, 12 pulgadas entre hileras y una distancia de 12 a 18 pulgadas entre plantas en la

hilera. El pimiento se acomoda sobre el banco en la forma convencional, pero donde la distancia entre bancos es menor de 6 pies comúnmente se utiliza el arreglo de tres bolillos. En esta zona es común encontrar el pimiento como cultivo intercalado con el café. Las distancias de siembra para el ají son similares a las que se usan en la zona costera.

CAPÍTULO 4

Biología y descripción del picudo del pimiento

Aristides Armstrong

4.1 *Introducción*

El picudo del pimiento, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae), fue detectado por primera vez en Isabela, Puerto Rico, en 1982 (Abreu y Cruz, 1985). Posteriormente, se diseminó por la zona nordeste y sur de la isla (Gordon, 1984; Correa, 1999). Según Elmore et al. (1934) esta plaga es endémica de México, de donde fue introducida a los Estados Unidos. El picudo del pimiento es plaga reconocida del pimiento y del ají en Centro América, Estados Unidos y varias islas del Caribe (Abreu y Cruz, 1985; Andrews et al., 1986; Elmore et al., 1934).

Conocer los aspectos de la biología y origen de un insecto es de importancia para implementar tácticas de control, identificar resistencia varietal y establecer programas de muestreo. En este capítulo se ofrecen aspectos básicos sobre la biología del picudo del pimiento. Además, se presentan referencias que permitirán al lector ampliar su conocimiento sobre la biología y desarrollo del insecto en el cultivo de pimiento.

4.2 *Etapas de desarrollo*

4.2.1 *Huevo*

El huevo recién ovipositado es de color crema, pero se torna oscuro cuando la larva está lista para eclosionar. El huevo es ovalado y de textura lisa y mide aproximadamente 0.53 mm de largo y 0.39 mm de ancho. Los huevos pueden ser localizados en los botones florales, el pedúnculo de los frutos y en el fruto.

4.2.2 Larva

La larva es cilíndrica, curvada y anillada. Es de color cremoso pero la cabeza es de color amarillo oscuro. Como es característico de la familia, la larva es ápoda (sin patas). La larva neonata mide aproximadamente 1.0 mm; la larva madura puede medir hasta 6.0 mm.

4.2.3 Pupa

La pupa es de color crema, pero se va tornando obscura según se transforma en adulto. La pupa alcanza una longitud de 3.2 mm y 2.0 mm de ancho. La pupa alcanza su desarrollo total en 3 a 6 días.

4.2.4 Adulto

El adulto del picudo mide aproximadamente 3.2 mm de largo y 1.5 de ancho. El insecto es negro o marrón oscuro y está cubierto por escamas de coloración crema o amarilla. La cabeza termina en forma de pico, típico de la familia de los curculiónidos. Al final del pico o aparato bucal están las antenas, que consisten de 10 segmentos; los últimos dos segmentos son en forma de mazo. La parte apical de la tibia es de color amarillo naranja. En el campo el adulto vive de tres a cuatro meses.

Los adultos se pueden localizar en las hojas tiernas y en las yemas florales, ya sea alimentándose de estas partes u ovipositando sobre los frutos jóvenes o las flores. Las hembras ovipositan en el ovario o en el pedúnculo de la flor o el fruto dependiendo de cuál etapa ataque. La cópula ocurre dos días después de la eclosión. Para ovipositar, la hembra crea una pequeña incisión con el aparato bucal, luego coloca el huevo y lo cubre con una secreción negra. Al incubarse, del huevo emerge la pequeña larva, la cual penetra el fruto o la flor. La etapa de pupa ocurre dentro del fruto. El adulto deja una incisión al salir del fruto.

4.2.5 *Ciclo biológico*

En Puerto Rico, bajo condiciones de laboratorio, las etapas de huevo, larva, pupa y adulto tienen una duración promedio de 3.6, 9.5, 3.3 y 31.7 días, respectivamente (Gordon, 1984; Gordon y Armstrong, 1990). El ciclo de vida total de huevo hasta adulto requiere 16.4 días. Bajo las condiciones climáticas apropiadas y en presencia de hospederos, cada 17 días se completa una generación del picudo. De manera que durante el período de tiempo desde la aparición de botones florales hasta el primer pase de cosecha (50 a 70 días) se pueden completar de cuatro a cinco generaciones del picudo por siembra.

CAPÍTULO 5

Daño causado por el picudo del pimiento

Edwin Abreu y Aristides Armstrong

5.1 Daño por el adulto

El adulto del picudo del pimiento se alimenta principalmente del follaje, yemas florales, flores y frutos de pimientos y ajíes (Elmore et al., 1934; Gordon, 1984; Gordon y Armstrong, 1990). El daño al follaje se distingue por la presencia de pequeñas perforaciones en la hoja. Los frutos infestados presentan pequeños puntos negros en el lugar donde el insecto ovipositó. Los orificios causados durante la oviposición y la salida del insecto del fruto son foco de entrada para patógenos, principalmente el hongo *Alternaria alternata*, que afecta el fruto internamente (Brutton, 1989).

5.2 Daño por la larva

La larva se desarrolla dentro del fruto, donde ataca las semillas y el fruto, ocasionando que las frutas aborten prematuramente, siendo éste el daño más considerable al cultivo (Gordon, 1984; Gordon y Armstrong, 1990). La placenta (tejido carnoso que sostiene la semilla) de los frutos afectados se torna necrótica debido a la alimentación de la larva. En ocasiones la larva abandona la placenta, alimentándose del pericarpio, afectando así la apariencia externa de la fruta. Es posible encontrar frutos aparentemente sanos externamente en cuyo interior se encuentra la larva, la pupa o el adulto recién eclosionado.

En ocasiones es posible encontrar frutas con perforaciones hechas por el adulto al salir del pimiento. Estas frutas sin aparente daño tienen poco valor mercadeable pues se descomponen rápidamente. Además, el mercadeo de frutos infestados pero que no presentan

síntomas externos es un factor de importancia en la infestación de nuevas áreas ya que provee una vía de diseminación de la plaga.

5.3 Daño por otros insectos

Un daño similar al causado por el picudo del pimiento, como la caída de flores y yemas florales, es atribuible a condiciones ambientales adversas que pueden afectar la planta. La alevilla de la yema floral, *Symetricheima capsica* (Lepidoptera: Gelechiidae), también causa la caída de yemas florales y flores que puede ser confundida con el daño del picudo. Para identificar el origen del daño es necesario disectar los frutos e inspeccionar para determinar la presencia de la larva del picudo en la semilla.

5.4 Efecto sobre el rendimiento

Durante el año 1982, cuando apareció esta plaga en Puerto Rico, se reportaron pérdidas que alcanzaron 89% de la producción total de pimientos en la isla. Según un catastro del Departamento de Agricultura durante la década de los 90 se registraron pérdidas del 100% en siembras de pimiento de cocinar, de campana y ajíes dulces.

El ataque y daño por el picudo del pimiento puede ser severo, tanto en pimiento como en ají dulce, dependiendo de factores como la variedad, la presencia de siembras viejas u hospederos alternos del picudo y la extensión e intensidad del cultivo. De manera general se estima que el daño es severo dado el bajo umbral de acción. Para mayor información sobre el umbral de acción se recomienda ver la sección sobre MIP en este manual en los Capítulos 6 y 7.

CAPÍTULO 6

Conceptos generales sobre el manejo integrado de plagas (MIP)

Alberto Pantoja

6.1 *Introducción*

El concepto de manejo integrado de plagas (MIP) ha recibido varias definiciones. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) define el MIP como “un sistema para combatir las plagas de los cultivos, el cual, dado el ambiente asociado con ellas y la dinámica de población de las especies consideradas plagas, utiliza técnicas adecuadas y muy compatibles para mantener la población de esas plagas por debajo de los niveles en que producirían pérdidas o perjuicios económicos inaceptables para el agricultor” (FAO, 1967).

Botrell (1979) añade un componente ecológico a la definición de MIP al afirmar que éste “es la selección, integración e implementación de un manejo de plagas basado en consecuencias económicas, ecológicas y sociológicas predecibles”. Por otro lado, Andrews (1989) propone la incorporación de ocho conceptos centrales en la definición del MIP. El manejo integrado de plagas se fundamenta en la interrelación de los siguientes elementos: 1) el agroecosistema, 2) el control natural, 3) la biología y ecología de los organismos, 4) el cultivo, 5) el muestreo y el uso de umbrales críticos, 6) el empleo de técnicas compatibles, 7) la integración de disciplinas, y 8) los efectos secundarios del uso de la fitoprotección.

El MIP pretende optimizar la producción agrícola al tiempo que garantiza la sostenibilidad del sistema o productividad a largo plazo y la protección del medio ambiente, del hombre y de los enemigos naturales de la plaga. El concepto del nivel de daño económico (NDE) permite tolerar poblaciones de insectos y ciertos niveles de daño en el cultivo que no alcanzan a afectar adversamente el rendimiento económico de éste (Walker, 1987a; 1987b). El MIP se puede considerar como una inversión en asistencia técnica del cultivo, que optimiza la relación costo/beneficio entre los insumos y el rendimiento obtenido (ingreso bruto), pero causando el mínimo efecto adverso al ambiente.

6.2 *Interacción cultivo-plaga*

En Puerto Rico se han realizado pocos estudios que cuantifiquen las pérdidas causadas por las enfermedades, los insectos dañinos y las malezas al cultivo del pimiento. Tal vez los daños por enfermedades e insectos están mejor documentadas que los daños por malezas. El efecto que tiene en el cultivo la competencia de las malezas y la presencia de éstas en la aparición de insectos no ha sido cuantificado en la isla; sin embargo, el manejo adecuado de un cultivo se basa en el conocimiento que se tenga de la relación entre las plagas y el cultivo.

El tipo de desarrollo o ciclo biológico de un insecto plaga está asociado generalmente con el estado de desarrollo de la planta que éste ataca. El daño que cause la plaga al pimiento (planta o fruto) dependerá del tipo de aparato bucal del insecto (masticador o chupador), de la densidad de población insectil, de su estado de desarrollo (larva, adulto o ninfa) y de la etapa de crecimiento de la planta atacada.

