



Insectos-plaga

del maíz duro y alternativas para su manejo integrado
en el Litoral ecuatoriano



EL NUEVO
ECUADOR

Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias

Manual nº 137

Autores:

Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez¹

José Bernardo Navarrete Cedeño¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Portoviejo.
Departamento de Protección Vegetal. Km 12 vía Portoviejo-Santa Ana, cantón Portoviejo, Manabí.
Teléfono: +593 5 2420317. Correo electrónico: portoviejo@iniap.gob.ec



EL NUEVO
ECUADOR 

Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias

**PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**

Daniel Noboa Azín

MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

Danilo Palacios

DIRECTOR EJECUTIVO INIAP

Raúl Jaramillo

DIRECTOR ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO

Jorge Washington Tumbaco Vera

AUTORES

Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez

José Bernardo Navarrete Cedeño

FOTOGRAFÍA

Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez, José Bernardo Navarrete Cedeño

DISEÑO

Unidad de Comunicación Social INIAP

REVISIÓN TÉCNICA

Comité de Publicaciones de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP:
Jorge Washington Tumbaco Vera, Benny Alexander Avellán Cedeño; Jean
Paul Villavicencio Linzán

Dirección de Investigaciones del INIAP

Dirección de Transferencia del INIAP

REVISIÓN POR PARES EXTERNOS

María Bernarda Ramírez, Docente Investigadora de la Universidad
Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Agrarias.
Asunción-Paraguay.

Jorge Mendoza Mora, Investigador en libre ejercicio. Ex Jefe de
Entomología, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador
CINCAE.

DIRECCIÓN DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO

Departamento de Protección Vegetal. Km 12 vía Portoviejo-Santa Ana,
cantón Portoviejo, Manabí.

Teléfono: 593 5 2420317.

Correo electrónico: portoviejo@iniap.gob.ec

BIBLIOGRAFÍA

Cañarte, E. y Navarrete, B. 2024. Insectos-plaga del maíz duro y
alternativas para su manejo integrado en el Litoral ecuatoriano.
1era. Ed. 2024. Manual N° 137 p.60

ISBN

978-9942-22-603-7

La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por los autores y se cite correctamente la fuente.

© Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA**PROHIBIDA SU VENTA**

**EL NUEVO
ECUADOR**

Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias



ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	5
PRESENTACIÓN	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. ANTECEDENTES	9
II. PLAGAS DEL MAÍZ EN EL LITORAL ECUATORIANO	10
a. Insectos-plaga del suelo	12
b. Insectos defoliadores	15
c. Insectos barrenadores del tallo	17
d. Insectos de la mazorca	19
e. Insectos vectores de virus	21
III. ALTERNATIVAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)	24
a. Prácticas culturales	24
1. Eliminación de los residuos de cosecha	24
2. Preparación del terreno	25
3. Uso de semilla certificada	25
4. Siembra temprana	26
5. Rotación de cultivos	27
6. Asociación de cultivos	28
7. Manejo agronómico adecuado del cultivo	28
b. Manejo racional de insecticidas	28
1. Tratamiento a la semilla	29
2. Aplicación de insecticida en "drench" para el control de insectos vectores	30
3. Aspersiones al follaje	31
c. Uso de extractos naturales	35
d. Uso de cebos tóxicos	37
e. Control biológico	39
1. Depredadores	39
2. Parasitoides	44
3. Entomopatógenos	47
IV. MONITOREO	49
V. CONSIDERACIONES FINALES	50
VI. LITERATURA CONSULTADA	51
ABREVIATURAS	55
GLOSARIO DE TÉRMINOS	56
BIOGRAFÍA DE AUTORES	59



AGRADECIMIENTO

Los autores de esta publicación dejan constancia de su agradecimiento a las autoridades del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (**INIAP**), por la gestión realizada, para la ejecución de los diversos proyectos de investigación presentados por el Departamento de Protección Vegetal (**DPV**), de la Estación Experimental Portoviejo (**EEP**), que sirvieron para la implementación de las diferentes tecnologías generadas para el manejo sostenible de los principales insectos-plaga del maíz, las cuales se presentan en esta publicación.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería (**MAG**), por su apoyo en la coordinación interinstitucional con el INIAP y organismos de financiamiento; así como, la participación de los productores de maíz del Litoral ecuatoriano.

A los productores maiceros, quienes de manera comprometida han colaborado con nosotros, a través de sus demandas de tecnologías, participación en eventos de capacitación, retroalimentación de necesidades; así como, al facilitar desinteresadamente, cuando ha sido requerido, espacios físico en sus fincas para implementación de los trabajos de investigación a lo largo de más de tres décadas, en que el DPV-Entomología de la EEP ha venido trabajando en este rubro de gran importancia para la economía del país; generando conocimiento para el desarrollo de tecnologías sostenibles y amigables con el ambiente e incorporando prácticas de fácil adopción. Todo esto, en el marco del Manejo Integrado de Plagas (**MIP**) del maíz, para el beneficio del sector maicero del Litoral ecuatoriano.

Al Comité de Publicaciones de la Estación Experimental Portoviejo, a la Dirección de Investigaciones, a la Dirección de Transferencia de Tecnología y a la Unidad de Comunicación Social del INIAP, por sus aportes a este documento.

A los revisores externos de esta publicación, cuyas aportaciones, contribuyeron a mejorar la calidad y solvencia de esta publicación.

Finalmente, a todos los actores de la cadena productiva del maíz en el Litoral ecuatoriano.

PRESENTACIÓN

El maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), es el cultivo transitorio con mayor superficie de siembra en el Ecuador. Se cultiva principalmente en la región Litoral o costa durante la época lluviosa y en menor escala, en la época seca en las zonas con mayor humedad remanente o donde existe la posibilidad de riego. Durante el desarrollo del cultivo, ocurren factores bióticos o abióticos que, pueden afectar significativamente la producción, siendo uno de ellos los problemas fitosanitarios; especialmente el ataque de varias especies de insectos plagas.

El INIAP ha promovido el enfoque del Manejo Integrado de Plagas (MIP), para hacer frente a la problemática fitosanitaria de los principales cultivos del Ecuador. En el caso del maíz, se han desarrollado diversas alternativas que, en su conjunto, permiten manejar las plagas para obtener una producción económicamente rentable, sin afectar los recursos naturales.

En este documento, en la primera parte se hace una descripción de las principales plagas que afectan el cultivo de maíz en todas sus etapas fenológicas. Finalmente, se presentan varias alternativas dentro del MIP, producto de investigaciones realizadas en los últimos años por el Departamento de Protección Vegetal-Entomología de la Estación Experimental Portoviejo.

Con esta publicación se espera contribuir al conocimiento de la problemática entomológica del maíz duro y su manejo sostenible. La información presentada va dirigida a productores, técnicos, académicos, estudiantes y demás componentes de la cadena productiva del maíz.



RESUMEN

El maíz amarillo duro (*Zea mays* L.), es uno de los cultivos más importantes del Litoral ecuatoriano, representando un aporte a la economía y seguridad alimentaria de miles de familias. La producción de este cereal es afectada por una diversidad de artrópodos-plaga que manifiestan su daño en todas las etapas del cultivo. A partir de la siembra se observan ataques de insectos del suelo como *Phyllophaga* spp., *Neocurtilla hexadactyla*, *Gryllus assimilis*, *Melanotus* spp., *Agrotis ipsilon*, *Spodoptera* spp., *Peridroma* spp., *Atta cephalotes*. En la etapa vegetativa es notoria la ocurrencia de cigarritas vectores de virus y fitoplasmas, como *Dalbulus maidis*, *Peregrinus maidis*; así como, trips *Frankliniella* spp. y áfidos *Rhopalosiphum maidis* y *Myzus persicae*, que transmiten virus que causan la “necrosis letal”. En esta etapa, se observan afectaciones causadas por lepidópteros defoliadores como *Spodoptera frugiperda* y ocasionalmente por *Mocis latipes*; en menor proporción se encuentran daños de escarabajos del género *Diabrotica*. Las plagas barrenadoras de tallos en la fase vegetativa son *Diatraea saccharalis* y *Elasmopalpus lignosellus*. En la etapa reproductiva las mazorcas son afectadas por un complejo de lepidópteros que incluye a *Helicoverpa zea* y *Spodoptera* spp. Los problemas de artrópodos-plaga en maíz se deben abordar mediante estrategias de manejo integrado que, incluye **prácticas culturales** como la eliminación de residuos o rastrojos, preparación mecanizada del terreno, uso de semilla certificada, buena densidad poblacional, manejo agronómico adecuado del cultivo; el **control biológico natural** ejercido por los **depredadores** como *Megacephala* sp., *Cicindella* sp., *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens*, *Cheilomenes* spp., *Syrphus* sp., *Condylostylus* sp., *Zelus* spp., *Orius insidiosus*, arañas Salticidae, *Chrysoperla* sp., *Polistes* spp. y *Polybia* spp.; y los **parasitoides** *Trichogramma* spp., *Billaea* sp., *Bracon* sp., *Cotesia* sp., *Conura* sp., *Gonatopus bartletti*, *Aphidius* spp. Durante todo el desarrollo del cultivo los artrópodos-plaga son susceptibles a infecciones de hongos como *Metarhizium rileyi* y también a bacterias y virus **entomopatógenos**. La **aplicación de insecticidas** sólo debe considerarse en casos en que los controles culturales y biológicos no sean suficientes para mantener las poblaciones de plagas bajo el nivel de daño económico. Para esto, se debe priorizar el uso de productos botánicos y biológicos, dejando como última alternativa a los insecticidas de síntesis química que, en caso de utilizarse, deben ser los menos tóxicos para el ambiente y la salud de productores y consumidores.

ABSTRACT

Field corn (*Zea mays* L.) is one of the most important crops in the Ecuadorian coastal region, contributing to the economy and food security of thousands of families. A diversity of arthropod pests inflict damage at all growth stages of this cereal. After sowing, the crop is attacked by soil insects such as *Phyllophaga* spp., *Neocurtilla hexadactyla*, *Gryllus assimilis*, *Melanotus* spp., *Agrotis ipsilon*, *Spodoptera* spp., *Peridroma* spp., *Atta cephalotes*. During the vegetative growth phase, appears the leafhoppers *Dalbulus maidis*, and *Peregrinus maidis* that vector virus and phytoplasmas; as well as, trips *Frankliniella* spp. and aphids *Rhopalosiphum maidis* and *Myzus persicae*, which vector the virus of "necrosis letal". At this stage, damage by defoliating lepidopterans such as *Spodoptera frugiperda* and occasionally *Mocis latipes* is observed, and to a lesser extent damage by *Diabrotica* beetles. Stem-boring pests in the vegetative stage are *Diatraea saccharalis* and *Elasmopalpus lignosellus*. At the reproductive stage, cobs are affected by a lepidopteran complex that includes *Helicoverpa zea* and *Spodoptera* spp. Arthropod pest problems in maize need to be addressed through integrated management strategies that include cultural practices such as residue or stubble removal, mechanized soil cultivation, use of certified seed, good stocking densities and proper crop management. Biological control through predators *Megacephala* sp., *Cicindella* sp., *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens*, *Cheilomenes* spp., *Syrphus* sp., *Condylostylus* sp., *Zelus* spp., *Orius insidiosus*, arañas Salticidae, *Chrysoperla* sp., *Polistes* spp. y *Polybia* spp.; and parasitoids *Trichogramma* spp., *Billaea* sp., *Bracon* sp., *Cotesia* sp., *Conura* sp., *Gonatopus bartletti*, *Aphidius* spp. Throughout crop development, arthropod pests are susceptible to infection by fungi such as *Metarhizium rileyi*, and also by entomopathogenic bacteria and viruses. Insecticide application should only be considered in cases where cultural and biological controls are not sufficient to keep pest populations below the level of economic damage. To achieve this goal, priority should be given to the use of botanical and biological products, leaving as a last alternative the use of chemically synthesized insecticides, which, if used, should be the least toxic for the environment and the health of producers and consumers.



