

MANEJO

INTEGRADO
DE PLAGAS
CON ENFOQUE
CONSERVATIVO
MIP-EC



PROGRAMA
CADENAS DE VALOR



MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS CON ENFOQUE CONSERVATIVO MIP-EC

Mesa Técnica
de la Quinoa de Chimborazo

EQUIPO

Carlos Carpio

Diego Armando Muñoz Buñay

GDETERRA – ESPOCH

Washington Pruna Cordones

Laboratorio de Entomología - PUCE

Galo Morocho Arévalo

Alex Mauricio Leguízamo Medina

CEFA Programa Cadenas de Valor

Julio - 2022



PROGRAMA
CADENAS DE VALOR



CRÉDITOS

EQUIPO INVESTIGADOR ESTUDIO DE ENTOMOFAUNA

Carlos Carpio
Docente Investigador - GDETERRA - ESPOCH
Diego Muñoz
Investigador Principal - GDETERRA - ESPOCH
Washington Pruna
Investigador Principal - Laboratorio
Entomología - PUCE

ESTUDIANTES GDETERRA ESPOCH

Eduardo Guamán
Eduardo López
Katerine Quisnia
Luis Chuquiara
Mario Chimbolema

EQUIPO INVESTIGADOR FITOMEJORAMIENTO Y CULTIVO EN ASOCIO

Ángel Murillo
Responsable PRONALEG-GA - EESC - INIAP
Diego Rodríguez
Técnico Investigador - PRONALEG-GA - EESC - INIAP
Fausto Yumisaca
Responsable Unidad de Desarrollo
Tecnológico de INIAP-Chimborazo
Laura Vega
Técnica Investigador - PRONALEG-GA - EESC - INIAP
Nelson Mazón
Ex Responsable PRONALEG-GA - EESC - INIAP
Rodrigo Aucancela +
Técnico Unidad de Desarrollo Tecnológico de
INIAP-Chimborazo

EQUIPO INVESTIGADOR Y DE APOYO PROGRAMA CADENAS DE VALOR

Galo Morocho
Técnico Quinua - PCV - CEFA
Alex Leguizamo
Responsable Cadena Quinua - PCV - CEFA
Paola Cabrera
MAG Chimborazo
Dora Cevallos
MAG Chimborazo
Gabriela Siavichay
MAG Chimborazo

INVESTIGADORES COMUNITARIOS

Alonso Buñay Cujilema
Pardo Troje, Santiago de Quito - Colta
Baltazar Paza
Baldalupaxi, Columbe - Colta
Carlos Yuquilema
Troje Chico, Columbe - Colta
Carmen Ilbay - San Francisco
Cunuguachay, Calpi - Riobamba
Cecilia Chimbolema
Majipamba, Sicalpa - Colta
Elena Cepeda Chucho
Lupaxi Central, Santiago de Quito - Colta
Faustino Paucar Lema
Nitiluisa, Calpi - Riobamba
José Caizaguano
Ocpote San Luis, Sicalpa, Colta
Juan Yuquilema
Achullay, La Matriz - Guamote
Juan Miranda
Lupaxi Central, Santiago de Quito - Colta
Mariana Lema Abat
San José Gausi, Calpi - Riobamba
Rodrigo Masalema
Ocpote San Luis, Sicalpa - Colta

Edición General: Alex Leguizamo
Revisión Técnica: Carlos Carpio, Washington Pruna
Ilustraciones: Amelié Leguizamo (# 1, 6, 7 y 25)
Fotografías: Diego Muñoz, Washington Pruna, Alex Leguizamo.
Diagramación: PubliGénesis