La capacidad de un cultivo para tolerar el daño causado por enfermedades, insectos y la competencia de las malezas varía según la fase de crecimiento de la planta. Generalmente, durante la fase de desarrollo vegetativo, la planta manifiesta tolerancia al daño causado por las plagas ya que el daño a la fase vegetativa es menor que el daño al fruto. Durante la etapa de floración y llenado del fruto la planta es más susceptible a las plagas.

6.3 *Identificación de la plaga*

En las siembras de pimiento podemos encontrar varias especies de insectos. Es preciso identificar taxonómicamente el insecto plaga, conocer la biología y desarrollo, estudiar su dinámica poblacional y descubrir sus enemigos naturales, para poder determinar el daño potencial que causaría ese insecto al cultivo. Con este conocimiento es posible formular un programa de manejo de plagas. Esta sección presenta los conceptos básicos sobre la biología del insecto, que tiene importancia en el diseño de un programa de manejo integrado de plagas.

6.3.1 *Preservación de especímenes*

La preservación de especímenes de referencia o de cotejo (“voucher”) es de importancia en todo programa de MIP. La preservación de especímenes de cotejo, debidamente identificados y preservados en museos o colecciones privadas pueden ser de utilidad para corroborar la identidad taxonómica de la plaga, para comparar datos de variadas áreas geográficas y en estudios de revisión del género. En Puerto Rico, el Museo de Entomología y Biodiversidad Tropical de la Estación Experimental Agrícola en Río Piedras sirve de depositario para insectos de importancia económica y agrícola. Además, existen colecciones privadas que sirven de depositario de especímenes a nivel local. Para más información sobre especímenes de referencia o cómo preservarlos se refiere el lector a Borrór et al. (1989).

6.4 Persistencia de la plaga

La presencia de una plaga en el cultivo y su persistencia en él puede ser casual, crónica o aguda. La plaga es casual cuando se halla en estado de emigración o migración. Se considera la plaga crónica cuando la misma está presente todo el año en el cultivo, sin embargo, su población es baja. Las plagas crónicas afectan el rendimiento, pero generalmente su control no resulta económico. La plaga aguda es la que causa epizootias (o epidemias). En este caso los insectos aparecen en gran número en determinadas épocas aunque en ocasiones su densidad sea normalmente baja. Las epizootias por insectos están asociadas generalmente con factores climáticos (cambios en las lluvias o en la temperatura), con desastres naturales o con desequilibrios ecológicos, debidos a la aplicación inadecuada de un plaguicida, que afectan los enemigos naturales de la plaga, su hábitat o ambos factores. El picudo del pimiento aparece mayormente de la floración a la cosecha, pero está presente todo el año. Su gran potencial como plaga descansa en la habilidad de destruir flores y frutos y su bajo umbral de acción.

6.5 Metamorfosis

Conocer el tipo de desarrollo del insecto (metamorfosis) es de gran importancia para desarrollar un programa de manejo de plagas. Se conocen dos patrones básicos de metamorfosis: la gradual (en la que hay huevos, ninfas y adultos) y la completa (cuyas etapas son huevo, larva, pupa y adulto). El picudo del pimiento tiene metamorfosis completa.

6.5.1 Metamorfosis gradual

En la metamorfosis gradual las ninfas y los adultos tienen morfología similar, el aparato bucal es igual y ambos se alimentan de las mismas partes de la planta. Los adultos se distinguen de las ninfas por alas desarrolladas y funcionales. Las ninfas poseen

alas rudimentarias y pequeñas, que están en desarrollo. Las ninfas, además, son de menor tamaño que los adultos y no tienen capacidad reproductiva.

6.5.2 *Metamorfosis completa*

En la metamorfosis completa hay cuatro estados o etapas de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. A diferencia de la metamorfosis gradual, en la metamorfosis completa cada estado de desarrollo del insecto tiene morfología distinta, y los dos últimos estados se alimentan de sustratos diferentes. Las larvas son fitófagas; en cambio, los adultos pueden ser fitófagos, como los coleópteros, o pueden alimentarse del néctar de las flores y llevar una vida libre, como los lepidópteros. Las pupas no se alimentan y carecen de medios de locomoción.

6.5.3 *Metamorfosis y muestreo*

Cuando se estudia el plan de muestreo de una plaga o se desarrolla un programa de manejo integrado de ésta, es muy importante conocer el patrón de metamorfosis del insecto por varias razones. Se pueden tomar muestras simultáneamente de insectos adultos e inmaduros que están sujetos a metamorfosis gradual. Una aplicación de plaguicidas controlaría ambos (inmaduros y adultos) de igual forma, ya que se alimentan del mismo sustrato. En cambio, los insectos de metamorfosis completa tienen diferentes medios de locomoción en cada etapa de su desarrollo. Como consecuencia deberá tomar muestras de forma diferente para los adultos, larvas y pupas.

El picudo del pimiento presenta metamorfosis completa. Los adultos son de vida libre, pero las larvas, huevos y pupas se desarrollan dentro del fruto o pimiento. Esta característica de desarrollo dentro del fruto dificulta el muestreo y control químico del insecto. Para más información sobre el desarrollo se recomienda ver la sección de biología en el Capítulo 4.

6.6 *Daño causado al cultivo: directo e indirecto*

El manejo de una plaga se basa en métodos cuantitativos que determinan la relación existente entre el insecto, el daño causado por éste o la estimación del daño y el costo que exige su control. Es entonces importante conocer la forma en que el insecto afecta la planta. El daño causado puede ser directo o indirecto.

6.6.1 *Daño directo*

El daño directo es cuando la plaga se alimenta de la parte de la planta que deseamos utilizar o comercializar (el fruto). Tal es el caso del picudo del pimiento que se alimenta de las flores y el fruto, reduciendo así el rendimiento.

6.6.2 *Daño indirecto*

El daño indirecto ocurre cuando el insecto, al alimentarse de la planta, no causa un efecto inmediato y directo en la parte de la planta que se cosecha o comercializa. Tal es el caso de los áfidos y del adulto del picudo, quienes se alimentan de las hojas.

El daño que reciba el cultivo puede provenir de insectos ya presentes en el campo en el momento de la siembra o de insectos que migren al predio luego de establecido el cultivo. La presencia del picudo en el campo puede determinarse haciendo muestreos secuenciales y manteniendo un registro de su presencia y abundancia.

6.7 *Dinámica poblacional*

La densidad de toda población tiene un rango de variación, en el que hay un límite máximo y otro mínimo. La densidad máxima está determinada principalmente por la cantidad de alimento disponible y por la acción reguladora de los enemigos naturales de

la plaga. El sistema agrícola de monocultivo no limita la densidad poblacional máxima ya que promueve el desarrollo rápido de plagas, al suministrar continuamente alimento en grandes extensiones. Por otro lado, la rotación de cultivos y la veda a la siembra permiten interrumpir el ciclo de vida y el desarrollo de altas poblaciones del picudo.

Con el tiempo, una población de insectos varía en densidad y magnitud. La fluctuación poblacional de los insectos fitófagos y de sus enemigos naturales representa el riesgo que corre el agricultor de que una plaga sobrepase el umbral de acción. El MIP procura fortalecer los factores de regulación de la plaga que existan en el campo. Las decisiones que se tomen en el manejo de plagas, sobre todo las relacionadas con aplicaciones de insecticidas, deben basarse en la densidad poblacional de la plaga, la presencia y densidad de sus enemigos naturales, el potencial de daño y el costo de control.

Una inspección del campo (muestreo) es el único método para establecer la densidad de la plaga y la de sus enemigos naturales. El método de muestreo que se emplee debe ser rápido, confiable y eficiente, tanto en la recolección de la plaga como de sus enemigos naturales.

6.8 Muestreo

En el cultivo del pimiento y otras solanáceas similares se han aplicado varios métodos de muestreo para plagas y sus enemigos naturales. Para una descripción detallada de estos métodos se recomienda a Ives y Moon (1987) y a Segarra y Pantoja (1988a; 1988b). Por conveniencia, los métodos de muestreo se agruparon en este capítulo en métodos absolutos, métodos relativos e índices poblacionales.

6.8.1 *Métodos absolutos*

Los métodos absolutos estiman la densidad de los artrópodos por unidad de área. Este método contabiliza todos los organismos en un área de dimensiones conocidas. Generalmente, los métodos absolutos requieren de mucho tiempo para completar una muestra y son intensivos. Estos métodos son usados por investigadores para calibrar otros métodos de muestreo o como parámetros de comparación. Estos métodos son rara vez empleados por técnicos de campo o agricultores.

6.8.2 *Métodos relativos*

Los métodos relativos determinan primero la densidad de la plaga en áreas pequeñas del predio y se estima luego su población en todo el lote. Estos métodos son selectivos y no se pretende recolectar todas las especies de insectos en el área estudiada. La precisión del método depende de los patrones de dispersión y movimiento de la plaga. Estos métodos no requieren tanto tiempo ni esfuerzo por unidad de muestra como los métodos absolutos. Por su rapidez y sencillez, los métodos relativos de muestreo son populares entre técnicos y agricultores y se emplean comúnmente en los programas de MIP.

6.8.3 *Índices poblacionales*

Los índices poblacionales se emplean para estimar la densidad de la plaga usando como criterio el número o el porcentaje de plantas afectadas por la plaga o de partes de planta dañadas. El recuento de frutas atacadas o frutas en el suelo y el porcentaje de defoliación son ejemplos de este tipo de muestreo. Aunque son indicadores de daño y de la posible presencia de alguna plaga, estos métodos no deben emplearse para tomar decisiones en el manejo de la plaga, a no ser que estén asociados (correlacionados) con la densidad de la plaga y con

una determinación del estado de desarrollo de ésta. En ocasiones, el insecto causa el daño al follaje y después emigra a otro campo o pasa a un estado de desarrollo (como la pupa) que no es dañino. En tales casos, las plantas dañadas sólo indican que los insectos estuvieron presentes en el área; no indican que aún estén en ella al momento del muestreo o que puedan causar más daño al cultivo. La decisión de aplicar un control químico debe ir acompañada por la inspección y el conteo de la plaga y por la estimación del potencial de daño que ésta tenga respecto a un cultivo dado en el momento de la inspección.

El tamaño y número de las muestras estarán determinados por la precisión deseada en el experimento y por los recursos (personal, tiempo y equipo) disponibles. Generalmente se emplea el muestreo secuencial, en el cual el número de muestras depende de la densidad acumulativa de insectos. Por regla general, a mayor número de muestras mayor precisión.