I. ANTECEDENTES

El maíz (*Zea mays* L.) es considerado un cultivo de gran importancia para la seguridad alimentaria del país, siendo ampliamente utilizado en la alimentación humana y animal. En el 2022, se sembraron 292.768 hectáreas (ha) con un rendimiento promedio de 6.35 t ha⁻¹, siendo las provincias de mayor producción, Los Ríos, Manabí, Guayas, Loja y Santa Elena. El sector maicero ecuatoriano genera plazas de trabajo, al menos para 202.428 personas. No obstante, hay que considerar que los rendimientos son bajos, si los comparamos con aquellos obtenidos en países de la región de América Latina.

Su producción se ve afectada por la presencia de una diversidad de artrópodos-plaga que pueden afectar prácticamente todos los órganos de la planta, desde su establecimiento hasta la cosecha. Se pueden citar las plagas del suelo que consumen sus raíces o trozan las plantas durante los primeros 21 días de establecidos. Entre ellos están varias especies de hábito masticador como chanco gordo o gallina ciega, *Phyllophaga* spp., el gusano trozador, *Agrotis ipsilon*, "perforador menor" del tallo, *Elasmopalpus lignosellus*, que afecta en los primeros días de edad. Luego aparecen los defoliadores como el gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda*, el gusano ejército, *Mocis latipes* y el barrenador del tallo, *Diatraea saccharalis*, consideradas estas tres últimas especies, como plagas de importancia económica en el maíz. A nivel de la mazorca se destaca un complejo de *Helicoverpa* spp. Otro grupo de artrópodos que provoca severos perjuicios al maíz son aquellos de hábito chupador, tales como las chicharritas, *Dalbulus maidis*, áfidos o pulgones, *Myzus persicae* y *Rhopalosiphum maidis*, trips, *Frankliniella* spp., que al alimentarse del follaje se convierten en importantes vectores de enfermedades como el complejo virus-fitoplasma de la "Cinta Roja" y la coinfección viral de la "Necrosis Letal". También las mariquitas defoliadoras del género *Diabrotica* spp., son citadas como posibles vectores del virus de la Necrosis Letal del Maíz.

Ante esta complejidad de plagas, una alternativa viable de control es el Manejo Integrado de Plagas (MIP), que involucra la implementación de una diversidad de acciones y alternativas para reducir significativamente estos daños, buscando minimizar el impacto al ambiente y a la salud de la población. Precisamente, una acción fundamental del MIP, es la correcta identificación de las plagas de importancia económica y el rol de los enemigos naturales en la regulación de las poblaciones de estas plagas. Con este fundamento, es posible implementar alternativas de manejo de plagas, entre las cuales están, el uso de buenas prácticas de manejo, como la preparación del terreno, uso de semilla certificada, tratamiento a la semilla, la aplicación de insecticida en "drench", fertilización adecuada, trampas atrayentes de colores, control oportuno de malezas, entre otras. Así como, la aplicación en rotación de una diversidad de insecticidas de distinta naturaleza (botánicos, biológicos, químicos). Todas estas prácticas tienen como finalidad causar la menor interferencia hacia los reguladores naturales de las plagas que, aportan grandemente al control biológico de estos organismos que perjudican al maíz.

II. PLAGAS DEL MAÍZ EN EL LITORAL ECUATORIANO

Las plagas son organismos que compiten con un cultivo y cuyas poblaciones en niveles críticos son capaces de causar un daño significativo en forma directa o indirecta a los órganos de las plantas, y por ende a la economía de los productores. Los daños directos se dan a través del consumo de las estructuras de la planta, que pueden ser las raíces (Figura 1), el follaje (Figura 2) o la mazorca (Figura 3). Mientras que, los daños indirectos se manifiestan a través de su actividad como vectores de virus; tales como, el complejo “Cinta Roja” (CR) (Figura 4) y el virus de la “Necrosis Letal del Maíz” (NLM) (Figura 5), principalmente. En estas circunstancias, pueden presentarse, plagas principales y plagas secundarias.



Figura 1. Raíz de planta de maíz dañada por larvas de *Phyllophaga* spp.



Figura 2. Larva de *Spodoptera frugiperda* alimentándose vorazmente, destruyendo el cogollo del maíz.



Figura 3. Larva de *Spodoptera* sp. alimentándose y mostrando el daño de la mazorca de maíz.



Figura 4. Síntomas de la hoja enrojecida, proliferación de mazorcas y entrenudos cortos, característicos del complejo "Cinta Roja" del maíz (CR).



Figura 5. Amarillamiento y desecación de hojas, provocado por el complejo "Necrosis Letal del Maíz" (NLM).

a. Insectos-plaga del suelo

El cultivo de maíz, en el Litoral ecuatoriano, presenta una diversidad de insectos-plaga, que habitan en el suelo y se alimentan de raíces frescas o a nivel del cuello, llegando incluso a trozar la planta. De manera general, son consideradas plagas secundarias; no obstante, en algunas zonas y bajo ciertas condiciones ambientales y de manejo, pueden convertirse circunstancialmente en plagas principales.

Entre las más importantes, se pueden mencionar aquellas que, destruyen y se alimentan de raíces frescas, como el llamado chanco gordo, orozco, gallina ciega o chiza, *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) (Figura 6, 7 y 8); grillo topo, *Neocurtilla hexadactyla* (Orthoptera: Gryllotalpidae) (Figura 9); grillo negro, *Gryllus assimilis* (Orthoptera: Gryllidae) (Figura 10); gusano alambre-barrenador, *Melanotus* spp. (Coleoptera: Elateridae) (Figura 11); insectos trozadores de plantas, como los gusanos cortadores, *Agrotis ipsilon* (Figura 12), *Spodoptera* spp., *Peridroma* spp. (Lepidoptera: Noctuidae); hormigas cortadoras, *Atta cephalotes* (Figura 13), que se caracterizan por alimentarse de las hojas y finalmente trozar las plántulas de maíz a nivel del "cuello" (Figura 14).



Figura 6. Adulto de *Phyllophaga* sp., color pardo rojizo de 20 mm de longitud.



Figura 7. Larva de *Phyllophaga* sp., color blanco-cremoso, cabeza rojiza. Mide hasta 50 mm de longitud.



Figura 8. Larva de *Phyllophaga* sp., alimentándose de raíces frescas de plántulas de maíz.



Figura 9. Ninfa de grillo topo *Neocurtilla hexadactyla*. Patas anteriores tipo cavador, que usa para realizar galerías. Se alimenta de raíces frescas.



Figura 10. Ninfa de grillo negro *Gryllus* sp., aprovecha las grietas en el suelo para llegar a las raíces del maíz y alimentarse de ellas.



Figura 11. Larvas del gusano alambre *Melanotus* sp., cuerpo cilíndrico, muy esclerosado. Barrena y se alimenta de raíces frescas de maíz.



Figura 12. Larva del gusano rosca o trozador *Agrotis* sp. Se camufla en el suelo y corta las plantas a nivel del cuello.



Figura 13. Hormiga del género *Atta* spp. Voraz cortador y defoliador de plántulas de maíz.



Figura 14. Plántula de maíz trozada, observándose corte a nivel del "cuello".



b. Insectos defoliadores

Aquí se encuentra un grupo de gran importancia económica, de hábito masticador; destacándose el gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). El adulto es una palomilla de 25 mm de expansión alar. La hembra adulta es de color gris oscuro (Figura 15), y preferentemente se ubica en el verticilo de la planta, donde oviposita en masa. La larva puede llegar a medir hasta 40 mm de longitud (Figura 16), se alimenta del cogollo de la planta, desde los primeros días, hasta la formación de la mazorca. Este insecto puede invadir y destruir completamente el cogollo (Figura 17), e incluso la espiga y la mazorca; por lo que, es considerada la plaga clave en el cultivo. También se reporta en algunas zonas con diferentes niveles de infestación, el falso medidor o gusano ejército, *Mocis latipes* (Lepidoptera: Noctuidae), cuyas larvas (Figura 18), pueden llegar a ser voraces defoliadoras. Otra plaga que está incrementando su ocurrencia y que debería ser objeto de supervisión, es el complejo de *Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) (Figuras 19), que se alimentan de la lámina foliar, provocando perforaciones en las hojas del maíz (Figura 20). No obstante, su real importancia está en su capacidad de transmitir virus en el cultivo, como la “Necrosis Letal del Maíz”.



Figura 15. Hembra adulta de *Spodoptera frugiperda* en el cogollo de una planta de maíz.



Figura 16. Larva de *Spodoptera frugiperda* en instar IV, alimentándose vorazmente en el cogollo de una planta de maíz.



Figura 17. Daño muy severo ocasionado por la alimentación voraz de la larva de *Spodoptera frugiperda* en maíz.



Figura 18. Larva del gusano ejército *Mocis latipes* alimentándose del área exterior de una hoja de maíz.



Figura 19. Adulto del complejo de *Diabrotica* spp. sobre una hoja de maíz.



Figura 20. Adulto de *Diabrotica* spp. alimentándose de la lámina foliar en maíz.



c. Insectos barrenadores del tallo

El barrenador del tallo del maíz, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae), es un insecto citado desde hace décadas como plaga de importancia económica en la zona central del Litoral ecuatoriano. Sin embargo, en zonas maiceras de Manabí, es de interés desde aproximadamente una década, donde el productor ha constatado el perjuicio de su presencia en este cultivo. Su daño se evidencia por la presencia de perforaciones y desarrollo de tallos raquíticos o delgados, que dan como resultado mazorcas pequeñas. El adulto es una palomilla de color pajizo (Figura 21), de 20 mm de expansión alar. La larva perfora el tallo (Figura 22), se introduce en los entrenudos y construye galerías, donde se alimenta (Figura 23) y cumple su ciclo biológico hasta la fase adulta. La larva es de color blanco-cremoso, con cuatro escleritos (manchas) oscuros en cada segmento abdominal (Figura 23). Puede llegar a medir hasta 30 mm de longitud. Luego de su emergencia, en el instar I migra al tallo para iniciar su perforación. Este comportamiento hace complejo su control, por lo que se debe evitar su ataque en las etapas tempranas de su desarrollo.



Figura 21. Adulto de *Diatraea saccharalis* sobre una hoja de maíz.



Figura 22. Abundantes perforaciones ocasionadas por *Diatraea saccharalis* en una caña de maíz.



Figura 23. Larva de *Diatraea saccharalis*, alimentándose en galería, mostrando sus cuatro manchas oscuras en cada segmento abdominal.

Otro insecto con el mismo hábito en el maíz, es el perforador menor del tallo, *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Crambidae), que ocasiona pequeñas perforaciones en la base del tallo del maíz, cerca al suelo (Figura 24). El daño es muy similar a *Diatraea*, al causar galerías en el tallo, donde se alimenta. El ataque ocurre durante las primeras semanas de crecimiento del cultivo de maíz, cuyos síntomas iniciales son marchitez y finalmente la muerte de la planta (Figura 25).



Figura 24. Perforación en la base de la planta, provocada por la larva de perforador menor del tallo *Elasmopalpus lignosellus* en maíz.