CONTENIDO

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS CON ENFOQUE CONSERVATIVO MIP-EC	I
CRÉDITOS.....	VI
SIGLAS	IX
PRESENTACIÓN	X
AGRADECIMIENTO.....	XI
PRÓLOGO	XII
INTRODUCCIÓN	XIV
1 CONCEPTOS BÁSICOS	1
1.1 ARTRÓPODOS	2
2 CARACTERÍSTICAS DE LOS INSECTOS	7
2.1 TIPOS DE METAMORFOSIS.....	8
2.2. TIPOS DE ANTENAS EN INSECTOS.....	11
2.3. TIPOS DE APARATOS BUCALES	12
2.4. TIPOS DE PATAS EN LOS INSECTOS.....	13
2.5. TIPOS DE ALAS EN LOS INSECTOS.....	14
2.6. TIPOS DE HUEVOS EN LOS INSECTOS.....	15
2.7. TIPOS DE LARVAS EN LOS INSECTOS	15
2.8. TIPOS DE PUPAS EN LOS INSECTOS.....	16
3 CLAVE PARA IDENTIFICAR ORDENES DE INSECTOS DEL	
AGROECOSISTEMA DE LA QUINUA	17
4 FUNCIONES DE LOS INSECTOS Y OTROS ARTRÓPODOS EN	
EL AGROECOSISTEMA DE LA QUINUA	27
5 PRINCIPALES INSECTOS PLAGA DEL CULTIVO DE LA QUINUA.....	35
5.1. COLEOPTERA	38
5.2. HEMIPTERA.....	41
5.3. LEPIDOPTERA.....	45
6 INSECTOS BENÉFICOS ENCONTRADOS EN LA QUINUA	51
6.1. COLEOPTERA	52
6.2. DERMAPTERA	56
6.3. DIPTERA.....	57
6.4. HYMENOPTERA	60
6.5. NEUROPTERA.....	67
7 MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS CON ENFOQUE CONSERVATIVO MIP-EC.....	69
7.1. TÉCNICAS DE MUESTREO DE INSECTOS.....	72

8 MÉTODOS PARA EL MANEJO INTEGRAL DE PLAGAS CON ENFOQUE CONSERVATIVO MIP-EC	79
8.1. CEBOS: CONTROL ETOLÓGICO	80
8.2. TRAMPA AÉREA CON PLATOS AMARILLOS: CONTROL ETOLÓGICO	80
8.3. TRAMPA DE CAÍDA: CONTROL ETOLÓGICO	81
8.4. TRAMPAS CROMÁTICAS AMARILLAS: CONTROL ETOLÓGICO	82
8.5. ATRAYENTE CROMÁTICO AMARILLO: CONTROL BIOLÓGICO CONSERVATIVO	82
8.6. FRANJAS DE PLANTAS ATRAYENTES HERBÁCEAS O ARBUSTIVAS: CONTROL BIOLÓGICO CONSERVATIVO	83
8.7. SIEMBRA CULTIVOS DE COBERTURA: CONTROL CULTURAL	83
8.8. SIEMBRA DE MATERIAL SELECCIONADO: CONTROL CULTURAL	89
8.9. ASOCIACIÓN Y ROTACIÓN DE CULTIVOS: CONTROL CULTURAL	92
8.10. LIBERACIÓN DE MICROAVISPAS: CONTROL BIOLÓGICO INUNDATIVO CON PARASITOIDES	98
8.11. ASPERSIÓN DE EXTRACTOS DE NEEM: CONTROL CON BIOPESTICIDAS	100
8.12. ASPERSIÓN DE M5 Y EXTRACTOS NATURALE: CONTROL BIOLÓGICO INUNDATIVO CON ENTOMOPATÓGENOS	101
9 RELACIÓN COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MIP-EC	103
9.1. PLAGAS CLAVE Y UMBRALES ECONÓMICOS	105
9.2. DETERMINACIÓN DE UN UMBRAL ECONÓMICO PARA EL ÁFIDO (<i>Hayhurstia atriplicis</i>)	108
9.3. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LA INVERSIÓN MIP-EC	109
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
11. BIBLIOGRAFÍA	115