6.8.4 Muestreo secuencial

El muestreo secuencial fue propuesto por Wald (1945) como una manera de dividir las poblaciones de insectos en tres categorías de densidad: alta, mediana y baja. Este método permite determinar si se necesita una táctica de control basada en pocas muestras. El muestreo secuencial requiere información sobre tres aspectos: 1) el grado de riesgo que se corre con la plaga, 2) la distribución espacial de la plaga y 3) el umbral de acción de ésta. Además, es preciso conocer la distribución binomial de la plaga. Lamentablemente, pocos de estos parámetros se han estudiado en las plagas de mayor importancia del pimiento. Afortunadamente hay datos para Puerto Rico sobre muestreo y dinámica poblacional del picudo (Segarra y Pantoja, 1988a; 1988b) que pueden ser usados en programas de MIP (ver Capítulo 7).

La distribución de los insectos que atacan el pimiento se rige por diversos patrones y puede estar afectada por la presencia de malezas en el campo y en áreas aledañas, así como por la cercanía de otros cultivos de solanáceas o de pimiento en otra etapa de crecimiento.

6.9 Fases del MIP

Para manejar plagas en forma eficiente es necesario contar con varias técnicas de manejo. Las técnicas del MIP deberán integrarse a la actividad general de la finca y al manejo integrado del cultivo (MIC). A nivel de campo, el MIP está compuesto por tres fases lógicas: el muestreo, la toma de decisiones y la acción.

6.9.1 Muestreo

El muestreo es una fase importante en el desarrollo del MIP. En un predio de pimiento se pueden encontrar más de 50 especies de artrópodos. Identificar taxonómicamente todos los insectos presentes en el campo podría ser una tarea muy difícil y de poca utilidad. No es necesario reconocer todos los organismos presentes en una muestra. Lo que sí reviste de importancia es distinguir entre insectos plaga, los enemigos naturales de éstos y otros insectos.

El método de muestreo debe ser fácil de manejar, económico, rápido y preciso. Las épocas de muestreo y el tiempo de muestreo se deben establecer teniendo en cuenta el riesgo de ataque de insectos dañinos y la fase de crecimiento de las plantas. Los métodos de muestreo se discutieron anteriormente.

6.9.2 Decisión

Antes de tomar la decisión de aplicar medidas correctivas o curativas para el control de una plaga el agricultor o el técnico deberá estudiar la información disponible sobre la plaga, el daño

que causa, sus enemigos naturales y la relación entre el costo del control y la retribución económica del cultivo. Los resultados de la evaluación de campo, obtenidos del muestreo, se deben comparar con niveles críticos; esta comparación permite ver el riesgo que corre el cultivo frente al ataque de una plaga, y conduce a una decisión respecto a ese riesgo. Hay dos niveles o puntos de referencia para tomar estas decisiones en el MIP y en el MIC: el nivel de daño económico y el umbral de acción.

6.9.2.1 Nivel de daño económico

El nivel de daño económico (NDE) se define como la densidad mínima de la plaga a la cual ésta causa una reducción en el rendimiento que es igual en valor al costo de controlarla. Cuando se sobrepasa el NDE, la plaga ha llegado a tal nivel que el beneficio de controlarla no compensa el gasto en que se incurriría en su control, o sea, se invierte en el control más dinero del que se recupera con la producción del cultivo y el agricultor sufre una pérdida económica. En esa situación, no se recomienda aplicar medidas correctivas.

6.9.2.2 Umbral de acción

El umbral de acción (UA) es la densidad de población de la plaga a la cual se deben tomar medidas correctivas para evitar que ésta llegue al NDE. Si la densidad insectil sobrepasa el nivel crítico del UA, existe el riesgo de que la plaga cause pérdidas económicas al cultivo.

6.9.3 Acción

El agricultor o el practicante de MIP ejecutará una acción contra la plaga una vez inspeccionado el campo y habiendo decidido que es necesario controlarla. Cuando el ataque de la plaga ha sobrepasado el UA, se requieren medidas correctivas o curativas para evitar que la plaga cause pérdidas económicas. La elección de la acción más

adecuada para solucionar el problema fitosanitario del cultivo dependerá de factores como la capacidad económica del agricultor y las técnicas disponibles para el manejo de la plaga. El MIP contempla todas las técnicas que permiten mantener una plaga por debajo del UA y valora en ellas los factores económicos, ecológicos y toxicológicos. En ocasiones, no ejecutar "ninguna acción" es la alternativa que seleccionará el practicante del MIP para manejar una plaga.

6.9.4 *Medidas preventivas y curativas*

En general, los métodos de control de plagas se clasifican como control preventivo y control curativo. Son medidas preventivas el uso de variedades resistentes, el manejo de los enemigos naturales de las plagas, la aplicación de prácticas agronómicas estratégicas y el control legislativo (cuarentenas, aislamiento de regiones). Si estas medidas fallan, y la plaga se acerca al UA, se recurre entonces a medidas curativas. El control químico es la práctica curativa más conocida. Algunas prácticas agronómicas pueden ser consideradas preventivas o curativas, dependiendo de si son aplicadas antes o después de la aparición de la plaga.

6.10 *Medidas preventivas*

6.10.1 *Variedades resistentes*

Las variedades resistentes al ataque de insectos son parte integral de un programa de MIP. La resistencia, genéticamente incorporada en las variedades, le da a éstas reconocidas ventajas sobre las variedades convencionales: son menos dependientes de los agroquímicos, y son compatibles con otras tácticas de manejo de plagas, como el control biológico, el control mediante prácticas de cultivo y el empleo de agroquímicos. El uso de variedades resistentes no aumenta los costos de producción, requiere menor cantidad de agroquímicos, es efectivo a niveles altos y bajos de la plaga y durante toda la temporada de cultivo, y es compatible con otras tácticas de manejo. La resistencia no depende del nivel

poblacional de la plaga. La principal desventaja de una variedad resistente es que se requiere mucho tiempo para desarrollarlas. El uso de variedades resistentes es particularmente importante cuando las plagas son persistentes y cuando el sistema de producción es de baja rentabilidad. El pequeño agricultor usualmente no puede adquirir insumos para controlar plagas o suele carecer de conocimientos para hacer un manejo efectivo de éstas. Según Smith (1989), la resistencia es el conjunto de caracteres genéticos heredables que permiten a un cultivar sufrir menor daño de parte de una plaga que otro cultivar susceptible a ésta. La resistencia es, por tanto, relativa a la de otro cultivar susceptible. Se conocen tres tipos de resistencia funcional a los artrópodos: antixenosis, antibiosis y tolerancia. En Puerto Rico no existe un programa de mejoramiento varietal que busque resistencia al picudo del pimiento.

6.10.1.1 *Antixenosis*

El término antixenosis proviene del griego ("opuesto a la hospitalidad") e indica "ausencia de preferencia". La antixenosis se define como el conjunto de características de una planta que la hacen menos propensa al ataque de una plaga que otra planta carente de esas características. La antixenosis es básicamente una reacción del insecto frente a caracteres de la planta que lo disuaden de usar a ésta como hospedero. Si el insecto no tiene otra alternativa para alimentarse atacará esa variedad, ya que el mecanismo implicado en esta reacción es de falta de preferencia.

6.10.1.2 *Antibiosis*

Este tipo de resistencia consiste en el efecto negativo que ejerce una planta en la biología del insecto que se hospeda en ella. Este efecto puede ser leve o fatal para el insecto. Alimentarse de una planta antibiótica puede causar una reducción en la fecundidad de los insectos, trastornos fisiológicos o la muerte del insecto. La antibiosis afecta la biología del insecto y lo presiona a adaptarse a

la variedad hospedera o a mutar genéticamente, en cuyo caso se presenta una quiebra de la resistencia. Si la comparamos con la antixenosis, en la antibiosis hay mayor probabilidad de que el insecto se adapte a la variedad o venza su resistencia.

6.10.1.3 Tolerancia

Es la habilidad de una planta para soportar el daño que le causan ciertos insectos, el cual sería mucho mayor si lo recibiera una planta susceptible. Este mecanismo de resistencia es una reacción de la planta (por compensación) al daño causado por el insecto. Este tipo de resistencia tiene la ventaja de que no presiona al insecto a vencer la resistencia en la planta porque ésta compensa por el daño recibido.

En ocasiones es necesario complementar el uso de variedades resistentes con otras tácticas de manejo, principalmente cuando la plaga sobrepasa el nivel crítico. Además, hay que tomar en consideración que las plagas pueden vencer la resistencia de una variedad desarrollando biotipos. Los biotipos surgen tras el uso de variedades dotadas de antibiosis y de la exposición prolongada del insecto a una misma variedad, a un mismo agroquímico o a ambos.

6.10.2 Control biológico

Cada organismo o población está sujeto a una regulación natural. El control natural generalmente depende de factores abióticos como la temperatura, la humedad relativa, la lluvia y el tipo de suelo, y de factores bióticos como los enemigos naturales de una plaga.

La acción controladora de los enemigos naturales sobre la plaga es de gran importancia en el MIP. La efectividad de un enemigo natural se mide por la eficiencia de su capacidad reguladora de la plaga. Varios factores regulan la efectividad (o eficacia) del control natural. Si la densidad de la plaga es alta el enemigo natural suele ser más efectivo. DeBach (1977) presenta varios ejemplos del efecto ejercido por los enemigos naturales en los insectos fitófagos.

La mayoría de los parásitos de las plagas agrícolas pueden ser agrupados en tres grupos: Himenóptera, Díptera y el filum Nematoda. A estos grupos taxonómicos pertenecen también algunas plagas agrícolas. Al controlar las plagas con agroquímicos afectamos también la supervivencia de los enemigos naturales. Por consiguiente, es importante elegir insecticidas selectivos cuyo efecto sea fuerte en la plaga y leve en los enemigos naturales de ésta.

La caracterización general de los agentes del control biológico es un requisito para el desarrollo del manejo integrado de plagas. Los enemigos naturales de los artrópodos se agrupan en tres categorías: depredadores, parasitoides y patógenos.