Figura 25. Plántula de maíz marchita dañada por *Elasmopalpus lignosellus*.



d. Insectos de la mazorca

Existe un grupo de insectos que atacan preferentemente a la mazorca del maíz, alimentándose directamente de sus granos. Uno de los más importantes y específico es el gusano de la mazorca o gusano elotero, *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae). El adulto es una palomilla de 40 mm de expansión alar, color pardo, con un patrón de bandas transversales de color verdoso (Figura 26). Las larvas, bien desarrolladas pueden llegar a medir hasta 40 mm de longitud y son de color rosado (Figura 27), café o verde (Figura 28). La larva se ubica preferentemente en la punta de la mazorca, donde se alimenta de los granos. Se reporta también la presencia de larvas de *Spodoptera* sp. (Figura 29), ocasionando un daño muy similar al de *Helicoverpa*. Además, se han observado larvas de *Diatraea* alimentándose de granos de maíz (Figura 30), e incluso barrenando la tusa. Una complejidad de estas plagas es que, el daño directo que ocasionan, se convierte en vías de entrada para patógenos que terminan destruyendo completamente la mazorca, disminuyendo la productividad del cultivo.



Figura 26. Adulto del gusano de la mazorca *Helicoverpa zea*.



Figura 27. Larva de *Helicoverpa zea*.



Figura 29. Larva bien desarrollada de *Spodoptera* sp. alimentándose en la punta de la mazorca de maíz.



Figura 28. Larva de *Helicoverpa zea*, alimentándose en la punta de la mazorca de maíz.



Figura 30. Larva de *Diatraea* spp. alimentándose y dañando los granos y tuza de una mazorca de maíz.



e. Insectos vectores de virus

En la última década, otras plagas han cobrado protagonismo en la zona maicera del Litoral ecuatoriano, debido a su rol en la transmisión de virus. Entre ellas se encuentran las chicharritas, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), cuyos adultos son de color pajizo, de aproximadamente 3 mm de longitud (Figura 31). Tanto ninfas como adultos de este insecto se alimentan preferentemente en el verticilo (cogollo) de la planta de maíz. Durante el periodo seco, cuando las condiciones ambientales son favorables pueden ocurrir grandes poblaciones (Figura 32). También se reporta la presencia de la especie *Peregrinus maidis* (Hemiptera: Delphacidae) (Figura 33), que al igual que *D. maidis* puede llegar a convertirse en un problema fitosanitario. La complejidad de estas especies, preferentemente *D. maidis*, radica en su capacidad de transmisión de virus y fitoplasmas como el complejo “Cinta Roja”, que puede llegar a provocar hasta la pérdida total de la producción.



Figura 31. Adulto de *Dalbulus maidis* en maíz.



Figura 32. Alta población de adultos de *Dalbulus maidis* en el verticilo de una planta de maíz.



Figura 33. Adulto de *Peregrinus maidis*, vector de virus en maíz.

Desde el 2015 se evidenció la ocurrencia de un nuevo problema viral en el maíz, conocido como “Necrosis Letal del Maíz”, resultante de la coinfección de dos virus. Uno es el Virus del Moteado Clorótico del Maíz (MCMV), transmitido principalmente por trips, del género *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae) (Figura 34), de color amarillento, el cual se alimenta en grandes poblaciones en las hojas tiernas del maíz, en las etapas tempranas del cultivo (Figura 35). El daño se manifiesta con un vaciado celular que deriva en un bronceado en el área foliar donde se ha alimentado (Figura 36). El otro, es el Virus del Mosaico de la Caña de Azúcar (SCMV), transmitido por pulgones asociados al maíz, como el pulgón verde del maíz, *Myzus persicae* (Figura 37), y el pulgón negro, *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae) (Figura 38), este último caracterizado por la formación de grandes colonias que se alimentan mayoritariamente en la etapa de floración del maíz, interfiriendo con el normal desarrollo de la espiga (Figura 39).



Figura 34. Adulto de trips *Frankliniella* spp. alimentándose en una hoja de maíz.



Figura 35. Concentración de población de trips *Frankliniella* spp. alimentándose de tejido tierno de una hoja en maíz.



Figura 36. Bronceado y lesiones ocasionadas por trips *Frankliniella* spp. en hoja de maíz.



Figura 37. Adulto de pulgón verde *Myzus persicae* alimentándose en hoja de maíz.



Figura 38 Colonia de pulgón negro *Rhopalosiphum maidis* en maíz.



Figura 39. Alta infestación de pulgón negro *Rhopalosiphum maidis* en espiga de maíz.

III. ALTERNATIVAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

El Manejo Integrado de Plagas (MIP), se debe enfocar fundamentalmente a las plagas claves o principales. Es decir, aquellas que tienen relevancia económica. Varios son los componentes de este programa, que incluyen principalmente labores culturales, control biológico y control químico (uso racional de insecticidas).

a. Prácticas culturales

Estas prácticas buscan crear un ambiente favorable para el desarrollo del cultivo de maíz, que permitan la conservación y aumento de las poblaciones de enemigos naturales y que, a su vez, sean desfavorables para el desarrollo de las plagas del maíz. Entre las más importantes se encuentran la eliminación de residuos de cosecha o rastrojos, preparación del terreno, uso de semilla certificada, buena densidad poblacional y manejo agronómico adecuado y oportuno del cultivo.

1. Eliminación de los residuos de cosecha

Es importante la eliminación de los residuos de cosecha o rastrojos del cultivo anterior, sea maíz u otros. De ser posible efectuarla inmediatamente luego de la cosecha, retirándolos del área de siembra, con la finalidad de destruir los nichos de sobrevivencia de las plagas y que, pudieran mantenerse en estos rastrojos, como ha sido evidenciado con el barrenador del tallo, *D. saccharalis*, que sobrevive en estado de pupa en el interior del tallo de maíz seco (Figura 40). Cuando la topografía y las condiciones ambientales lo permitan, y no haya riesgo de contaminación, también se pueden incorporar al suelo estos rastrojos, mediante la mecanización agrícola (Figura 41). Evite la quema de estos residuos.



Figura 40. Presencia de una pupa de barrenador de la caña *D. saccharalis* sobreviviendo en el rastrojo de maíz.



Figura 41. Eliminación e incorporación del residuo o rastrojo de maíz, para destruir los nichos de sobrevivencia de plagas.



2. Preparación del terreno

En zonas donde sea posible se recomienda la preparación mecanizada del suelo (Figura 42); con el objetivo, entre otros, de exponer a los estados de desarrollo (huevos, larvas, pupas y adultos), de los insectos-plaga del suelo, como *Phyllophaga*, *Agrotis*, *Spodoptera*, a la radiación solar. Además, de someterlos a la acción depredadora, principalmente de aves (Figura 43), evitando así, altas infestaciones tempranas de estas plagas que dañan las raíces y plántulas en la próxima siembra de maíz.



Figura 42. Preparación mecanizada del suelo, para exponer a insectos del suelo a su depredación inmediata por parte de aves.



Figura 43. Exposición a la radiación solar de una larva de *Phyllophaga* spp. mediante la preparación del suelo.

3. Uso de semilla certificada

Siempre es recomendable la selección y siembra de semilla certificada de variedades e híbridos adaptados a las condiciones ambientales propias de la zona maicera y que responden a un programa tecnológico, al alcance del pequeño y mediano productor de maíz. En este contexto, El INIAP ha desarrollado híbridos adaptados a las condiciones ambientales de Manabí y la zona del Litoral ecuatoriano, como el híbrido INIAP H-601 (Figura 44), que se caracteriza por su tolerancia al estrés hídrico en época de floración y buen comportamiento frente a problemas fitosanitarios, como el complejo viral "Cinta Roja"; y la variedad Nutrichoclo INIAP 543 QPM (Figura 45), para consumo en fresco, entre otros.



Figura 44. Híbrido de maíz INIAP H-601, tolerante a estrés hídrico y "Cinta Roja"; adaptado a las condiciones del Litoral.



Figura 45. Variedad de maíz Nutrichoclo INIAP 543 QPM, con alta calidad de proteína para consumo en fresco.

4. Siembra temprana

Durante el periodo lluvioso se recomienda sembrar con las primeras precipitaciones (Figura 46). Se ha determinado que las siembras tempranas son menos afectadas por insectos-plaga y virus que aquellas tardías. En zonas con alta incidencia de plagas no es recomendable la siembra escalonada del maíz (Figura 47), ya que, esta práctica crea las condiciones favorables para la sucesión continua de ciclos biológicos de insectos dañinos, poniendo en desventaja al cultivo. La siembra en el periodo seco, en la zona del Litoral ecuatoriano, estará condicionada a la cosecha y destrucción de residuos del cultivo anterior. No obstante, se deberá aprovechar la mayor humedad remanente del suelo.



Figura 46. Siembra en el periodo lluvioso, con las primeras precipitaciones, para evadir el ataque temprano de insectos-plaga.



Figura 47. La siembra escalonada de maíz, favorece a la continua presencia de herbívoros en altas poblaciones en la zona.

5. Rotación de cultivos

En zonas del Litoral ecuatoriano, donde sea posible la producción de dos ciclos de cultivo, se recomienda la rotación del maíz con alguna oleaginosa o leguminosa, como soya *Glycine max* (Figura 48), maní *Arachis hypogaea* (Figura 49), caupí *Vigna unguiculata*, entre otras; lo cual interrumpe los ciclos de multiplicación de importantes plagas de hábito masticador como *Diatraea*, *Mocis*, *Spodoptera* e insectos chupadores, como *Dalbulus* sp., *Myzus* sp., eficientes vectores de enfermedades virales.



Figura 48. Cultivo de soya, utilizado en la rotación maíz-soya en el centro del Litoral ecuatoriano.



Figura 49. Cultivo de maní, ampliamente cultivado en la provincia de Manabí, ideal para la rotación maíz-maní.

6. Asociación de cultivos

El maíz, es una planta que se adapta y responde bien a la asociación con una diversidad de cultivos que forman parte de la seguridad alimentaria, como yuca *Manihot esculenta* (Figura 50), zapallo, *Cucurbita maxima*, leguminosas, maní, entre otros. Estos sistemas de producción son muy útiles para pequeños y medianos productores; que, a más de mostrar un buen uso eficiente de la tierra, contribuye a la regulación de las plagas, a través de la mejora en la riqueza y abundancia de las poblaciones de enemigos naturales de los fitófagos. Cultivos agroindustriales como el algodón *Gossypium hirsutum* (Figura 51), también son apropiados para esta asociación.



Figura 50. Sistema de asociación de maíz-yuca, utilizado en la provincia de Manabí.



Figura 51. La asociación maíz-algodón, es también una alternativa para la zona maicera de Manabí.

7. Manejo agronómico adecuado del cultivo

Las buenas prácticas agronómicas, como una adecuada densidad poblacional, un oportuno programa de riego en periodo seco, control de malezas y fertilización, son fundamentales para evitar estrés en las plantas. Esto se reflejará en la obtención de plantas vigorosas, capaces de soportar el ataque de insectos-plaga en el cultivo de maíz. El estrés hídrico favorece la presencia de insectos chupadores vectores de virus; mientras que, una adecuada fertilización nitrogenada, favorece el desarrollo de nuevas raíces que repercute en el crecimiento vigoroso de las plantas; disminuyendo el impacto negativo de la destrucción de raíces por parte de plagas del suelo, como *Phyllophaga*.

b. Manejo racional de insecticidas

El uso de insecticidas en la producción de maíz es factible, siempre que se los aplique bajo el contexto de un programa de manejo integrado que privilegia la sostenibilidad y conservación del ambiente. Es importante tener en consideración aspectos como, la utilización de insecticidas de última generación, específicos y de menor toxicidad, descartando aquellos extremadamente tóxicos. Rotar estos plaguicidas con sustancias de



distinta naturaleza, como insecticidas de origen botánico y biológicos; así como, respetar la frecuencia y dosis recomendada, son fundamentales para lograr un eficiente control de plagas y contribuir a desacelerar el proceso de desarrollo de resistencia de estos insectos a los insecticidas utilizados. Otro aspecto a ser considerado en el manejo de las plagas, mediante el uso de plaguicidas, es el conocimiento de su bioecología. Esto permitirá obtener mayor eficacia del producto en el control de la plaga objetivo, al determinar el momento oportuno y el estado biológico más susceptible de la plaga.