GRÁFICOS

Gráfico 1 Clave identificación de órdenes de insectos en el agroecosistema de la quinua (basado en Rivera et al., 2015)	18
Gráfico 2 Número de Familias de cada uno de los Órdenes encontrados en el Agroecosistema de Quinua	29
Gráfico 3 Punto de Equilibrio General	36
Gráfico 4 Rendimiento del Cultivo de la Quinua en el Sistema de Producción Orgánica y de la Agricultura familiar y Campesina	105

TABLAS

Tabla 1 Cultivos de Cobertura	86
Tabla 2 Rendimiento Ecotipos de Quinua Chimborazo en Varias Localidades	90
Tabla 3 Características Morfológicas y Agronómicas de los Ecotipos de Quinua Chimborazo.	91
Tabla 4 Rendimiento en los Sistemas de Asocio	93
Tabla 5 Contenido de Nutrientes del Suelo para Sistemas de Asocio y Monocultivo	93
Tabla 6 Recomendación de Asociación de Acuerdo a las Condiciones Climáticas Predominantes a lo Largo del Año	94
Tabla 7 Umbral Económico Estimado para <i>Hayhurstia atriplicis</i>	108
Tabla 8 Estructura costos de producción - MIP EC y productividad de trabajo bajo tres tipologías de sistemas de producción	110

SIGLAS

AGROCALIDAD	Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario
CEFA	Comité Europeo para la Formación y la Agricultura
COPROBICH	Corporación de Productores Biológicos Bio Taita Chimborazo
EESC	Estación Experimental Santa Catalina
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
GDETERRA	Grupo de Desarrollo de Tecnologías Para la Reducción y Racionalización de Agroquímicos
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MIP-EC	Manejo Integrado de Plagas con Enfoque Conservativo
MTQ-Ch	Mesa Técnica de la Quinua de Chimborazo
PCV	Programa Cadenas de Valor
PRONALEG-GA	Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos
PUCE	Pontificia Universidad Católica del Ecuador
SIC	Sistema Interno de Control

PRESENTACIÓN

El Comité Europeo para la Formación y la Agricultura CEFA en asocio con el Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG y la Cooperación Alemana GIZ ejecutó el Programa Cadenas de Valor PCV a través de los proyectos: Las Organizaciones Rurales y los Mecanismos de Producción y Comercialización Asociativa - Un modelo de Desarrollo Integral para el Agro Ecuatoriano, financiado por la Unión Europea y el proyecto JUNTOS: pequeños productores en red para la producción sostenible de café, cacao y quinua en Ecuador, financiado por la Agencia Italiana de Cooperación Para el Desarrollo – AICS. EL objetivo del PCV fue el fortalecer un modelo de cadenas de valor inclusivas, participativas y asociativas, eficientes en términos económico, energético y ambiental, para contribuir a un desarrollo sostenible en el marco de las políticas públicas del Ecuador.

En la cadena de la quinua se articuló la Mesa Técnica de la Quinua de Chimborazo MTQ-Ch, como una instancia de coordinación en la que participan actores directos e indirectos de la cadena. En esta instancia, se reportaron pérdidas en el cultivo debidas a insectos plaga favorecidos por las condiciones climáticas adversas tales como sequías prolongadas y oleadas de calor. En respuesta el PCV en junio de 2020 con el apoyo del Grupo de Desarrollo de Tecnologías Para la Reducción y Racionalización de Agroquímicos GDETERRA de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, el Proyecto de Producción, Transformación, Comercialización y Promoción de Consumo de la quinua y sus Derivados QUIPRO y el laboratorio de entomología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador PUCE, llevaron adelante un estudio sobre la entomofauna asociada al agroecosistema de la quinua. El estudio contribuyó al conocimiento de la abundancia, diversidad y las funciones de la entomofauna, lo que junto a la experiencia de las familias productoras y a otras líneas de investigación lideradas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP en áreas como el fitomejoramiento y el cultivo en asocio, se consolidaron para formular el modelo de Manejo Integral de Plagas con Enfoque Conservativo MIP-EC para el agroecosistema de la quinua que se presentará en esta publicación.