6.10.2.1 Depredadores

Los depredadores pertenecen a varios órdenes de insectos, a categorías de artrópodos o a los vertebrados. Los depredadores consumen varias presas hasta completar su ciclo de vida y por lo regular son polípagos o generalistas. No se especializan en el consumo de un solo tipo de presa. Por esta ausencia de especificidad, los depredadores no se consideran un control efectivo de las plagas agrícolas. Si se les compara con su presa, tienen, generalmente, un ciclo de vida largo y una multiplicación lenta. Aunque los depredadores se encuentran en el mismo ecosistema en que habita su presa, su desarrollo hasta la etapa adulta no depende de la presencia de ésta. Además, su efectividad para regular las poblaciones de insectos fitófagos depende de su capacidad para localizar la presa y la capacidad de consumo.

Las arañas, algunas especies de ácaros y varios órdenes de insectos (Coleóptera, Díptera, Himenóptera, Hemíptera y Odonata) son depredadores de plagas agrícolas.

6.10.2.2 Parasitoides

A diferencia de los depredadores, los parasitoides atacan sólo una presa durante su ciclo de vida. El parasitoide se aloja dentro del insecto para completar allí su ciclo de vida (endoparásito). Los parasitoides son una categoría especial de los parásitos. Un parásito completa el ciclo de vida en su presa sin necesidad de matarla, mientras que un parasitoide necesita destruir el hospedero para completar su ciclo de vida. En la categoría parasitoide hay himenópteros, dípteros y nematodos. Algunos himenópteros pueden además ser ectoparásitos (se desarrollan sobre el hospedero). Generalmente, los parasitoides son específicos de su hospedero y sólo atacan una especie o familia taxonómica de artrópodos. La especificidad de los parasitoides y su sincronización con el ciclo de vida del hospedero los convierte en reguladores de plagas más eficientes que los depredadores. Para adquirir más información sobre parásitos y parasitoides se recomienda consultar a Andrews y Quesada (1989) y a Reissig et al. (1985).

Los parasitoides pueden atacar huevos, larvas, pupas o adultos de la plaga. Antes de aplicar un agroquímico es conveniente conocer las características de los individuos parasitados.

6.10.2.3 Patógenos

Como ocurre con otros organismos, los insectos son atacados por bacterias, virus, hongos y otros agentes patógenos. La efectividad de éstos depende de su movilidad por agua o viento o por medio de parásitos, depredadores u otros vectores. En ocasiones, los patógenos causan grandes epizootias cuando la densidad de la plaga es alta; sin embargo, su capacidad para regular de manera estable una plaga es, en general, baja.

Los hongos y los virus son muy útiles en el control biológico porque sus efectos, además de notorios, son drásticos. Por el contrario, las infecciones bacterianas de insectos son, por lo regular, de lento desarrollo, y las epizootias que causan tienen menor movilidad que las debidas a hongos y virus.

Cada organismo benéfico cumple una función ecológica en el campo, y su interacción con otros organismos puede ser afectada por prácticas de cultivo como la siembra directa o el trasplante. Por consiguiente, además de conocer la identidad taxonómica de los organismos beneficiosos, la densidad de su población y su efecto regulador en la plaga, es necesario saber la forma en que estos organismos son afectados por las prácticas de manejo del cultivo y por el control de plagas. Desafortunadamente, se sabe poco sobre la regulación natural a que están sujetas las principales plagas del pimiento en Puerto Rico; además, se desconoce la interrelación de los controladores biológicos así como su eficacia y su efectividad cuando se emplean junto con otras prácticas de manejo de plagas. A pesar de estas limitaciones, la importancia de los enemigos naturales en un programa de MIP es indiscutible.

6.10.3 *Control mecánico y físico*

Este tipo de control comprende los siguientes procedimientos agronómicos: destrucción o remoción de material vegetal infestado y de siembras abandonadas, establecimiento de barreras físicas (agua, trampas, tela metálica), y control de la humedad relativa, la temperatura y otros factores abióticos. Los métodos físico-químicos se emplean más en el manejo de plagas de granos y productos almacenados que en el control de las plagas de campo. Por otro lado los métodos mecánicos y físicos son eficaces en el manejo de las malezas (Howell y Andrews, 1989).

El control mecánico y físico ha sido empleado por productores de diversos cultivos a través de la historia. Sin embargo, pocos productores de pimientos reconocen que esta práctica agronómica sea de importancia en el MIP. El control mecánico y físico no sólo contribuye a eliminar las malezas sino a retardar el desarrollo de las enfermedades e insectos que permanecen en la plantación vieja. Al destruir los residuos de la cosecha anterior, se remueve la fuente de inóculo del picudo que permanece en los frutos.

La destrucción de los residuos de tallos y frutos dejados por la cosecha es efectiva para reducir el desarrollo de picudos. La quema de la plantación ayuda a eliminar plagas, pero sus efectos ambientales adversos y el escaso control de la población de la plaga que se logra con ella invitan a considerar otras alternativas.

La incorporación de las plantas en el terreno, con el arado, deja sin albergue a muchas plagas y ayuda a destruir las malezas y los insectos. No obstante, esta incorporación de tallos después de la cosecha podría aumentar el inóculo de agentes patogénicos.

6.10.4 *Control legislativo*

El objetivo principal de las medidas de control legislativo o control legal es evitar la introducción de plagas de otros países o retardar la dispersión de una plaga más allá del área en que ésta ya fue introducida. Existen disposiciones legales que coordinan el manejo regional de las plagas y que supervisan (y además garantizan) la calidad de los reguladores biológicos y de los enemigos naturales de los insectos. El Departamento de Agricultura Estatal y el Departamento de Agricultura Federal (USDA, por sus siglas en inglés) tienen la responsabilidad de administrar este tipo de manejo de plagas. Su aplicación no está en manos del agricultor.

Las cuarentenas y los programas de erradicación son tal vez los procedimientos legales más conocidos de esta categoría. Los practicantes del MIP deben estar alerta a toda introducción de

material vegetativo o animal en un país o en determinada región sin los debidos permisos, ya que plagas no deseadas podrían introducirse junto con ese material.

En Puerto Rico, el Departamento de Agricultura implantó una cuarentena contra el picudo que fue efectiva por muchos años. Esta cuarentena prohibió la siembra y comercialización de pimientos en áreas donde el picudo del pimiento estaba presente. Además, la cuarentena permitía la destrucción de material contaminado con cualquiera de las etapas de desarrollo del picudo del pimiento.

6.10.5 *Control etológico*

El conocimiento del comportamiento de las plagas puede usarse para manejar éstas. Este tipo de control se denomina etológico (ethos = hábito, costumbre). La comunicación química que se establece entre insectos y plantas, y entre los insectos plaga y sus enemigos naturales, es conocida aunque no ha sido bien comprendida. Por ser poco conocidas, estas interacciones no han sido exitosas en el control de plagas. Se conocen compuestos químicos que le permiten al insecto encontrar la planta hospedera, pero la aplicabilidad de este conocimiento en el campo requiere mayor estudio.

El conocimiento de la interacción insecto-planta ha permitido la identificación de variedades resistentes de especies cultivables y su pronta adopción por los agricultores así como el desarrollo de feromonas sintéticas. Las feromonas se usan frecuentemente en la agricultura para atraer insectos con el fin de tomar muestras de ellos, afectar su reproducción o combatirlos. Los programas de MIP emplean las feromonas como indicadores de la presencia de insectos (muestreo), para darle a éstos seguimiento y monitoría y para interrumpir el apareamiento (Minks, 1977).

Las feromonas pueden ser usadas con más frecuencia en los programas de MIP. Desafortunadamente, el entendimiento de los factores y mecanismos de comunicación química entre plantas, insectos y sus enemigos naturales es limitada, y no permite aún el uso eficiente de las feromonas en el campo. No obstante, el potencial de esta área de investigación es considerable.

6.10.6 Control autocida

La autodestrucción de plagas, o la eliminación de insectos por insectos de su propia especie, es un método de control empleado en áreas agrícolas, aunque con limitaciones. La técnica más usada es la liberación de insectos estériles, de la cual hay dos ejemplos de reconocido éxito: el gusano barrenador de las heridas [*Cochliomyia hominivorax* (Coq.)] y la mosca del Mediterráneo [*Ceratitis capitata* (Wied)]. No se ha informado aún que esta técnica, cuyo uso tiene limitaciones y debe cumplir ciertos requisitos, haya sido aplicada en el cultivo de pimiento o con el picudo del pimiento. Para mayor información sobre el tema se sugiere leer a Knipling (1960; 1979) y a Nas (1969).

6.11. Medidas curativas

6.11.1 Control químico

La aplicación de plaguicidas contra insectos dañinos, enfermedades y malezas es probablemente el método de control de plagas más usado por los agricultores, aunque muchos de los usuarios de agroquímicos no poseen la información mínima requerida para manejar éstos y desconocen sus desventajas. La popularidad del control químico deriva principalmente de la facilidad de uso, la selectividad, el efecto independiente de la densidad de la plaga, la acción rápida, los efectos residuales y la compatibilidad con otras prácticas de manejo del cultivo.

Las desventajas del uso de los plaguicidas son el desarrollo de plagas resistentes a plaguicidas, el resurgimiento de plagas, los efectos no deseados en enemigos naturales de las plagas y en animales silvestres, la contaminación ambiental y las intoxicaciones al hombre y sus animales. La acción de los agroquímicos es de corta duración y poco estable. Por consiguiente, se requieren varias aplicaciones durante el ciclo de cultivo, lo que aumenta los costos de producción. Los efectos adversos de los agroquímicos han hecho necesaria la regulación de su uso para garantizar tanto la seguridad del usuario y del consumidor como la integridad del medio ambiente.

La disponibilidad de información sobre el efecto del insecticida sobre la plaga y los enemigos naturales es de primordial importancia para el agricultor cuando éste decide emplear agroquímicos. Cada insecticida actúa sobre un rango definido de especies de insectos y puede afectar la fauna insectil beneficiosa. Los plaguicidas pueden causar, además, toxicidad al hombre y los animales domésticos. Se deben emplear insecticidas o formulaciones y métodos de aplicación que reduzcan el riesgo de intoxicación y de contaminación ambiental al nivel mínimo.

Por su residualidad o persistencia, un agroquímico puede contaminar el producto agrícola, afectar la durabilidad del control y ejercer un efecto negativo en los insectos beneficiosos y en el resurgimiento de plagas. El resurgimiento de una plaga es una situación en la que la población de la plaga aumenta después de haber recibido aplicaciones de algún insecticida. Esto ocurre debido a la eliminación de los insectos beneficiosos o por el efecto que causa el producto químico en la fisiología de la planta, en la del insecto o en la de ambos.