Dentro de esta estrategia de racionalidad, se pueden destacar algunas alternativas:

1. Tratamiento a la semilla

Esta práctica permite la protección de la semilla y la plántula de maíz al ataque y daño de insectos del suelo y vectores de virus, durante los primeros 15 días de establecida. Cuando la producción de maíz se da, en zonas donde no se reporta la presencia de virus, será solo necesario el uso de un insecticida contra insectos trozadores y comedores de raíces, como el thiodicarb, en dosis de 15 mL/kg de semilla. Mientras que, para zonas con frecuentes reportes de ocurrencia de virus y sus insectos vectores, se recomienda proteger la semilla contra estos vectores y trozadores con un producto de doble acción, como el thiodicarb + imidacloprid (Figura 52), en dosis de 25 mL/kg de semilla. Con este tratamiento se reduce significativamente la transmisión de patógenos causantes de complejos como, el de la "Cinta Roja" y virus de la "Necrosis Letal del Maíz". Estos productos son suspensiones concentradas que deben aplicarse directamente a la semilla. Se deberá tener la precaución de lograr la máxima homogeneización en el tratamiento, de modo tal que las semillas queden totalmente cubiertas con el producto (Figura 52). Dependiendo del volumen a tratar, se podrá utilizar una funda plástica gruesa, un tacho, o un tambor giratorio plástico o metálico para tratar semilla (Figura 53). Es recomendable efectuar la siembra inmediatamente. Cualquiera sea el método empleado, se deberá utilizar un equipo básico de protección (botas, guantes, mascarilla), para reducir el riesgo de contaminación (Figura 54). Es importante considerar que la protección de la semilla favorecerá la germinación uniforme, emergencia y crecimiento saludable de las plántulas de maíz en su etapa inicial.



Figura 52. Semilla de maíz tratada homogéneamente con thiodicarb + imidacloprid, lista para la siembra.



Figura 53. Tambor metálico utilizado en el tratamiento de semilla de maíz.



Figura 54. Tratamiento de semilla utilizando funda plástica, con equipo básico de protección (guantes, botas, mascarilla).

2. Aplicación de insecticida en “drench” para el control de insectos vectores

En zonas y épocas de alta incidencia de insectos vectores de virus, como *D. maidis*, *Myzus* sp., *R. maidis* y *Frankliniella* sp., es recomendable la aplicación de un insecticida en “drench” de acción sistémica, para el control de infestaciones tempranas de estas plagas (Figura 55). Uno de los productos recomendados es el thiamethoxam en dosis de 200 mL/200 litros de agua. Para el efecto se deberá utilizar una boquilla dosificadora, o en su defecto retirar la boquilla clásica, dirigiendo la aplicación al cuello de la planta, depositando aproximadamente 25 mL de la solución por sitio de siembra (Figura 56). Esta técnica de aplicación dirigida, reduce los riesgos de contaminación ambiental, así como una limitada afectación a organismos benéficos presentes en el cultivo.



Figura 55. Daño temprano del vector de virus *Frankliniella* spp. en una planta de maíz.



Figura 56. Aplicación de 25 mL del insecticida thiamethoxam en “drench” al cuello de la planta para el control de insectos vectores.



3. Aspersiones al follaje

Una vez termine el efecto control del tratamiento a la semilla y la aplicación en “drench”, aproximadamente a partir de los 15 a 21 días después de la siembra, es posible que, dependiendo de la zona y condiciones ambientales, reaparezcan insectos chupadores, vectores de virus, así como los defoliadores *S. frugiperda*, *M. latipes*, *Diabrotica* spp., entre otros. De acuerdo con investigaciones recientes efectuadas por INIAP, sobre la relación insectos vectores-virus de la necrosis letal, se determinó a través de estudios de predicción que, para el caso de áfidos y trips, se deberá considerar un umbral de un individuo por planta o trampa, respectivamente. Mientras que para los defoliadores como *Spodoptera*, se considera pertinente un umbral entre el 20 y 25% de plantas infestadas (daño fresco). Para el monitoreo de estos vectores, se recomienda el uso de tarjetas amarillas (3x4”), impregnadas con algún pegamento o aceite liviano (Figura 57), que sirven para registrar las poblaciones de trips (Figura 58). Mientras que, para el pulgón *M. persicae*, es recomendable utilizar la técnica del conteo directo en planta (Figura 59).



Figura 57. Colocación de trampas amarillas pegantes (3x4”) para monitoreo de trips en maíz.



Figura 58. *Frankliniella* sp. capturado en trampas amarillas.



Figura 59. *Myzus persicae* monitoreado mediante la técnica de conteo directo en la planta de maíz.

Para el control de estas plagas antes mencionadas, el INIAP, ha evaluado una diversidad de alternativas de distinta naturaleza; entre ellas, insecticidas de síntesis química, biológicos y botánicos.

En la Tabla 1, se presentan una gama de insecticidas organosintéticos, que pueden ser utilizados dentro de un programa de manejo integrado de plagas en maíz, en rotación con sustancias de origen biológico y botánico.

Tabla 1. Alternativas de insecticidas organosintéticos recomendados para el control de insectos-plaga en el cultivo de maíz.

Nombre común	Tipo de plaga a controlar	Dosis p.c./200 L agua	Momento de aplicación
lambda cyhalotrina + thiamethoxam	Defoliadores y chupadores	200 mL	Si hay reporte de daño de larvas de insectos masticadores y ninfas y adultos de chupadores, simultáneamente.
fipronil		140 mL	
spinetoram		100 mL	
benzoato de emamectina	Larvas defoliadoras	150 g	Principalmente en presencia de larvas de insectos defoliadores
cipermetrina		250 mL	
lufenuron		400 mL	
thiametoxam	Chupadores	200 mL	En presencia de ninfas y adultos de insectos chupadores vectores de virus.

Durante los últimos años el INIAP ha desarrollado un programa para el manejo del complejo viral en maíz. Este consiste principalmente en mantener a las poblaciones de los insectos vectores por debajo del umbral económico de un individuo por planta o trampa, según sea el caso; que corresponda a *D. maidis* para "Cinta Roja" o *M. persicae* y *Frankliniella* sp. para "Necrosis Letal del Maíz". Este programa se inicia con la selección de un buen material de siembra, adaptado a las zonas de cultivo; seguido del tratamiento a la semilla con thiodicarb + imidacloprid (25 mL/kg de semilla). Posteriormente, una aplicación en "drench" a los 10 a 12 días después de la siembra, utilizando thiametoxam (200 mL/200 L agua). A partir de los 21 días posterior a la siembra, se pueden utilizar sustancias como lambda cyhalotrina + thiametoxam (200 mL/200 L agua), fipronil (140 mL/200 L agua), entre otras, mismas que pueden ser rotadas con otros plaguicidas como aquellos aceites vegetales formulados.

Como resultado de varios estudios efectuados en INIAP, se puede utilizar en este programa MIP, el aceite formulado a base de nim, *Azadirachta indica*, tales como Inbio 75, Neem-X, entre otros, en dosis de 1 L/200 L agua. Complementariamente, el INIAP, también viene trabajado en los últimos años, con la formulación y valoración de la eficiencia de otros aceites vegetales con propiedades plaguicidas; entre ellos, el aceite formulado de piñón, *Jatropha curcas* e higuera, *Ricinus communis* (Figura 60), para el control principalmente de *S. frugiperda*. Estos aceites pueden ser extraídos mediante prensado y posteriormente combinados con un coadyuvante, que facilita la homogenización con el agua. Al respecto, se ha determinado que los aceites obtenidos de plantas con propiedades insecticidas son una alternativa sostenible dentro de un programa de manejo integrado del cogollero del maíz. Estos aceites pueden actuar de dos maneras sobre las larvas de *S. frugiperda*. La primera es que, al entrar en contacto el aceite sobre el cuerpo de las larvas, éste taponan los espiráculos y en consecuencia dificulta la respiración del insecto-plaga. Mientras que, el otro efecto es por ingestión, lo cual sucede cuando la larva consume una hoja impregnada con aceite formulado. En este caso, los metabolitos secundarios del aceite alteran el proceso de digestión causando la muerte directa o una perturbación del desarrollo normal de la larva. La combinación de estos mecanismos provoca mortalidad y disminución de la población en los insectos-plaga. En bioensayos realizados por INIAP a nivel de laboratorio (Figura 61), se ha demostrado que estos aceites alcanzan una mortalidad larval superior al 50% a



los 15 días después de aplicación del tratamiento (Figura 62); además, retraso en la formación de la pupa, malformación de pupas y emergencia de adultos débiles, disminuyendo así significativamente la población de esta plaga.



Figura 60. Aceites formulados de piñón e higuera, utilizados en el control del cogollero del maíz.



Figura 61. Bioensayo de laboratorio para probar la eficacia de aceites formulados en el control de cogollero del maíz.



Figura 62. Larva de *Spodoptera frugiperda* afectada por el consumo de hoja de maíz tratada con aceites formulados.

Si bien es cierto, en condiciones de campo, el efecto de mortalidad directa provocada por estos aceites vegetales es menos perceptible, si se observa una reducción significativa de la infestación del cogollero del maíz. La dosis eficaz y segura para evitar problemas de fitotoxicidad es del 2% v/v (20 mL/L agua), confirmándose con los resultados de laboratorio. Con volúmenes superiores y en condiciones de alta humedad, el aceite de higuera puede ocasionar daño al tejido (fitotoxicidad), mientras que el aceite de piñón, es más tóxico para la planta en baja humedad relativa. Para ambos aceites es recomendable efectuar las aplicaciones en las primeras horas de la mañana o al atardecer; ya que sus metabolitos secundarios se degradan con facilidad con niveles altos de luz solar (fotodegradables). Otro aspecto importante para tener éxito utilizando estos insecticidas naturales, es aplicarlos cuando las larvas estén en sus primeros estadios (máximo hasta tercer instar). Es importante resaltar que, el uso de estos aceites debe ser considerado en el contexto de un programa de manejo integrado de *S. frugiperda*, donde se lo alterne con otras sustancias de naturaleza biológica; a lo cual se deberá incorporar el control cultural, control biológico, dejando como última instancia, el uso de insecticidas de síntesis, de baja residualidad.

Cualquiera sea la sustancia utilizada (biológica, botánica u organosintética), se deberá utilizar un equipo de fumigación manual con boquilla de cono vacío, dirigiendo la aplicación sobre el verticilo o cogollo (Figura 63), terminando con un ligero escurrimiento al tallo y hojas de la planta de maíz. Esto con la finalidad de ampliar el espectro de control de plagas localizadas en el verticilo del maíz, como *S. frugiperda*, *D. maidis*, *Myzus*, *Frankliniella*, así como, las etapas tempranas de la larva de *D. saccharalis*, que se localizan inicialmente en las hojas externas del maíz, donde son aún vulnerables a la aplicación del insecticida. En el caso del barrenador del tallo, es difícil el control cuando la larva está dentro del tallo. Es recomendable utilizar una bomba de aplicación para cada tipo de sustancia, sea esta para biológicos, aceites vegetales o químicos. Recuerde que, es importante que el aplicador utilice un equipo básico de protección, que incluya botas, guantes y mascarilla (Figura 64), con la finalidad de evitar posibles intoxicaciones en campo.