Ing. Galo Morocho, Ing. Alex Leguizamó

Responsables Cadena de la Quinua en Chimborazo – CEFA -PCV

Ing. Paola Cabrera

MAG Dirección Distrital de Chimborazo

AGRADECIMIENTO

Este producto se realizó en el marco de trabajo de la MTQ-Ch con el aporte de agricultores, investigadores, docentes, estudiantes, técnicos y extensionistas de campo.

Durante el trabajo los agricultores compartieron su conocimiento ancestral, el cual fue muy valioso para poder conjugarlo con el método científico y generar productos útiles y accesibles para las familias quinueras de la provincia de Chimborazo. Se evidenció que los agricultores rescataron y mejoraron diferentes prácticas como la siembra de la quinua manera asociada lo que es parte fundamental del Manejo Integrado de Plagas con Enfoque Conservativo.

Es importante agradecer a los responsables de GDETERRA de la ESPOCH y de los diferentes laboratorios de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la PUCE, que aportaron con su conocimiento, infraestructura y cofinanciamiento para poder generar este producto final.

Extendemos los agradecimientos al PCV ejecutado por CEFA, a los técnicos y extensionistas de campo del MAG de la dirección distrital de Chimborazo y de las comercializadoras Sumak Life, Corporación de Productores Biológicos Bio Taita Chimborazo COPROBICH y Fundación Maquita, quienes contribuyeron con sus conocimientos y colaboraron con la convocatoria y la logística en las actividades de campo.

Adicionalmente se reconoce la contribución de los investigadores del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos PRONALEG-GA de la Estación Experimental Santa Catalina EESC y la Unidad de Transferencia de tecnologías del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, para validar algunos de los componentes del MIP-EC como el cultivo en asocio y la selección de materiales mejorados de la quinua Ecotipo de Chimborazo.

Bio. Washington Pruna

Laboratorio de AGROCALIDAD

PRÓLOGO

Durante mucho tiempo los actores relacionados con la producción agrícola consideramos a los invertebrados que encontrábamos en los campos como bichos que debían ser eliminados, ya que teníamos la concepción de que la mayoría de ellos eran malos para nuestras plantas de interés.

Afortunadamente esa manera de pensar ha ido cambiando, sin embargo, nos encontramos con la triste realidad de que desconocemos lo que existe dentro de nuestros agroecosistemas. Este vacío del conocimiento es lo que motivó la investigación de la entomofauna asociada a los agroecosistemas del cultivo de la quinua, cuyos resultados preliminares les traemos en este libro.

Es importante mencionar que gracias al Proyecto Prometeo, como equipo del GDETERRA pudimos tener contacto con Hugo Cerda PhD, François Géraud PhD y Geoff Gurr PhD, quienes nos transmitieron sus conocimientos y cuya experiencia nos ayudó a darnos cuenta de la gran presencia de insectos benéficos en nuestros campos y como el conocimiento de los mismos puede ser usado en nuestro beneficio. Además, con François Géraud PhD aprendimos acerca el muestreo destructivo, técnica de estudio que nos permitió no solo conocer la presencia de las diferentes especies de insectos, sino también muchas de las interacciones que se dan entre ellas.

Otro aspecto que contribuyó al éxito de este trabajo fue la alta colaboración que se pudo lograr entre los diferentes participantes en la cadena de producción de la quinua: Instituciones estatales como el MAG, AGROCALIDAD, INIAP; privados como CEFA, productores y exportadores y academia como la PUCE y la ESPOCH.

En el libro, en la parte inicial se hace una breve explicación de algunos términos y conceptos necesarios para entender de mejor manera mucha de la información presentada a lo largo de este trabajo. A continuación, se presentan resultados acerca de los principales órdenes y familias que se encontraron asociados al cultivo de la quinua en la provincia de Chimborazo, en donde será posible encontrar información relacionada con la biología, la distribución y una breve descripción de los grupos

encontrados. Luego se habla de técnicas usadas para el muestreo de insectos benéficos e insectos plaga. Posteriormente se dan algunas recomendaciones enfocadas al manejo integrado de plagas y enfermedades. Finalmente se habla acerca de los umbrales económicos y costos de implementación del MIP-EC.