6.11.2 *Prácticas de cultivo*

Las prácticas de cultivo o prácticas "culturales" influyen, directa o indirectamente, en el desarrollo de los insectos fitófagos y de los beneficiosos, en el establecimiento de las malezas, y en la aparición de enfermedades. Estas prácticas son fáciles de implantar, su costo es bajo y son compatibles con otras prácticas agronómicas. Sin embargo, es difícil cuantificar el efecto que tendrían las prácticas de cultivo en la aparición y el desarrollo de diversas plagas. El uso de prácticas culturales puede controlar un insecto dañino, pero a la vez propiciar la aparición de otros insectos o de plagas secundarias y aumentar la incidencia de malezas y enfermedades (Pantoja et al., 1992b). Este efecto puede influir negativamente en el rendimiento convirtiéndose en la principal desventaja de este método de control de plagas. A continuación se presentan algunas prácticas agronómicas de cultivo y el control específico que ejercen sobre las plagas.

6.11.2.1 *Preparación del suelo*

La preparación del suelo, el manejo del cultivo (fertilización, uso del agua, control de malezas y enfermedades) y la rotación de cultivos afectan las poblaciones de insectos y de organismos beneficiosos (Pantoja et al., 1991; Pantoja et al., 1992a; 1992b).

La preparación del predio puede influir en la destrucción o aparición de las plagas del suelo o de aquéllas que se albergan en partes de la planta en el suelo. Los coleópteros que se alimentan de la raíz y plagas que pupan en el suelo o plagas que pupan en frutas sobre el suelo, como el picudo del pimiento, se pueden afectar durante la preparación del suelo.

6.11.2.2 Densidad de siembra

La baja densidad de siembra y la mala distribución de la semilla afectan la incidencia de plagas y la aparición de malezas que a su vez albergan plagas. Las altas densidades de siembra reducen la aparición de malezas, pero podrían favorecer la incidencia de enfermedades.

6.11.2.3 Fertilización

La fertilización también afecta la incidencia de insectos, malezas y enfermedades. Una fertilización alta en nitrógeno favorece la aparición de saltahojas y lepidópteros y aumenta la incidencia de enfermedades. No existen datos específicos sobre la relación de la fertilización y la incidencia del picudo del pimiento.

6.11.2.4 Control de malezas

El control temprano de malezas (hospederos secundarios de plagas) es efectivo para reducir la incidencia de plagas en el campo. Por otro lado, algunas malezas pueden albergar enemigos naturales de plagas. La presencia de malezas como mata gallina, *Solanum americanum* var *nodiflorum* Jacq., atrae el adulto del picudo a los predios, por lo que se recomienda eliminar la maleza en los predios de pimiento.

6.11.2.5 Trasplante

La práctica del trasplante, en contraste con la siembra directa, afecta las plagas de diverso modo. En el semillero las plántulas están mejor protegidas durante el establecimiento, o sea, en la etapa del desarrollo inicial del cultivo. Además, el trasplante reduce el período de exposición de la planta en el campo. En ocasiones, el daño mecánico que sufren las plántulas durante el trasplante las hace menos atractivas a insectos que buscan sitio para ovipositar o alimentarse. Sin embargo, este daño mecánico podría aumentar la incidencia de las enfermedades de la raíz, cuyas

heridas permitirían el ingreso de patógenos en la planta. El trasplante tiene poco efecto en la incidencia del picudo del pimiento.

6.11.2.6 *Variedades de ciclo corto*

Sembrar variedades de ciclo corto o de maduración temprana es una práctica en la que se reduce el número de generaciones de una plaga que podrían desarrollarse en un cultivo tardío. Se desconoce el efecto de esta práctica para el manejo del picudo en Puerto Rico .

6.11.2.7 *Rotación de cultivos*

La rotación de cultivos es una práctica eficaz para controlar insectos, malezas y enfermedades. Desafortunadamente, en Puerto Rico, la mayor parte de la tierra dedicada a la producción de vegetales, en especial bajo sistemas intensivos, rara vez es sembrada de otros cultivos. Donde sea posible se recomienda la rotación del cultivo con leguminosas y gramíneas, porque éstas perturban el desarrollo del picudo y de otras plagas.

El agricultor o el practicante del MIP debe conocer el balance económico que arroja el empleo de diferentes prácticas culturales en su siembra. Los beneficios económicos y ecológicos de una táctica agronómica para el control de plagas deben ser considerados. Lamentablemente estos datos son poco conocidos en Puerto Rico.

CAPÍTULO 7

Integración del agroecosistema y manejo integrado del picudo del pimiento en Puerto Rico

*Irma Cabrera, Edwin Abreu, Aristides Armstrong
y Alberto Pantoja*

7.1 *Introducción*

Para manejar las plagas de forma eficiente es necesario contar con varias técnicas de manejo. Estas deberán integrarse a la actividad general de la finca y al manejo del cultivo. El uso de dos o más prácticas a la vez constituye manejo integrado de las plagas (MIP) (Andrews y Quesada, 1989; Pantoja et al., 1997). Es importante que los agricultores, técnicos y practicantes del MIP adquieran conciencia de las prácticas a utilizarse en el cultivo y cómo éstas afectan la presencia, persistencia, biología y manejo del picudo del pimiento. Las técnicas de manejo del cultivo, aplicadas eficientemente, pueden ayudar a reducir la incidencia y daño del picudo, a la vez que permiten una agricultura eficiente y sostenible.

En esta sección se ofrecen los conceptos básicos aplicables al manejo integrado del picudo del pimiento que se pueden utilizar en Puerto Rico. Además, se provee información y referencias (en la bibliografía) que le permiten al lector ampliar su conocimiento de la interacción insecto-cultivo y el manejo integrado del cultivo. La información ofrecida está enfocada al pimiento por ser esta plaga una de gran importancia económica en este cultivo. Sin embargo, los conceptos de manejo también son aplicables al ají dulce. Para facilitar el manejo de la información se separaron los métodos en dos grandes grupos: control químico y control no-químico. En la práctica de campo es difícil separar el uno del otro. El MIP pretende lograr la combinación óptima de los dos métodos para permitir una producción rentable y a la vez sostenible.

7.2 Control no-químico

7.2.1 Eliminación de hospederos alternos y malezas

El picudo del pimiento es hospedero obligado de las solanáceas, principalmente de los géneros *Solanum* y *Capsicum*. Sólo en plantas de estos géneros el insecto puede completar su ciclo de vida. Las variedades de pimiento con frutos de corteza delgada tienden a ser más afectadas que las de corteza gruesa. El Cuadro 1 presenta los principales hospederos del picudo del pimiento. El pimiento, el ají (tanto dulce como picante), la berenjena, el tomate y la yerba mora son hospederos importantes. En Florida se han reportado ataques a berenjena y tomate, se desconoce si en Puerto Rico estos cultivos ofrecen también albergue al picudo del pimiento.

7.2.1.1 Importancia de los hospederos alternos en el manejo del picudo

La presencia de hospederos alternos en las siembras de pimiento atrae al picudo adulto, por lo que las malezas deben eliminarse del campo. No se recomienda el establecimiento de siembras nuevas de pimiento contiguas a una siembra vieja o abandonada de pimiento o ají. La presencia de picudos en plantaciones abandonadas facilita la migración de los adultos del picudo del pimiento a la nueva siembra. Tampoco se recomienda establecer siembras de pimiento cerca de plantas de empaque ya que la disponibilidad de frutas descartadas infestadas con el picudo permite el desarrollo del insecto o el movimiento (migración) hacia siembras nuevas. Las siembras de pimiento deben establecerse lejos de plantaciones de tomate y berenjena ya que éstas pueden servir de albergue a los adultos del picudo.

Cuadro 1. Hospederos del picudo del pimiento

Nombre científico	Nombre común
<i>Capsicum annuum</i> L.	pimiento
<i>Capsicum frutescens</i> L.	aji
<i>Capsicum baccatum</i> L.	aji picante
<i>Capsicum chinense</i> L.	aji dulce
<i>C. pubescens</i> R & P.	aji picante
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	tomate
<i>Solanum americanum</i> var <i>nodiflorum</i> Jacq.	mata gallina, yerba mora
<i>S. nigrum</i> L.	nightshade**
<i>S. ptycantum</i> Dun.	*
<i>S. eleagnifolium</i> L.	silverleaf nightshade**
<i>S. pseudogracile</i> Heiser	*
<i>S. pseudocapsicum</i> L.	jerusalem cherry**
<i>S. melongena</i> L.	berenjena
<i>S. carolinense</i> L.	horse-nettle**
<i>S. dimidatum</i> F.	*

Cuadro adaptado de Elmore et al. (1993) y Patrock y Schuster (1992).

* = no tiene nombre común, ** no tiene nombre común en español.

Las plantaciones viejas atraen y sirven de albergue y reproducción al adulto del picudo. La eliminación de plantaciones mediante arado e incorporación, inmediatamente culminada la cosecha, es una práctica que ha sido recomendada para el manejo del picudo del pimiento. Sin embargo, aún no se ha definido la profundidad a la que mueren los picudos enterrados, por lo que el uso de esta práctica requiere investigación adicional.

La eliminación de hospederos alternos al picudo del pimiento es una práctica cultural que ayuda a reducir las infestaciones en el campo. Los picudos sobreviven en hospederos alternos en los

períodos entre siembras de pimiento. Las malezas como la yerba mora o mata gallina deben eliminarse del área a sembrar varios meses antes de la siembra del cultivo, para así reducir los posibles focos de infestación y disminuir la aparición del picudo (Gordon y Armstrong, 1990).

Si no se utilizan plaguicidas en el predio, la recolección y eliminación de las frutas caídas y desechadas ayuda a prevenir la proliferación del insecto. Sin embargo, si se aplican insecticidas para el manejo del picudo, la recolección y destrucción de frutos caídos no resulta económica.