Figura 63. Boquilla de cono vacío, dirigiendo la aplicación sobre el verticilo o cogollo.



Figura 64. Equipo básico de protección para la aplicación de un plaguicida.



c. Uso de extractos naturales

El INIAP cuenta con recomendaciones para el control de insectos-plaga, al alcance de pequeños y medianos productores de maíz, a base de preparados artesanales, utilizando especies vegetales. Una de estas plantas es el árbol de nim *Azadirachta indica* (Figura 65), el cual inicia su producción entre los 3 a 5 años de plantado. Produce en promedio aproximadamente 40 kg de semilla seca/árbol adulto. La semilla (Figura 66), registra un contenido de aceite superior al 46% y una gran diversidad de metabolitos, que solos o combinados, actúan eficientemente sobre plagas insectiles. Se ha reportado que el extracto de nim puede llegar a contener al menos 20 o más metabolitos secundarios con acción plaguicida. Al respecto, se reconoce tanto una acción insecticida como insectistática, afectando la oviposición de la hembra, biología de la plaga, alimentación, encuentro macho-hembra a través de su acción repelente y deterrente, entre otras.



Figura 65. Arquitectura del árbol de nim *Azadirachta indica*, ampliamente distribuido en Manabí y utilizado en el control de insectos-plaga en maíz, entre otros.



Figura 66. Semilla de nim *Azadirachta indica*, utilizada en extractos acuoso para el control de insectos-plaga en maíz.

Este tipo de preparados aportan sustancialmente a una agricultura limpia y a la seguridad alimentaria, al consumir alimentos sin residuos de plaguicidas. Otra ventaja es que, los productos a base de nim, pueden ser incorporados dentro de un programa de manejo integrado de plagas en maíz.

El nim tiene la particularidad que, tanto la semilla como las hojas, pueden ser utilizados en varios preparados que van desde el extracto acuoso, infusión, extracción de aceite en prensa o mediante el uso de solventes. Un uso práctico para los pequeños productores, son los extractos acuosos de semilla y hoja de nim. El proceso se inicia con la cosecha de la semilla madura, la cual debe ser descascarada en agua (Figura 67) y secada al ambiente, bajo sombra, por aproximadamente 15 días. A partir de esta fecha se la puede moler, utilizando un molino casero. Inmediatamente el producto molido se macera en agua suficiente por no más de 24 horas (Figura 68). Luego de estas 24 horas se filtra con un cedazo (Figura 69), para evitar taponamiento del equipo de aspersión. En estas condiciones está listo para ser aplicado al cultivo. Las dosis recomendadas para el control de plagas defoliadoras y chupadores en maíz, es de 50 g de semilla molida/L agua y 100 g de hoja de

nim/L agua. La torta de la semilla molida (bagazo), obtenida luego del filtrado, podrá ser aplicada al pie de las plantas, la cual es utilizada como abono y por sus propiedades nematicidas.



Figura 67. Semilla de nim *Azadirachta indica*, siendo descascarada en agua.



Figura 68. Semilla molida de nim *Azadirachta indica*, siendo macerada en agua por 24 horas.



Figura 69. Filtrado del macerado de nim *Azadirachta indica*, con ayuda de un cedazo.



d. Uso de cebos tóxicos

Otra alternativa para pequeños y medianos productores de maíz, es el uso de cebos tóxicos preparados a base de la combinación de un sustrato (arena o aserrín de madera), con una sustancia insecticida de baja toxicidad o semilla de nim molida, respectivamente. Cuando el cebo es preparado con nim molido, el cálculo se realiza con base en proporciones. Para el caso de la combinación del nim + aserrín, la proporción es 1:2; y para nim + arena, será 1:3 (Figura 70), los cuales deben ser mezclados homogéneamente en cada caso (Figura 71), para su posterior aplicación en campo. Cuando el cebo es preparado a base de nim, puede ser aplicado a las plantas, directamente con la mano, sin riesgo de contaminación.



Figura 70. Cebo tóxico preparado con semilla molida de nim *Azadirachta indica* + arena seca, en proporción 1:3.



Figura 71. Mezcla de la semilla molida de nim *Azadirachta indica* con la arena seca, previo a su aplicación directa en campo.

Para el caso del cebo tóxico con un organosintético, se utilizan 25 kg de arena seca + 100 mL de un insecticida de contacto de su preferencia. Para su preparación, se debe extender en una superficie de cemento o plástico los 25 kg de arena seca. Paralelamente, se diluyen los 100 mL de insecticida en 1 L de agua; asperjando esta solución sobre la arena, volteando las veces que sea necesario para homogeneizar el tratamiento, hasta agotar el volumen preparado. Para el efecto se utilizará una bomba aspersora tipo mochila (Figura 72). Posteriormente, se dejará airear por espacio de aproximadamente dos horas, esperando que la arena esté seca; en cuyo momento el cebo estará listo para su aplicación. Se recomienda utilizar botellas pequeñas de vidrio o plástico, con un agujero en la tapa, que permita la salida de la arena tratada (Figura 73). Para su aplicación se deberán tomar las precauciones propias para el uso de un plaguicida (guante, mascarilla, botas). Cuando el maíz sea utilizado para alimentación del ganado como ensilaje, no se recomienda el uso de un insecticida de síntesis para el cebo, debiéndose utilizar en su remplazo el nim, como fue descrito anteriormente.



Figura 72. Tratamiento de arena con insecticida de síntesis para la preparación de cebo tóxico.



Figura 73. Uso de botella pequeña de plástico o vidrio con agujero en la tapa para la aplicación de cebo tóxico.

Esta práctica, es recomendada particularmente para insectos-plaga como el gusano cogollero, *S. frugiperda* e incluso para estados tempranos del barrenador del tallo, *D. saccharalis* en maíz. Para el efecto, la aplicación de este cebo tóxico, sea preparado con nim molido o con un insecticida de síntesis, debe ser dirigida al verticilo central y las axilas de las hojas próximas a este (Figura 74). De esta manera, se asegura una protección contra el cogollero y el barrenador, al provocar un escurrimiento del producto hacia los entrenudos del tallo del maíz.



Figura 74. Cobertura en la aplicación de cebo tóxico con arena en el verticilo de la planta de maíz.



e. Control biológico

El maíz es un cultivo que presenta una gran riqueza y abundancia de controladores biológicos que se alimentan de la diversidad de artrópodos herbívoros asociados a este cultivo, contribuyendo así, a la regulación de las poblaciones de plagas primarias e incluso secundarias, sea a nivel del suelo como en la parte aérea. Con estas consideraciones, se deberá tener en cuenta la necesidad de precautelar estas poblaciones de benéficos, implementado un programa de manejo integrado de plagas, donde el uso de plaguicidas sintéticos se lo haga en el marco de la racionalidad, considerando el gran impacto negativo de estas sustancias al ambiente, las poblaciones de benéficos y la economía del productor. Dentro de estos reguladores, se pueden citar a depredadores, parasitoides y entomopatógenos.

1. Depredadores: son organismos que se alimentan directamente de otro; normalmente son más grandes que su presa y necesitan para completar su biología y sobrevivir, más de una presa. Bajo las condiciones del Litoral ecuatoriano se reportan una gran diversidad de insectos depredadores asociados a las principales plagas del maíz. A nivel del suelo se puede encontrar diversas especies depredadoras, agrupadas en varias familias del orden Coleoptera. Entre ellas, el escarabajo verde *Megacephala* sp. (Coleoptera: Carabidae) (Figura 75), escarabajo *Cicindella* sp. (Coleoptera: Cicindellidae) (Figura 76), el león de las hormigas (Neuroptera: Myrmeleontidae), así como, otras especies de la familia Mutillidae (Hymenoptera) (Figura 77). Estos depredadores son voraces consumidores de larvas dañinas que habitan en el suelo y se alimentan de raíces y trozan plantas de maíz, tales como *Phyllophaga* sp.; *Agrotis ipsilon*; *Melanotus* sp., *Agriotes* sp., entre otros, las cuales son plagas potenciales del maíz, dependiendo de la época y zona de cultivo.



Figura 75. Adulto del escarabajo *Megacephala* sp., depredador de larvas-plaga del suelo.



Figura 76. Adulto del escarabajo *Cicindella* sp., depredador de plagas del suelo.



Figura 77. Adulto de Mutillidae, depredador de larvas del suelo.

En la parte aérea de la planta de maíz se observa y actúa otro grupo diverso de importantes depredadores, como son, varias especies del complejo de mariquitas o tortuguillas, siendo las más abundantes *Cycloneda sanguinea* (Figura 78), *Hippodamia convergens* (Figura 79), *Cheilomenes* spp. (Figura 80) (Coleoptera: Coccinellidae), que se alimentan preferentemente de insectos de cuerpo blando, como áfidos, trips, ácaros, entre otros. Además, son muy comunes las larvas de mosca *Syrphus* sp. (Diptera: Syrphidae) (Figura 81), que están frecuentemente asociada como un voraz depredador de colonias de áfidos; la mosca verde, *Condylostylus* sp. (Diptera: Dolichopodidae) (Figura 82) y moscas ladronas de la familia Asilidae (Figura 83). Todas estas especies son generalistas que depredan una diversidad de insectos.



Figura 78. Adulto de *Cycloneda sanguinea* depredador de pulgones, trips, otras plagas.



Figura 79. Adulto de *Hippodamia convergens* depredador de pulgones, trips, otras plagas.



Figura 80. Adulto de *Cheilomenes* spp. depredador de pulgones, trips, otras plagas.



Figura 81. Adulto de mosca *Syrphidae*, depredador de pulgones en maíz.



Figura 82. Adulto de mosca verde *Condyllostylus* sp. depredador de varias plagas en maíz.



Figura 83. Adulto de mosca ladrona de la familia *Asilidae*, depredador de plagas en maíz.

Se reporta también, abundantes poblaciones del chinche asesino, *Zelus spp.* (Hemiptera: Reduviidae) (Figura 84), consumidor de larvas del gusano cogollero del maíz; el chinche pirata, *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) (Figura 85), que se alimenta de trips y chicharritas. Una diversidad de arañas depredadoras de la familia Salticidae (Figura 86), que depredan toda clase de insectos-plaga, como aquellos de la familia Cicadellidae; el león de los áfidos, *Chrysoperla sp.* (Neuroptera: Chrysopidae) (Figura 87), cuyas larvas se alimentan de masas de huevos de lepidópteros, pulgones, trips, entre otros. Las avispas del género *Polistes spp.* y *Polybia spp.* (Hymenoptera: Vespidae) (Figura 88), son depredadores de huevos, larvas y adultos de gran parte de las plagas del maíz. Finalmente están los trips depredadores de especies de trips-plaga, como la especie benéfica *Franklinothrips vespiformis* (Thysanoptera: Aeolothripidae) (Figura 89). Como se puede observar, todos estos depredadores contribuyen a la reducción de las poblaciones de plagas de importancia económica en maíz, como *S. frugiperda*, *D. saccharalis*, *M. latipes*, *Frankliniella sp.*, *D. maidis*, *Myzus sp.*, entre muchos otros.



Figura 84. Adulto de chinche asesino *Zelus spp.* depredando un artrópodo en maíz.

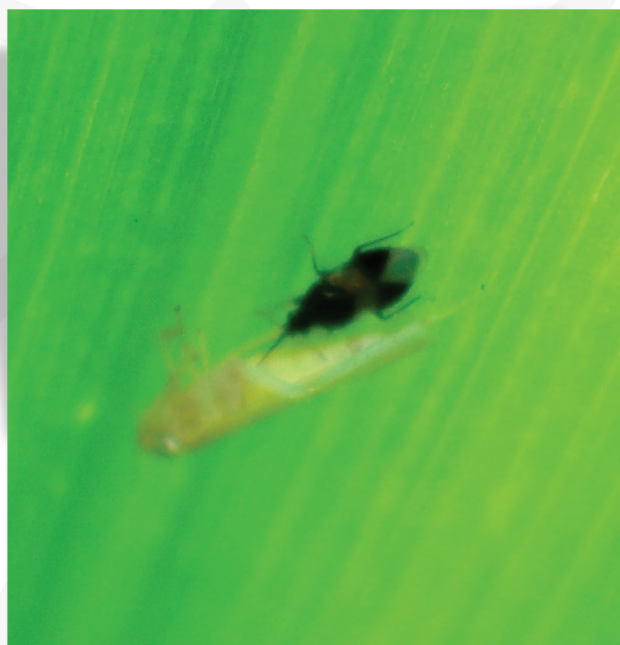


Figura 85. Adulto de chinche pirata *Orius insidiosus* depredando adulto de *D. maidis*.



Figura 86. Araña de la familia Salticidae, depredando un adulto de Cicadellidae.



Figura 87. Adulto del león de los áfidos *Chrysoperla* spp. depredador de pulgones y trips.



Figura 88. Adulto de avispa de la familia Vespidae, depredadores voraces de larvas-plaga en maíz.



Figura 89. Adulto de *Frankliniella tritici*, depredador de trips-plaga en maíz.

2. Parasitoides: son organismos que necesitan de un hospedero para alimentarse, completar su ciclo biológico y alcanzar su supervivencia. Pueden vivir dentro o fuera del cuerpo de su hospedero. La oviposición la efectúan sobre o dentro de huevos, larvas o pupas de su hospedero. Normalmente son mucho más pequeños que su hospedero. En la zona maicera del Litoral ecuatoriano se registra una diversidad de parasitoides que actúan sobre los insectos-plaga en este cultivo.

Se puede destacar la ocurrencia de pequeñas avispas del género *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Figura 90) y *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) (Figura 91), que parasitan huevos de *S. frugiperda* (Figura 92), *Diatraea* spp. y *M. latipes*, reportándose hasta un 82% de parasitismo. La mosca *Billaea claripalpis* (Diptera: Tachinidae) (Figura 93) que parasita larvas de *S. frugiperda* y *D. saccharalis* (Figura 94), hasta un 73%. Varias especies de los géneros *Bracon* e *Ipobracon* (Figura 95), parasitan *D. saccharalis* aun estando dentro de las galerías, gracias a su largo ovipositor (Figura 96), *Cotesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae) (Figura 97-98), *Conura* sp. (Hymenoptera: Chalcididae) (Figura 99), así como, otros de las familias Sarcophagidae y Tachinidae, son importantes parasitoides de larvas de *S. frugiperda*, *M. latipes* y *Diatraea* spp. Adicionalmente, insectos vectores como *D. maidis*, *P. maidis*, son parasitados por la avispa *Gonatopus bartletti* (Hymenoptera: Dryinidae) (Figura 100), reportándose preliminarmente parasitismo en torno a 12%. Varias especies del género *Aphidius* spp. (Hymenoptera: Braconidae) (Figura 101), alcanzan altos niveles de parasitismo de las especies de áfidos en maíz, entre ellos *M. persicae* y *R. maidis*.



Figura 90. Adulto de *Trichogramma* spp. parasitoide de huevos de *Spodoptera* spp.



Figura 91. Adulto de *Telenomus* sp. parasitoide de huevos de *Spodoptera* spp.



Figura 92. Masa de huevos de *Spodoptera frugiperda* parasitados con *Telenomus* sp.



Figura 93. Adulto de *Billaea claripalpis* parasitoide de larvas de lepidópteros en maíz.



Figura 94. Mosca *Billaea* spp. parasitando larva de *Diatraea saccharalis*.



Figura 95. Adulto de *Bracon* sp. parasitoide de lepidópteros como *Diatraea saccharalis*.



Figura 96. Larva de *Diatraea saccharalis* siendo parasitada por larva de *Bracon* sp.



Figura 97. Adulto de *Cotesia* sp. parasitoide de larvas de lepidópteros en maíz.



Figura 98. Larva de *Spodoptera frugiperda* parasitada por *Cotesia* sp. en maíz.



Figura 99. Adulto de *Conura* spp. parasitoide de larvas de lepidópteros en maíz.



Figura 100. Adulto de *Dalbulus maidis* parasitado con la avispa *Gonatopus bartletti* en maíz.



Figura 101. Colonia de pulgones momificados, por el parasitoide *Aphidius* spp. en maíz.

3. Entomopatógenos: los insectos-plaga del maíz también se enfrentan a la afectación de microorganismos, que merman sus poblaciones y por ende su incidencia, provocando incluso su muerte. Se reporta la acción de hongos, virus, bacterias, nemátodos, etc. En campos maiceros del Litoral ecuatoriano, el INIAP ha determinado de forma natural la presencia de una diversidad de estos organismos.

En Manabí, se ha registrado la presencia del hongo *Verticillium* sp. sobre la chicharrita del maíz, *D. maidis* (Figura 102); mientras que, en la zona central del Litoral, está ampliamente distribuido el hongo *Metarhizium rileyi* afectando larvas del cogollero del maíz, *S. frugiperda* (Figura 103). En experimentos de maíz realizados por INIAP, en la zona maicera de Manabí, durante el periodo lluvioso del 2023, donde se probó la eficacia de aceites formulados de piñón e higuera para el control de *S. frugiperda*, se determinó hasta 46% de mortalidad de larvas causada por *M. rileyi* (Figura 104). También se ha observado larvas de *S. frugiperda* infectadas con virus. A nivel de plagas del suelo, se presentan larvas de *Phyllophaga* colonizadas por bacterias (Figura 105) y hongos. Adicionalmente, se ha probado la eficacia en campo de productos comerciales a base de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt), principalmente contra insectos del orden Lepidoptera; entre ellos, el cogollero del maíz; mismos que están a libre disponibilidad del productor y pueden ser aplicados con equipos convencionales, en dosis de 600 mL/200 L agua.



Figura 102. Adulto de *Dalbulus maidis* parasitado por el hongo *Verticillium* sp. en maíz.



Figura 103. Larva de tercer instar de *Spodoptera frugiperda* parasitada por el hongo *Metarhizium rileyi* en maíz.



Figura 104. Larva de quinto instar de *Spodoptera frugiperda* parasitada por el hongo *Metarhizium rileyi* en maíz.



Figura 105. Larva de *Phyllophaga* spp. presente en maíz, siendo afectada por bacterias (izquierda), comparada con larva sana (derecha).



IV. MONITOREO

El monitoreo es la base fundamental del Manejo Integrado de Plagas en cualquier cultivo. Se debe revisar el cultivo, registrando la ocurrencia de los insectos-plaga al menos una vez por semana. El recorrido para realizar el muestreo deberá ser de tal manera que la información sea representativa del área a muestrear. En tales circunstancias se sugiere caminar en ZIG-ZAG en las dos diagonales del lote (Figura 106). Para esto se deberá acompañar de una planilla que facilite el registro de datos, incluyendo las plagas de interés. Cuando existan áreas mayores a 10 ha de maíz será recomendable dividir el área a muestrear en superficies menores, seleccionando como referencia una hectárea; procurando que ésta sea homogénea en cuanto a su manejo, edad, material de siembra, etc. Se sugiere efectuar un mínimo de 10 submuestreos en cada lote y en cada uno de ellos seleccionar 10 sitios o plantas, registrando la incidencia y/o población de las principales plagas del maíz y de ser posible de enemigos naturales. Es importante mencionar que, al momento de escoger el método de muestreo, se deberá considerar, el tipo de daño, biología, hábito, hábitat y tipo de distribución del insecto-plaga a evaluar; sea esta, agregada, al azar o uniforme; siendo al azar, la distribución espacial más frecuente en los insectos. Para el caso específico del monitoreo de la infestación de *S. frugiperda*, y otros lepidópteros, se determinará la relación entre el número total de plantas evaluadas contra el número de plantas con presencia de la plaga o el número de individuos por planta, según sea el caso.

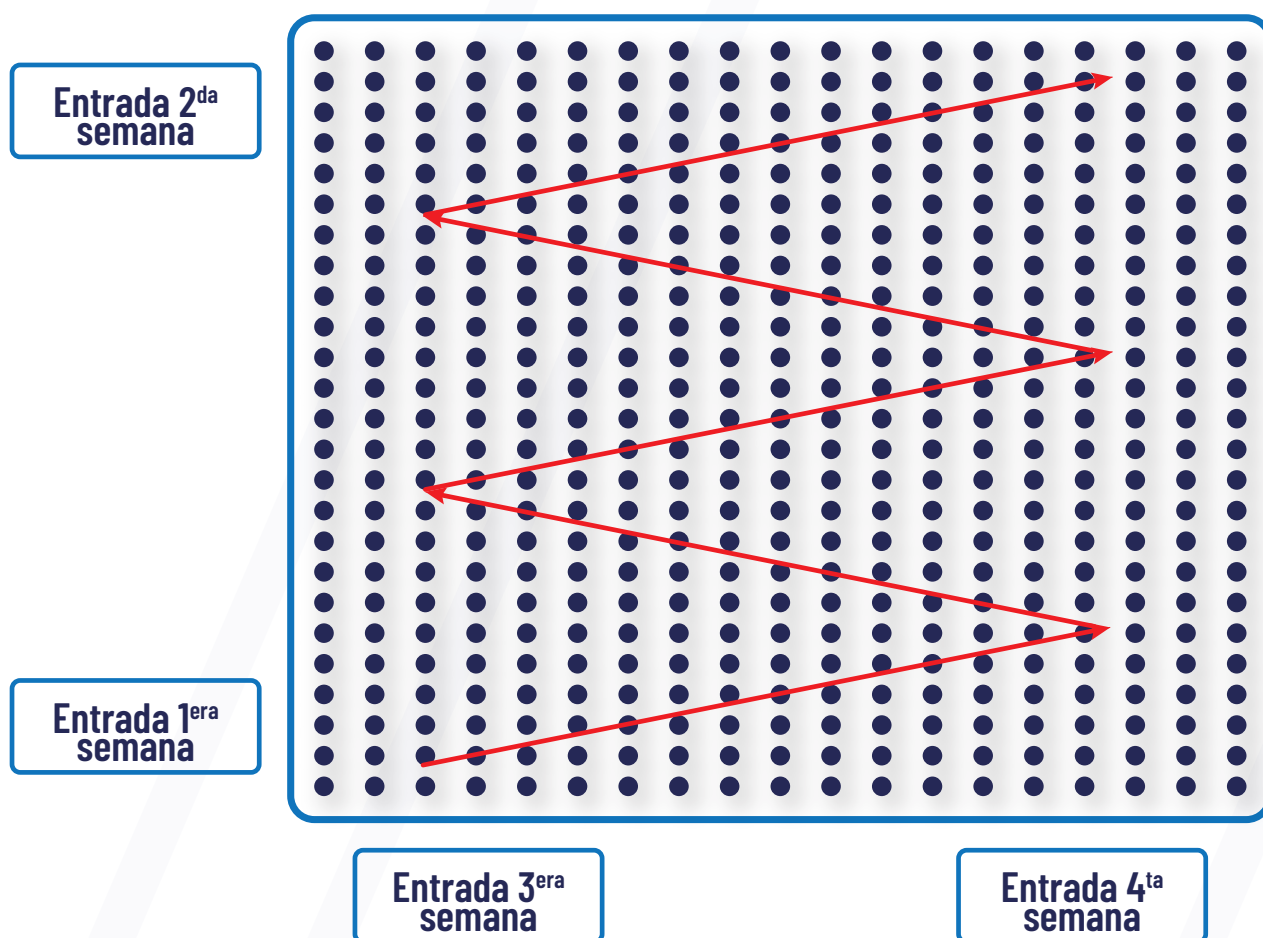


Figura 106. Esquema del recorrido que debe hacerse para el monitoreo de insectos-plaga de importancia económica en maíz (Área de muestreo: < de 10 ha).