7.2.2 Enemigos naturales

La liberación de enemigos naturales del picudo ha sido reportada en Hawaii y Estados Unidos continentales (Riley, 1993; Genung y Ozaki, 1992; Pratt, 1907). Sin embargo, la eficacia de las liberaciones de enemigos naturales en regular las poblaciones del picudo no ha sido demostrada en campos comerciales. En Florida no se han recuperado enemigos naturales del picudo de frutos mayores de 2.5 cm. El tamaño de la fruta podría ser una barrera para la búsqueda y colonización de los parasitoides del picudo dentro de la fruta. Muchos investigadores alegan que el efecto de los enemigos naturales en el control de poblaciones de campo es bajo, irrespectivo del tamaño de la fruta.

Existen hongos y bacterias que afectan las larvas y pupas del picudo del pimiento. En el laboratorio estos bio-controladores ofrecen control, pero su uso en el campo no ha sido demostrado. Los hongos *Paecilomyces fumosoroseus*, *Verticillium lecanii* y *Beauveria bassiana* han demostrado actividad contra larvas y pupas, pero no hay reportes de efectividad en el campo. No existen formulaciones comerciales de estos organismos que permitan su explotación en el campo.

En Puerto Rico, no se conoce la función de los enemigos naturales en la regulación de poblaciones dañinas del picudo del pimiento. Los Cuadros 2, 3 y 4 presentan los principales enemigos naturales del picudo del pimiento según Pratts (1907), Elmore et al. (1934), Genung y Ozaki (1972), Wilson (1986), Riley (1993) y Riley y Schuster (1992).

Cuadro 2. Enemigos naturales del picudo del pimiento.

Orden/Familia/Género

Hymenoptera:

Braconidae

Bracon mellitor Say

Bracon vesticida Vier

Urosigalphus mexicanus (Gibson)

Urosigalphus scwrzi Crawford

Pteromalidae

Catolaccus hunterii Crawford

C. incertus Asmead

Habrocytus piercei Crawford

Zatropis incertus (Ashmead)

Formicidae

Solenopsis geminata F.*

Tetramorium guinense F.

Araneae:

Salticidae

Phidippus audax (Henz)

Pleisometa spp.

Leucauge spp.

Araneidae

Neoscona moreli (Winson)

Acarina

Pyemotidae

Pyemotes ventricosus Moser

Cuadro 3. Entomopatógenos que afectan al picudo del pimiento.

Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin
Metarrhizium anisopliae (Metschnikoff) Sorokin
Paecilomyces fumosoroseus (Wise)
Verticillium lecanii (Zimmerman) Viegas

Cuadro 4. Nematodos entomoparasíticos que afectan al picudo del pimiento.

Heterorhabditis sp
Steinernema carpocapsae (Weiser)

7.2.3 Rotación de cultivos

La rotación de cultivos con plantas de otras familias botánicas es una alternativa para reducir las poblaciones del picudo (Patrock y Schuster, 1987; Gordon, 1991). Esta práctica, sin embargo, resulta difícil en la zona sur donde se siembran grandes extensiones de solanáceas todos los años. La rotación de cultivos se puede considerar como una clase especial de asociación de cultivos, donde las plantas son colocadas en relevo y no intercaladas. Las siembras consecutivas de pimiento u otros hospederos del picudo durante periodos prolongados pueden promover el incremento progresivo de las poblaciones del insecto y los ataques severos en siembras subsiguientes y nuevas. La práctica de rotación de cultivos será exitosa solamente si se utilizan plantas de cultivos no relacionados taxonómicamente a las solanáceas (Schuster et al., 1996). Se recomiendan rotaciones con plantas de las familias Cucurbitaceae, Allilaceae, Brassicaceae y Fabaceae para el manejo del picudo.

7.2.4 *Trampas y muestreo*

La utilización de trampas con atrayentes químicos (feromonas) es una técnica usada para el monitoreo del adulto del picudo. El uso de trampas con y sin atrayente químico sólo ofrece control marginal y está recomendada sólo para muestreos (Riley et al., 1992b; Hernández y Villanueva, 1989; Segarra y Pantoja, 1988a). El costo de las trampas y el mantenimiento podrían ser un factor limitante para los pequeños agricultores, por lo que el muestreo visual sigue siendo la única opción disponible para éstos.

7.2.5 *Áreas libres de insectos*

El uso de plántulas producidas (germinadas) en áreas libres del picudo ayuda a retardar la colonización del insecto en siembras nuevas libres del insecto. Las áreas libres de insectos pueden ser logradas por métodos de cuarentena, exclusión y programas de erradicación de la plaga y muestreo subsecuente para evitar la colonización. Un invernadero para la producción de plántulas puede ser considerado una zona libre de insectos; sin embargo, en la literatura este término se refiere a grandes extensiones de terreno de donde el insecto ha sido erradicado y que se mantiene libre del insecto por una combinación de métodos, donde las cuarentenas y el control legislativo son los primordiales. En la isla se utilizó este tipo de programas para el manejo de la garrapata del ganado y durante la cuarentena contra el picudo del pimiento (DAPR, 1996).

7.2.6 *Resistencia varietal*

A pesar de que no se conoce resistencia varietal al picudo del pimiento, existen cultivares con menor grado de daño por los cuales el picudo tiene baja preferencia (Berdegue et al., 1994; Elmore et al., 1934; Schuster et al., 1996). Los pimientos grandes de tipo morrón son preferidos por el picudo sobre los pimientos de

cocinar (tipo cubanelle). Utilizar variedades o tipos de pimiento o ají de baja preferencia por el picudo podría ser de importancia en programas de manejo. Se alega que variedades de pimientos con frutos de corteza gruesa son menos afectadas por el picudo del pimiento. Presumiblemente la corteza gruesa dificulta la oviposición, reduciendo así la infestación. De igual forma los enemigos naturales del picudo tienen dificultad para penetrar las variedades de corteza gruesa. Lamentablemente, no se conocen variedades comerciales, adaptadas a Puerto Rico, con resistencia o de baja preferencia por el picudo o de alta preferencia por los enemigos naturales del picudo.

No se han realizado estudios de preferencia varietal de ají dulce con referencia al daño del picudo del pimiento. Sin embargo, en el ámbito local el ají es tan afectado por el picudo como el pimiento.

7.2.7 Control mecánico

El control mecánico, mediante destrucción o incorporación al suelo de material infestado, ya sea siembras viejas o abandonadas o frutas descartadas en la planta de empaque, puede ser efectivo en áreas pequeñas (Berdegue et al., 1994; Elmore et al. 1934; Schuster et al., 1996). La recolección y destrucción de todo material vegetativo infestado con el picudo es factible y efectiva si se combina con tácticas legales como cuarentenas, donde todos los agricultores están obligados a la recolección y destrucción de los residuos de cosecha así como de las frutas y flores afectadas. Los esfuerzos aislados de agricultores, que no tengan el apoyo legislativo, podrían verse comprometidos dada la migración del insecto y la constante infestación proveniente de fincas o siembras cercanas que no tengan iguales prácticas.

La destrucción de las frutas de rechazo en las plantas de selección y empaque ofrece ayuda en el manejo del insecto al reducir la diseminación y retardar la aparición en el campo. Usualmente este tipo de manejo está asociado a cuarentenas o control legislativo. El

control mecánico se puede usar en combinación con el control químico para eliminar el insecto en esta etapa.

La incorporación, mediante arado, de frutas afectadas por el picudo se recomienda como una práctica que reduce las poblaciones del insecto. Sin embargo, se desconoce la profundidad a la que deben enterrarse las frutas para controlar los insectos que se desarrollan dentro de éstas. Además, esta práctica se debe llevar a cabo por todos los agricultores de la zona afectada. En algunos países de América Latina se recomienda recoger las frutas caídas y las frutas infestadas para ser impregnadas, dentro de envases, con aceite para motores. Esta práctica no es compatible con las leyes ambientales de la isla que requieren un control estricto del aceite para motores ya usado.

7.2.8 Cuarentenas y control legislativo

Es posible limitar el movimiento del picudo a nuevas áreas geográficas mediante cuarentenas. A raíz de la aparición del picudo en el área norte de Puerto Rico en el año 1982, el Departamento de Agricultura inició un programa de cuarentena contra esta plaga (DAPR, 1996). Por varios años la cuarentena permitió controlar la plaga o limitar su presencia a la zona norte de la isla. Sin embargo, en el 1996, el picudo apareció en la zona sur de Puerto Rico, en las áreas donde se producen vegetales intensivamente. Se desconoce qué provocó la aparición de la plaga en el área sur de la isla en el 1996 o si ésta fue una nueva introducción de la plaga. La cuarentena de 1982 consistió en catastros, inspección intensiva de campos, aspersión, destrucción de siembras, eliminación de hospederos alternos y restricciones al movimiento de frutas y material vegetativo desde el área afectada. Además de las medidas de campo, el programa estuvo respaldado por la capacitación tanto de técnicos como de agricultores vinculados a la producción de vegetales.

En el estado de Nuevo México existe una cuarentena para limitar el movimiento del picudo del pimiento. La cuarentena consiste en la restricción o prohibición del movimiento de frutas de áreas afectadas a áreas donde no se conoce la presencia de la plaga. Esta cuarentena contempla, además, la incorporación mediante arado de todo material contaminado por adultos, larvas o huevos del picudo. En Puerto Rico no existen leyes similares que regulen la disposición de material vegetativo y frutas de rechazo en las plantas de empaque, siembras abandonadas o huertos caseros.

De ser puesta en vigor, la Ley 238 de Ordenamiento de los Sectores Agrícolas, en manos del Departamento de Agricultura estatal, podría ofrecer una alternativa en el manejo del picudo mediante la veda o siembra ordenada y restringida de las solanáceas en determinadas áreas geográficas o épocas del año. La falta de hospederos alternos es conocida como una práctica cultural en el manejo del picudo, por lo que la veda podría ofrecer ayuda en el manejo del picudo. El programa de ordenamiento, sin embargo, no ha sido implantado, por lo que se desconoce el alcance y posibles efectos de éste sobre el manejo de la plaga.