V. CONSIDERACIONES FINALES

- Eliminación temprana del rastrojo del cultivo anterior
- Donde sea posible, se debe realizar la preparación mecanizada del terreno
- Sembrar híbridos o variedades adaptados a las condiciones ambientales de su zona
- Use siempre semilla certificada, no recicle semilla de híbridos
- Siembre con las primeras lluvias o precipitaciones
- Trate la semilla con un insecticida antes de la siembra
- Evitar siembras escalonadas
- Evite el estrés en las plantas, realizando oportunamente las labores agronómicas
- Controle oportunamente las arvenses
- Monitoree la presencia de plagas, al menos una vez por semana
- En zonas de alta incidencia de virus, aplique un insecticida sistémico en “drench”
- El Umbral Económico para el control del gusano cogollero debe ser entre 20 a 25% de plantas infestadas (daño fresco)
- Para insectos vectores, el umbral será de un individuo/planta
- Utilice híbridos o variedades con buen comportamiento frente a problemas de virus
- El control de vectores es fundamental para el manejo de problemas virales
- Utilice sustancias de acción sistémica para el control de insectos vectores de virus
- Los aceites vegetales formulados son una alternativa para el control de plagas en maíz
- Respete las dosis y frecuencias recomendadas para cada insecticida
- Use ropa de protección adecuada para la aplicación de plaguicidas



VI. LITERATURA CONSULTADA

Acharya, R.; Lee, J.-Y.; Hwang, H.-S.; Kim, M.-K.; Lee, S.-Y.; Jung, H.-Y.; et al. (2022) Identification of entomopathogenic fungus *Metarhizium rileyi* infested in fall armyworm in the cornfield of Korea, and evaluation of its virulence. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 111, e21965. <https://doi.org/10.1002/arch.21965>

Alarcón-Cobeña, D.F.; Limongi-Andrade, J.R.F.; Zambrano-Zambrano, E.E.; Navarrete-Cedeño, J.B. (2019). Desarrollo de una variedad de maíz tropical de grano blanco con calidad de proteína para consumo en fresco. Desarrollo de una variedad de maíz blanco con calidad de proteína. Avances en ciencias e ingenierías, 11 (17): 30-39.

Arias, M.; Mendoza, J.; Valarezo, O. y Chávez, F. (1992). Tecnologías disponibles para la problemática entomológica en cultivos del Litoral. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Boletín Técnico No. 69. 12 p.

Bravo-Macías, E.; García-Loor, G.; Sanchez-Mora, Fernando.; Cañarte-Bermúdez, E.; Navarrete-Cedeño, B. (2024) Desempeño de aceites de piñón e higuera en el control de cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* bajo condiciones del periodo lluvioso y seco de Manabí. Memorias VII Convención Científica de la Universidad Técnica de Manabí. (p 147). Portoviejo, Ecuador: Universidad Técnica de Manabí.

Bravo-Macías, E.; García-Loor, G.; Cañarte-Bermúdez, Navarrete-Cedeño, B. y Ponce-Saltos, W. (2023). Eficacia en campo de aceites formulados de piñón e higuera sobre la infestación y daño de *Spodoptera frugiperda* en maíz bajo las condiciones de Santa Ana, Manabí. VI Convención Científica Internacional Universidad Técnica de Manabí CCIUTM. 26 al 28 de octubre de 2022. Modalidad virtual. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Cañarte, E., Navarrete, B., Solórzano, R., Mendoza, A., Cornejo, J., Álvarez-Quinto, R., Lockhart, B., y Quito-Avila, D. (2018). Monitoring the spread of Maize chlorotic mottle virus and Sugarcane mosaic virus under high disease pressure in Ecuador. 11th International Congress of Plant Pathology. 29 de julio al 03 de agosto de 2018. Boston, Massachusetts, U.S.A.

Cañarte, E.; Navarrete, B. y Solórzano, R. (2016). Reconozca y controle a los principales insectos-plaga del maíz. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Manabí-Ecuador. Cartilla.

Cañarte, E.; Navarrete, B.; Muñoz, X.; Hinostroza, F. y Valarezo, O. (2021). Reconocimiento y manejo de artrópodos asociados al cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Ecuador. 1era. Ed. 2021. Manual No. 119, 116p.

Cañarte, E.; Navarrete, B.; Solórzano, R. (2017). Diversidad de grupos funcionales de artrópodos asociados al maíz. Primera Convención Científica Internacional de la Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Manabí. EC. 18 al 20 de octubre de 2017.

Cañarte-Bermúdez, Ernesto Gonzalo; Navarrete-Cedeño, José Bernardo. (2023). Control de insectos plaga en maíz (*Zea mays*). Archivos Académicos USFQ, 49, 26.

Castro-Mendoza, J.; Cusme-Vera, L.; Navarrete-Cedeño, B.; Cañarte-Bermúdez, E. y Sánchez-Mora, F. (2022). Actividad bioinsecticida del aceite de piñón *Jatropha curcas* sobre *Spodoptera frugiperda* en condiciones de laboratorio. VI Convención Científica Internacional Universidad Técnica de Manabí CCIUTM. 26 al 28 de octubre

de 2022. Modalidad virtual. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Cedeño, G.; Cañarte, E.; Navarrete, B.; Avellán, B.; Velásquez, S.; Vélez, S. y Mendoza, A. (2022). Manejo fisionutricional y fitosanitario de maíz para el consumo en fresco. Plegable Divulgativo s/n. INIAP-ESPM.

Mendoza, J. (1992). EL barrenador del tallo del maíz *Diatraea* spp. y su control. (1992). Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Tropical Pichilingue. Boletín Divulgativo N° 238. EC. 11p.

Mendoza, J. (1994). Guía para el manejo integrado de insectos plagas en maíz en el Litoral ecuatoriano. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Tropical Pichilingue. Boletín Divulgativo N° 248. EC. 31p.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (2023). Boletín situacional. Cultivo de maíz amarillo 2022. http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2022/boletin_situacional_maiz_duro_2022.pdf

Nagoshi, N.; Nagoshi, B.; Cañarte, E.; Navarrete, B.; Solórzano, R. y Garcés, S. (2019). Genetic characterization of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Ecuador and comparisons with regional populations identify likely migratory relationships. Plos One.14(9): e0222332. doi.org/10.1371/journal.pone.0222332.

Nagoshi, R.; Cañarte, E.; Navarrete, B.; Pico, J.; Bravo, C.; Arias, M. y Garcés-Carrera, G. (2021). Caracterización genética de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (J. Smith) en Ecuador y sus implicaciones en la migración y manejo de plagas en la región norte de América del Sur. 1er. Simposio Ecuatoriano del Maíz Ciencia, Tecnología e Innovación. Universidad San Francisco de Quito (USFQ). Octubre de 2021. Pg. 30 ISBN: 978-9978-68-200-5

Nagoshi, R.N.; Cañarte, E.; Navarrete, B.; Pico, J.; Bravo, C.; Arias de López, M. y Garcés-Carrera, S. (2020). The genetic characterization of fall armyworm populations in Ecuador and its implications to migration and pest management in the northern regions of South America. Plos One. 15(8): 1-18.

Navarrete Cedeño, J. B., Intriago, L., Peñaherrera, S., Terrero, P., Vera, D., y Herrera, M. (2016). Cría de depredadores del género *Podisus* usando *Spodoptera frugiperda* como alimento bajo condiciones controladas. La Técnica, 16, 26-31.

Navarrete, B. y Yáñez, S. (s/a). Chinchas del género *Zelus* y su importancia en el control biológico de plagas en cultivos tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Tropical Pichilingue. Plegable N° 426. EC.

Navarrete, B.; Cañarte, E.; Garcés, S.; Intriago, L.; Solórzano, R.; Mota, D. (2017). Impacto de insecticidas sobre artropofauna benéfica terrestre en maíz. XXII Reunión Latinoamericana del Maíz. Quevedo, Los Ríos. EC. 27-29 de septiembre de 2017 (poster).

Navarrete, B.; Cañarte, E.; Solórzano, R. (2017). Avances para el control de vectores en maíz. Primera Convención Científica Internacional de la Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Manabí. EC. 18 al 20 de octubre de 2017.

Navarrete, B.; Cañarte, E.; Solórzano, R. (2017). Efecto de tratamientos insecticidas para el control de vectores en maíz. Primera Convención Científica Internacional de la Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Manabí. EC. 18 al 20 de octubre de 2017. (poster).



Navarrete-Cedeño, B.; Castro-Mendoza, J.; Cusme-Vera, L.; Sánchez-Mora, F.; Cañarte-Bermúdez, G. (2023). Actividad plaguicida del aceite de higuera (*Ricinus communis*) sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* en condiciones de laboratorio. Archivos Académicos USFQ, 49, 32.

Solórzano, R., Cañarte, E. y Navarrete, B. (2017). Daño del barrenador del tallo *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) en varios híbridos de maíz Primera Convención Científica Internacional de la Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Manabí. EC. 18 al 20 de octubre de 2017. (poster).

Valarezo, O. (2003). Utilización del nim (*Azadirachta indica*) en la generación y transferencia de alternativas para el manejo de *Spodoptera frugiperda* en maíz En I Seminario Nacional de Investigación en Agricultura Orgánica: Memorias (pp. 1-9). Quevedo, Ecuador: INIAP Estación Experimental Pichilingue/PROCIANDINO.

Valarezo, O. y Cañarte, E. (1998). Manejo Integrado de Insectos-Plaga. In Tecnologías recomendadas para el manejo integrado de plagas en los principales cultivos de Manabí. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Manabí-Ecuador. pp. 25-41.

Valarezo, O. y Loo, L. (2013). Efecto del tratamiento insecticida a la semilla de maíz antes de la siembra. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Manabí-Ecuador. Boletín Técnico No. 163. 11p.

Valarezo, O.; Cañarte, E. y Navarrete, B. (2008). El Nim: Insecticida botánico para el manejo de plagas agrícolas. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Manabí-Ecuador. Boletín Divulgativo No. 336. 14p.

Valarezo, O.; Cañarte, E.; Navarrete, B. e Intriago, M. (2010). La "Chicharrita" *Dalbulus maidis* y su manejo en el cultivo de maíz. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Manabí-Ecuador. Plegable Divulgativo No. 305. 6p.

Valarezo, O.; Cañarte, E.; Navarrete, B. y Muñoz, X. (2010). Manejo Integrado de las principales Plagas del Maíz. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Manabí-Ecuador. Plegable Divulgativo No. 389. 10p.

Valarezo, O.; Cañarte, E.; Navarrete, B. y Muñoz, X. (2011). Evaluación de tecnologías para el manejo fitosanitario del cultivo de maíz en la provincia de Manabí. La Técnica, 4, 60-64.

Valarezo, O.; Carrillo, R.; Cañarte, E.; Navarrete, B.; Carvajal, T. y Muñoz, X. (2014). Uso Racional de Plaguicidas. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Manabí-Ecuador. Boletín Divulgativo No. 343. 34p.

Villavicencio, P. y Zambrano, J.L. (2009). Guía para la producción de maíz amarillo duro en la zona central del Litoral ecuatoriano. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Los Ríos-Ecuador. Boletín Divulgativo No. 353. 24p.

Zambrano, J.L.; Yáñez, C.; Sangoquiza, C.; Limongi, R.; Alarcón, D.; Zambrano, E.; Caicedo, M.; Villavicencio, P.; Cartagena, Y.; Parra, R.; Azaquibay, C.; Quimbiamba, V.; Nieto, M.; López, V.; Tapia, C.; Tacán, M.; Villacrés, E.; Garcés, S.; Cañarte, E.; Navarrete, B.; Carrillo, M.; Durango, W.; Molina, C.; y Pinargote, L. (2019). XXIII Reunión Latinoamericana del Maíz y IV Congreso de Semillas. Situación del cultivo de maíz en Ecuador: investigación y desarrollo de tecnologías en el INIAP. 07 al 10 de octubre de 2019. Modalidad presentación oral. Montería, Córdoba-COLOMBIA (Memorias).



Zambrano, J.L.; Sangoquiza, C., Navarrete, B.; Cañarte, E. y Cho, K. (2020). Insectos plaga del cultivo de maíz (Cartilla). Programa Nacional de Maíz y Centro KOPIA. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina.



ABREVIATURAS

CR	Cinta Roja
DPV	Departamento de Protección Vegetal
EEP	Estación Experimental Portoviejo
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MCMV	Virus del Moteado Clorótico del Maíz
MIP	Manejo Integrado de Plagas
NLM	Necrosis Letal del maíz
QPM	Maíz con Calidad Proteica
SCMV	Virus del Mosaico de la Caña de Azúcar

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abundancia.- Número de individuos de una especie en particular encontrados en un muestreo.

Aceites insecticidas formulados.- Aceite de origen mineral o vegetal, capaz de formar una emulsión al disolverse en agua.

Aceites vegetales insecticidas.- Triglicérido extraído de plantas con presencia de metabolitos secundarios, con efectividad biológica contra insectos-plaga.

Artrópodos-plaga.- Organismo del Phylum Artropoda, cuyas altas poblaciones o capacidad de transmitir enfermedades, provoca daño económico en los cultivos agrícolas.

Asociación de cultivos.- Combinación en una misma superficie agrícola, de dos o más cultivos.

Bagazo.- Residuo fibroso resultante de la trituración, presión o maceración de frutos, semillas o tallos.

Biecología.- Estudio de las relaciones de los seres vivos con el medio en el que habitan.

Boquilla de cono vacío.- Boquilla que se caracteriza por generar un chorro en forma cónica. En el interior tienen un espacio vacío llamado "cámara de turbulencia" de forma cilíndrica o cónica.

Ciclo biológico.- Sucesión de fases que componen la vida de un organismo.

Coinfección viral.- Presencia e infección en una misma planta, de dos o más virus fitopatógenos.

Control biológico.- Utilización de organismos vivos para controlar o eliminar otros organismos cuya presencia es perjudicial.

Drench.- Técnica de aplicación de plaguicidas y fertilizantes que consiste en aplicar sobre el suelo, cerca del tallo, un insecticida o una mezcla de nutrientes disueltos en agua, la misma que será absorbida por la raíz de la planta.

Efecto insectistático.- Efecto repelente, esterilizante, disuasivo de la oviposición y alimentación, además de regulador de crecimiento, provocado por ciertos metabolitos secundarios, sobre artrópodos-plaga.

Entomopatógeno.- Organismo capaz de causar infección y mortalidad sobre artrópodos-plaga. Pueden ser hongos, bacterias, virus o nematodos.

Escleritos.- En los artrópodos, es una placa endurecida de cutícula que forma parte de su exoesqueleto y se encuentra delimitada por suturas, surcos o articulaciones.

Espiga.- Estructura reproductiva masculina de la planta de maíz.

Estrés hídrico.- También llamado déficit hídrico. Se produce en las plantas en respuesta a un ambiente escaso en agua, donde la tasa de transpiración excede a la toma de agua.



Extracto acuoso.- Solución obtenida por extracción de una parte de una materia prima (semillas u hojas deshidratadas), usando como solvente el agua.

Fitófago.- Organismo que se alimenta de materias vegetales.

Fitoplasma.- Son parásitos obligados intracelulares del tejido del floema y de los insectos vectores involucrados en su dispersión de planta a planta.

Hábito chupador.- Tipo de alimentación de insectos que presentan aparato bucal tipo perforador-chupador. Las hojas afectadas se tornan cloróticas o amarillas y pueden caer o debilitar el hospedero. Algunos insectos chupadores pueden transmitir virus patógenos.

Hábito masticador.- En este tipo de alimentación las mandíbulas cortan y trituran los alimentos sólidos y las maxilas y el labio los empujan hacia el esófago.

Híbrido.- En el maíz es el resultado del cruzamiento entre dos líneas puras.

Insecticida biológico.- Plaguicida cuyo ingrediente activo es una bacteria, hongo, virus, o nematodo entomopatógeno.

Insecticida botánico.- Plaguicida en base de un extracto o aceite de plantas con metabolitos secundarios con actividad biológica contra artrópodos-plaga.

Insecticida químico.- Plaguicida cuyo ingrediente activo es una molécula sintética, que contiene principalmente carbono, fósforo o cloro, en su fórmula química. Estos atacan el sistema nervioso central de los insectos, paralizándolos, o interrumpiendo su crecimiento.

Instar.- Etapa de desarrollo de un artrópodo entre mudas.

Leguminosa.- Familia de plantas, que se caracterizan por presentar frutos en vaina; algunas especies interactúan con bacterias que fijan nitrógeno en el suelo.

Manejo Integrado de Plagas (MIP).- Estrategia para prevenir y combatir artrópodos-plaga en agricultura. Se basa en utilizar todas las técnicas disponibles para combatir e integrar las medidas adecuadas para reducir poblaciones de plagas a niveles sub-económicos.

Metabolito secundario.- Compuesto químico producido por las plantas que cumple funciones no esenciales en ellas. Algunos se relacionan con mecanismos de defensa contra fitófagos.

Muestreo.- Técnica estadística en el que, se cuenta una parte de la población de un artrópodo para estimar el nivel absoluto de la población en el cultivo, es una de las bases del MIP.

Necrosis.- Síntoma de enfermedad en las plantas caracterizada por muerte prematura de las células de tejidos u órganos vegetales, puede ser resultado de infecciones virales.

Nematodos.- Parásitos pluricelulares que pertenecen al Phylum Nematoda y tienen un tubo digestivo completo y sexos separados, pueden infestar plantas y animales.

Nicho de sobrevivencia.- Conjunto de condiciones ambientales que permiten a una especie sobrevivir en un ecosistema.

Oleaginosa.- Plantas de cuyas semillas o frutos se pueden obtener aceites.

Plaga clave.- Organismo nocivo que se presenta en altas poblaciones todos los años, ocasionando pérdidas significativas en las plantaciones.

Plaga secundaria.- Artrópodo-plaga con poblaciones en equilibrio dentro de un agroecosistema, con potencial de convertirse en plaga clave, si se eliminan sus factores naturales de mortalidad.

Plántula.- Planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas.

Riqueza.- En ecología es el número de especies que conforman una comunidad en un momento dado.

Seguridad alimentaria.- Situación de acceso en todo tiempo y lugar a alimentos inocuos y nutritivos, por parte de la población de una región determinada.

Toxicidad.- Capacidad de una sustancia para provocar daño sobre un ser vivo.

Vaciado celular.- Daño provocado por ácaros y trips, donde el contenido de agua de las células epiteliales es absorbido, causando deshidratación y muerte de las mismas.

Variedad.- Grupo de plantas de una misma especie que presentan una serie de características comunes.

Vector.- Organismo capaz de transmitir enfermedades de plantas enfermas a plantas sanas.

Verticilo.- Cogollo de la planta, donde las hojas jóvenes salen en espiral.

Virus.- Agente infeccioso sub-microscópico, que se desarrolla dentro de la célula.



BIOGRAFÍA DE AUTORES

Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez, Ph.D.



Graduado de Ingeniero Agrónomo en 1993 en la Universidad Técnica de Manabí-Ecuador. Desde 1993 es investigador del Departamento de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo, del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP-Ecuador). Obtuvo su maestría en Entomología en 2001 en el Colegio de Postgraduados de México. Doctorado en Entomología, en 2014 en la Universidad Federal de Viçosa-Brasil. Experiencia en el Manejo Integrado de Plagas de cacao, cítricos, maracuyá, café, piñón, maíz, algodón, hortalizas, así como en insecticidas vegetales, control biológico y ecología de ácaros. Por siete años fue profesor de Investigación y Entomología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM-MFL). Ha participado en al menos 45 proyectos de investigación nacionales e internacionales, en alianza con centros internacionales como el CIAT-Colombia, CIP-Perú y organismos financiadores como FUNDAGRO, COSUDE, GTZ, PROMSA, SENESCYT y actualmente con AECID-España en el proyecto Teca y FAO en el proyecto +Algodón. Además, de alianzas con universidades como Michigan State y USDA-ARS (USA), UFT (Brasil), ESPOL-CIBE (Ecuador). Miembro de los equipos multidisciplinarios del INIAP de PC, teca, Galápagos, Spodoptera, cocotero, pitahaya, vainilla, otros. Participación en más de 109 eventos de capacitación como asistente y expositor a nivel nacional y en países como México, Chile, Guatemala, Colombia, Perú, Brasil. Autor y coautor de al menos 153 publicaciones internacionales y nacionales. Ha publicado 29 artículos científicos en revistas indexadas de México, Chile, Estados Unidos, Venezuela, Brasil y Ecuador. Es Investigador Acreditado y Categorizado por la SENESCYT. Desde el 2015 es responsable del Departamento de Entomología de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP. Revisor de revistas científicas indexadas como LA TÉCNICA, ESPAMCIENCIA, NEOTROPICAL ENTOMOLOGY, LA GRANJA, REVISTA AGRONÓMICA MESOAMERICANA, REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA, REVISTA DE LA SOCIEDAD ENTOMOLÓGICA ARGENTINA.

José Bernardo Navarrete Cedeño, M.Sc.



Ingeniero Agrónomo (Universidad Técnica de Manabí, 1999) con maestrías en Sanidad Vegetal (Universidad Agraria del Ecuador, 2006) y Entomología y Nematología (University of Florida, 2012). Investigador del Departamento Nacional de Protección Vegetal, del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, en las Estaciones Tropical Pichilingue y Portoviejo. Ex miembro de la Comisión Académica de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la UTM. Miembro actual del Comité Técnico de la Estación Experimental Portoviejo. Veinte y cuatro años de experiencia en Manejo Integrado de Insectos-plagas, en cultivos tropicales con énfasis en la identificación preliminar de artrópodos (plagas y benéficos), presentes en agroecosistemas de la costa ecuatoriana. Además, en el planeamiento y ejecución de proyectos de investigación con énfasis en el control biológico y cultural. Ha trabajado en la cría de enemigos naturales con potencial para el control de plagas de importancia económica, así como en la evaluación de la eficacia de sustancias insecticidas naturales y de síntesis química. Es autor y coautor de 103 publicaciones técnicas, científicas y de difusión, entre ellas 31 artículos científicos en revistas indexadas de USA, Ecuador, Colombia, Paraguay, Perú, Venezuela, Bélgica, Malasia y Pakistán. Miembro del Comité de Revisores de las Revistas ESPAMCIENCIAS y LA GRANJA. Investigador acreditado por la SENESCYT con la categoría de Investigador Agregado 3 (REG-INV-14-00002). Miembro de la Sociedad Entomológica del Ecuador. ORCID ID 0000-0001-9200-7119 SCOPUS ID 55780150700

ISBN: 978-9942-22-603-7



EL NUEVO
ECUADOR 

**Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias**



@iniapec



@iniapecuador



@iniapecuador

www.iniap.gob.ec