7.3 Control Químico

Trabajos en Puerto Rico, Florida, Honduras y otros países de Centro América recomiendan el control químico basado en el muestreo secuencial y el uso de umbrales de acción (Segarra y Pantoja, 1988a, 1988b; Riley, 1990; Riley et al., 1992a). Para el picudo del pimiento se deben tomar muestras dos veces por semana, preferiblemente en las horas de la mañana (08:00 - 11:00 am). El umbral establecido, tanto en América Latina como en Puerto Rico, es de un adulto por cada 100 terminales o plantas. Sin embargo, en Florida se considera que plantaciones con altos insumos y de alto rendimiento deben ser asperjadas con insecticidas al encontrar un adulto en 400 terminales florales. Para este umbral se recomienda la inspección de dos puntos florales por planta. El umbral más bajo permite tolerar más daño al cultivo y

por ende reducir el número de aspersiones de agroquímicos, aminorar los costos de producción, y reducir la contaminación y riesgos al usuario.

Otro umbral de acción utiliza el porcentaje de puntos florales afectados y no el número de adultos. Este método considera un umbral de acción de 5% de los terminales atacados para acción correctiva, y presupone una alta correlación entre la densidad del adulto y el daño.

En Puerto Rico, las trampas amarillas con pegamento son eficientes y están correlacionadas al conteo de adultos en el campo (Segarra y Pantoja, 1988a, 1988b). El uso de trampas pegajosas ofrece la ventaja de ser un método económico que requiere poco tiempo para completar el muestreo. Las trampas se pueden usar para decidir el momento oportuno de la aplicación. Se pueden usar en combinación con atrayentes químicos específicos para el picudo. Para que sea efectivo el método de vigilancia donde se utilizan trampas pegajosas, se debe correlacionar el número de picudos adultos en la trampa con la densidad insectil sobre la planta y el daño al fruto. Este trabajo no se ha realizado en Puerto Rico.

7.4 Prácticas recomendadas para el manejo del picudo del pimiento en Puerto Rico

- Evitar la siembra de pimiento y ají cerca de áreas infestadas por el picudo o cerca de siembras abandonadas de solanáceas.
- Inspeccionar semanalmente la plantación a partir del séptimo día de trasplante.
- Tomar muestras y destruir los hospederos alternos del picudo cercanos al predio.
- Eliminar plantaciones tan pronto termine la cosecha. La incorporación de las plantas mediante arado es recomendable.

- Destruir los residuos de cosecha y frutas descartadas en las plantas de selección y empacadoras. La incorporación, destrucción con calor o empaque del material en bolsas plásticas es apropiado.
- No establecer siembras cercanas a plantas de selección o empaque de solanáceas.
- No establecer semilleros en áreas infestadas con el picudo.
- No sembrar plántulas afectadas por el picudo del pimiento.
- Controlar las poblaciones tan pronto inicie la florecida, así retardará el desarrollo de altas poblaciones del picudo.
- Dirigir las aplicaciones de insecticidas al adulto, sincronizando la aspersion con la presencia del adulto o la emergencia del insecto de las frutas caídas.
- No aplicar control químico de forma preventiva, en ausencia del insecto o por calendario.
- Aplicar control químico al llegar al umbral de acción de un picudo por cada 100 terminales florales o un picudo adulto en 400 terminales, inspeccionando dos terminales por planta.
- Recolectar y destruir frutas y flores abortadas por el daño del picudo y todo material vegetal infestado con picudo.
- No mover frutos de áreas infestadas a áreas libres del insecto.
- No mercadear frutos afectados por el picudo.
- Eliminar plantas aisladas de pimiento, ají y otros hospederos del picudo, de los patios y huertos caseros y áreas no cultivadas del predio.
- Usar trampas amarillas con pegamento para insectos, para la detección temprana del adulto.

Bibliografía

- ABREU, E. & C. CRUZ, 1985. The occurrence of the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano, in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P. R.* 69: 223-224.
- ALAMO, C. I., 1992. Estadísticas Relevantes Sobre Producción, Importación y Consumo de Pimiento y Aji Dulce. Memorias del Foro de Cultivo, Producción y Elaboración de Pimientos. Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, R.U.M., U.P.R.
- ALAMO, C. I., 1999. Situación y Perspectivas de la Empresa de Hortalizas 1996-97. Situación y Perspectivas de las Empresas Agrícolas de Puerto Rico. Departamento de Economía Agrícola y Sociología Rural, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, R.U.M., U.P.R.
- ANCISO, J. & C. CHAMBERS, 1994. Utilizing pheromone traps in an integrated pest management approach for the pepper weevil in lower Rio Grande Valley, Texas. *In: Proc. Pepper Conf.*, New Mex. State. Univ. Las Cruces, NM, August 1994.
- ANDREWS, K. L., 1989. Introducción a los conceptos de manejo integrado de plagas. En: Andrews, K. L. y J. R. Quesada, (eds.). Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. p. 3-20.
- ANDREWS, K. & J. R. QUESADA, 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- ANDREWS, K. L., A. RUEDA, G. GANDINI, S. EVANS, A. ARANGO & M. AVEDILLO, 1986. A supervised control programme for the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano, in Honduras, Central América. *Trop. Pest Man.* 32: 1-4.

- ANONYMOUS, 1935. Pepper weevil parasites. *Sci. Amer.* 152: 277.
- ANONYMOUS, 1996. Picudo del chile (*Anthonomus eugenii*). Sugerencias para el manejo integrado. Ministerio de Agric. Ganadería, San José, Costa Rica.
- APPLE, J. L. & R. J. SMITH (eds.), 1976. Integrated pest management. Plenum Press, New York.
- ARMSTRONG, A. M., 1994. Insecticides to combat damage by *Anthonomus eugenii* Cano in pepper var. Cubanelle in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P. R.* 78: 23-32.
- BARRY, R. M., 1975. The pepper weevil, *Anthonomus eugenii*. Coop Ext. Ser. Univ. Ga. Coll. Agr. Leaflet No. 229, 8 pp.
- BERDEGUE, M., M. K. HARRIS, D. W. RILEY & B. VILLALON, 1994. Host plant resistance on pepper to the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano. *Southwestern Entomol.* 19: 265-271.
- BERRY, P. A. & S. RIVERA, 1952. El gorgojo del chile ciruela (*Anthonomus eugenii* Cano) Cent. Nac. De Agron. C. Agr. 57: 3.
- BORROR, D. J., C. A. TRIPLEHORN & N. JOHNSON, 1989. An introduction to the study of insects. Saunders College Publishing, New York. 875 pp.
- BOTRELL, D. R., 1979. Integrated pest management. Council on Environmental Quality, US Gov. Printing Office, Washington, DC, 120 pp.
- BRUTTON, B. D., 1989. Relationships between pepper weevil and internal mold of sweet pepper. *Plant Dis.* 73: 170-173.

- CAMPBELL, R. E., 1924. Injuries to peppers in California by *Anthonomus eugenii* Cano. *J. Econ. Entomol.* 17:645-648.
- CAMPBELL, R. E. & J. C. ELMORE, 1942. Commercial control of the pepper weevil in California. *J. Econ. Bot.* 35: 369-373.
- CANO Y ALCACIO, D., 1894. El barrenillo. *La Naturaleza Ser. 2:* 377-379.
- CARTWRIGHT, B., T. G. TEAGUE, L. D. CHANDLER, J. V. EDELSON & G. BENTSEN, 1990. An action threshold for management of the pepper weevil (Coleoptera: Curculionidae) on bell peppers. *J. Econ. Entomol.* 83: 2003-2007.
- COCHRAN, J. H. & J. HARNESS, 1975. Pepper weevil, *Anthonomus eugenii*, control on hot pepper. *Coop. Ext. Serv., Miss. St. Univ. Inf. Sheet No.743.*
- CORREA, E., 1999. Enemigos naturales y distribución del picudo del pimiento, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) en Puerto Rico. MS Thesis. Univ. Puerto Rico Mayagüez Campus, 80 pp.
- COUDRIET, D. L. & A. N. KISHABA, 1988. Bioassay procedure for an attractant of the pepper weevil (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.* 81: 1499-1502.
- DAVIS, J. H., S. R. CARSON, A. M. FLORES & C. A. SUTHERLAND, 1994. Use of an aggregation pheromone to monitor pepper weevil (*Anthonomus eugenii*) in New Mexico during 1993. *Proc. 12th Nat. Pepper Conf., New Mex. State. Univ. Las Cruces, N.M., August 1994.*
- DeBACH, P., 1977. *Lucha biológica contra los enemigos de las plantas.* Mundi-Prensa, Madrid.

DEMPSEY, A. H., P. E. COWART, C. M. BECKHAM, M. DUPRESS & C. H. ALDEN, 1949. Pepper weevil control. Georgia Agr. Exp. Sta. Press Bul 617. 2p.

DAPR (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE PUERTO RICO), 1999. Ingreso Bruto Agrícola 1998/99. Departamento de Agricultura, Oficina de Estadísticas Agrícolas. San Juan, PR, agosto de 1999.

DAPR (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE PUERTO RICO), 1996. Catastro del picudo del pimiento, *Anthonomus eugenii* Cano. Departamento de Agricultura de PR, Área de Servicios Especiales, San Juan, PR.

DUPREE, M. & A. H. DEMPSEY, 1977. Pepper weevil (*Anthonomus eugenii*) outbreaks in Georgia pimientos. Georgia Exp. Sta. Res. Rep. Ga. Exp. Stn. No. 263 10p.

ELMORE, J. C., A. C. Davis & R. E. Campbell, 1934. The pepper weevil. U.S. Dept. Agric. Tech. Bull. 447: 1-28.

ELLER, F. J., R. J. BARTELT, B. S. SHASHA, D. J. SCHUSTER, D. G. RILEY, P. A. STANSLY, T. F. MUELLER, K. D. SCHULER, B. JOHNSON, J. H. DAVIS & C.A. SUTHERLAND, 1994. Aggregation pheromone for the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae): identification and field activity. *J. Chem. Ecol.* 20: 1537-1555.

ESHBAUGH, W. H., 1970. A biosystematic and evolutionary study of *Capsicum baccatum* (Solanaceae). *Brittonia* 22: 31-43.

EEA (ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA), 1992. Conjunto tecnológico para la producción de solanáceas. Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, R.U.M, Universidad de Puerto Rico. Publicación 154.

- FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación), 1967. Informe de la primera reunión del cuadro de expertos de la FAO en lucha integrada contra plagas. Roma, Italia.
- FLINT, M. L. & R. van den BOSCH (eds.), 1981. Introduction to Integrated Pest Management. Plenum Press, Nueva York. 240 p.
- GAUNT, R. E., 1987. Measurements of insect pest populations and injury. *En*: Teng, P. S. (ed.). Crop loss assesment and pest management. APS Press, Minnesota, E.U. p. 19-29.
- GENUNG, W. G. and H. Y. OZAKI, 1972. Pepper weevil on the Florida East Coast. Univ. Fla., AREC, Belle Glade Mimeo Report EV-1972-2.
- GORDON, R., 1984. Control químico y biología del picudo del pimiento, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) en Puerto Rico. MS Thesis, Univ. Puerto Rico, Mayagüez Campus.
- GORDON, R. & A. ARMSTRONG, 1990. Biología del picudo del pimiento, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) en Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P. R.* 74: 69-73.
- GORDON, R., S. MEDINA & A. ARMSTRONG, 1991. Nuevo hospedero del picudo del pimiento, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) en Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P. R.* 75: 423.
- HEISER, C. B., 1969. Systematic and the origin of cultivated plants. *Taxon*. 18:36-45.
- HEISER, C. B. & B. PICKERSGILL, 1969. Names of the cultivated *Capsicum* species (Solanaceae) *Taxon* 18: 277-283.

- HEISER, C.B. & P. G. SMITH, 1953. The cultivated *Capsicum* peppers. *Econ. Bot.* 7: 214-227
- HOWELL, H. N. & K. L. ANDREWS, 1989. Utilización de métodos físicos y mecánicos. *En*: Andrews, K. L. y Quesada, J. R. (eds.) Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura.. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. pp. 255-260.
- IVES, P. M. & R. D. MOON, 1987. Sampling theory and protocol for insects. *En*: Teng, P. S. (ed.). Crop loss assesment and pest management. APS Press, Minnesota, USA, pp. 49-75.
- KNIPLING, E. F., 1960. Use of insects for their own destruction. *J. Econ. Entomol.* 53: 415-420.
- KNIPLING, E. F., 1979. The basic principles of insect population suppression and management. USDA Agriculture Handbook No. 512.659.
- LESLIE, A. R. & G. W. CUPERUS (eds.), 1993. Succesful Implementation of Integrated Pest Management for Agricultural Crops. Lewis Publishers, Boca Ratón, FL. 193 p.
- MAYNARD, D. N. & G. J. HOCHMUTH, 1997. Knotts Handbook for Vegetable Growers. John Wiley & Sons Inc. Fourt edition. pp. 87-125.
- MINKS, A. K., 1977. Trapping with behavior-modifying chemicals: Feasibility and limitations. *In*: Shorey, H. H. & J. J. McKelvy (eds.). Chemical control of insect behavior. John Wiley & Sons, Nueva York. pp. 385-394.

- MORALES, H., 1989. Atracción y colonización de *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) a diferentes solanaceas hospederas: posibilidades de control cultural en chile dulce. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 103 pp.
- NAS, 1969 Insect-pest-management and control. Principles of plant and animal pest control. Vol. 3: 580.
- ORENGO, E., N. SEMIDEY & A. ARMSTRONG, 1999. Conjunto tecnológico para la producción de ají dulce. Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, R.U.M., Universidad de Puerto Rico. Publicación 157.
- PANTOJA, A., A. FISCHER, F. CORREA, L. R. SANINT & A. RAMÍREZ. 1996. Manejo integrado de plagas del arroz en América Latina y El Caribe. CIAT Pub. 292, Cali, Colombia, 144 pp.
- PANTOJA, A., C. GARCÍA & J. G. VELÁSQUEZ, 1991. Influencia de prácticas agronómicas en la incidencia y manejo de insectos. *En*: Armenta, J. L. & M. Castillo (eds.). Red de mejoramiento de arroz para el Caribe. Informe de la mesa redonda sobre protección vegetal. Santa Clara, Cuba. pp.39-48.
- PANTOJA, A., C. GARCÍA & O. I. MEJÍA, 1992a. Prácticas agronómicas como alternativa al control químico de *Acromyrmex landolti* Forel en el establecimiento de arroz. *En*: Cuevas, F. (ed.). Arroz en América Latina: Mejoramiento, manejo y comercialización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e International Rice Research Institute (IRRI). p. 273-274.

- PANTOJA, A., C. GARCÍA, Y. OSPINA & O. I. MEJÍA, 1992b. Efecto de la preparación del suelo sobre la densidad de *Acromyrmex landolti* y el daño que causa en el establecimiento de arroz de sabana. *Misceláneas Soc. Colombiana Entomol.* 24:42-56.
- PATROCK, R. J. & D. J. SCHUSTER, 1992. Feeding, oviposition, and development of the pepper weevil, (*Anthonomus eugenii* Cano) on selected species of Solanaceae. *Trop. Pest Mang.* 38: 65-69.
- PATROCK, R. J., D. J. SCHUSTER & E. R. MITCHELL, 1992. Field evidence for an attractant produced by the male pepper weevil (Coleoptera: Curculionidae). *Fla. Entomol.* 75: 138-144.
- PICKERSGILL, B., 1969. The archaeological record of chili peppers (*Capsicum* spp.) and the sequence of plant domestication in Peru. *Amer. Antiq.* 34: 54-61.
- PRATT, F. C., 1907. Papers on the cotton boll weevil and related associated species. V. Notes on the pepper weevil (*Anthonomus aeneotinctus* Champ) U.S. Dept. Agric. Bureau of Entomol. Bull. 63: 55-58.
- PURSEGLOVE, J. W., 1968. Tropical Dicotyledons 2. John Wiley and Sons Inc. New York. pp. 524-530.
- REISSIG, W. H., E. A. HEINRICHS, J. A. LITSINGER, K. MOODY, L. FIEDLER, T. W. MEW & A. BARRION, 1985. Illustrated guide to integrated pest management in rice in tropical Asia. International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños, Philippines.

- RILEY, D. G., 1990. Refined sampling methodology and action thresholds for the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae). Ph. D. dissertation, Univ. Fla., Gainesville, Fla. 179 pp.
- RILEY, D. G., 1993. The pepper weevil and its management. Texas Agric. Ext. Serv., Texas A&M Univ., L-5069, 6 pp.
- RILEY, D. G. & D. J. SCHUSTER, 1992. The occurrence of *Catolaccus hunteri*, a parasitoid of *Anthonomus eugenii*, in insecticide treated bell pepper. *Southwestern Entomol.* 17: 71-72.
- RILEY, D. G. & D. J. SCHUSTER, 1994. Pepper weevil adult response to colored sticky traps in pepper fields. *Southwestern Entomol.* 19: 93-107.
- RILEY, D. G., D. J. SCHUSTER, & C. S. BARFIELD, 1992a. Refined action threshold for pepper weevil adults (Coleoptera: Curculionidae) in bell peppers. *J. Econ. Entomol.* 85: 1919-1925.
- RILEY, D. G., D. J. SCHUSTER & C. S. BARFIELD, 1992b. Sampling and dispersion of pepper weevil (Coleoptera: Curculionidae) adults. *Environ. Entomol.* 21: 1013-1021.
- SCHUSTER, D. J., D. R. SEAL, P. A. STANSLY, D. E. DEAN, C. CRUZ & R. ZAPATA, 1996. Prospects for integrated management of the pepper weevil in the Caribbean Basin. pp. 71-72, D.N. Maynard (ed.). Proc. Natl. Pepper Weevil Conf., Dec. 8-11, Naples, Florida.
- SEGARRA, A. E. & A. PANTOJA, 1988a. Evaluation of relative sampling methods for population estimation of the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae). *J. Agric. Univ. P. R.* 72: 387-393.

- SEGARRA, A. E. & A. PANTOJA, 1988b. Sequential sampling plan, yield loss components and economic thresholds for the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae). *J. Agric. Univ. P. R.* 72: 375-385.
- STANSLY P. A. & J. M. CONNER, 1995. Control of pepper weevil with azadirachtin and synthetic insecticides on bell pepper, Spring 1994. *Arthropod Management Tests*, 20: 107.
- SILL, W. H. Jr., 1982. *Plant Protection: An Integrated Interdisciplinary Approach*. Iowa State University Press, Ames Iowa. 297 pp.
- SMITH, C. M., 1989. *Plant Resistance to Insects: A Fundamental Approach*. John Wiley & Sons, Nueva York.
- SMITH, P. G., B. VILLALON & P. L. VILLA, 1987. Horticultural classification of peppers grown in the United States. *Hort. Science* 22: 11-13.
- SUTHERLAND, C. A., J. H. DAVIS, F. ELDER, H. BURKER & J. PAKALUK, 1994. The weevil fauna associated with chile in New Mexico (Insecta: Coleoptera: Curculionidae). *In: Proc. 12th Nat. Pepper Conf.*, New Mex. State. Univ., Las Cruces, N.M., August 1994.
- WALD, A., 1945. Sequential tests of statistical hypotesis. *Annals of Math. & Stat.* 16:117-186.
- WALKER, P. T., 1987a. Methods of studyng the relationship between different insect population levels, damage and yield in experiments and surveys. *In: Teng, P. S. (ed.). Crop Loss Assesment and Pest Management*. APS Press, Minnesota. pp. 97-104.

- WALKER, P. T., 1987b. Quantifying the relationship between insect populations, damage, yield and economic thresholds. *In*: Teng, P. S. (ed.). Crop Loss Assessment and Pest Management. APS Press, Minnesota. pp. 114-125.
- WALTER, J. F. & J. R. HARRIS, 1994. Neemix: a new tool in pepper pest control. *In*: Proc. 12th Nat. Pepper Conf., New Mex. State. Univ., Las Cruces, NM, August 1994.
- WATSON, J. R., 1934. A pepper pest new to the United States. *Fla. Entomol.* 18: 23.
- WILLIAMS, C. N., J. O. UZO & T. H. PEREGRINE, 1991. Vegetable Production in the Tropics. Loogman Scientific and Technical. pp. 102-104.
- WILSON, R. J., 1986. Observation on the behavior and host relations of the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) in Florida. MS Thesis, Univ. Fla. Gainesville, FL.
- YAMAGUCHI, M., 1983. World Vegetables, Principles, Production, and Nutritive Values. Avi Publishing Co. Wesport, Conneticut. pp. 303-306.
- ZADOKS, J. C., 1987. Rationale of crop loss assesment for improving pest management and crop protection. *In*: Teng, P. S. (ed.). Crop Loss Assessment and Pest Management. APS Press, Minnesota. pp. 1-15.