Este libro puede ser un buen abre bocas para conocer la diversidad que existe en un agroecosistema ecuatoriano, en el cual hace más de veinte años no se han aplicado plaguicidas.

Ing. Carlos Carpio M.Sc.

Docente - Investigador GDETERRA - ESPOCH

INTRODUCCIÓN

El presente documento sobre el MIP-EC para el agroecosistema de la quinua se concibió como una guía para técnicos, líderes campesinos, sensores fitosanitarios, docentes y estudiantes interesados en conocer y difundir los principios, prácticas y experiencias tanto en las comunidades quinueras, como en otros sistemas agroalimentarios que están en constante riesgo de ataques severos de plagas, la mayoría de ellas, potenciadas por los efectos de la variabilidad y el cambio climático, pero también por las prácticas sistemáticas de abuso de agrotóxicos que alteran las dinámicas de las poblaciones de insectos.

En el caso del agroecosistema de la quinua en Chimborazo no se han usado pesticidas al menos durante dos décadas, sin embargo, esto debe complementarse con otras prácticas que promueven la diversidad en las parcelas con los sistemas de asociación de cultivos y el aprovechamiento del potencial genético del Ecotipo de quinua Chimborazo.

Los diferentes métodos se han validado con las familias agricultoras de las comunidades más representativas de la provincia de Chimborazo:

1. San Francisco de Cunuguachay - Calpi - Riobamba
2. Nitiluisa - Calpi - Riobamba
3. Achullay - La Matriz – Guamote
4. Lupaxi Central – Santiago de Quito - Colta
5. Ocpote San Vicente – Santiago de Quito - Colta
6. Majipamba - Sicalpa - Colta
7. Pardo Troje - Santiago de Quito - Colta

El documento inicia en el primer capítulo con un breve repaso de los conceptos básicos sobre el mundo de los artrópodos al que pertenecen los insectos. En segundo capítulo se presentan algunas características propias de los insectos útiles para entender la guía de identificación de los principales órdenes de insectos del agroecosistema de la quinua presentada en el capítulo tres y, las funciones que desempeñan como fitófagos, depredadores, parasitoides, polinizadores y descomponedores, abordadas en el capítulo cuatro.

En el capítulo cinco se describen las principales plagas reportadas por las familias productoras y catalogadas por el equipo investigador de GDETERRA y de la PUCE con confirmación por parte de AGROCALIDAD. En el caso del pulgón del *Chenopodium Hayhurstia atriplicis* es una de las plagas clave y fue identificado por primera vez para Ecuador y Suramérica.

En el capítulo seis se describen algunos miembros representativos de la diversidad de insectos benéficos del agroecosistema, los cuales son la comunidad menos estudiada y la que sustenta el MIP-EC, por lo que la mayoría de las acciones van encaminadas a asegurar un entorno favorable para su establecimiento en las parcelas.

En el capítulo siete se explica a groso modo el enfoque del MIP-EC y algunas técnicas usadas durante el estudio para monitorear las poblaciones de insectos en las parcelas de quinua. Tanto el enfoque como las técnicas pueden ser aplicadas y enriquecidas con las experiencias de otros agroecosistemas.

En el capítulo ocho se profundiza en la descripción de las técnicas y métodos del MIP-EC validadas con la participación de las familias en cada uno de los siete lugares del estudio. Se escogieron estas prácticas porque son fáciles de implementar y están al alcance de las familias y del sector quiniero a través de proveedores locales y guardan coherencia con las diferentes certificaciones orgánicas que manejan las comercializadoras en la provincia. Sin embargo, es importante consultar a los responsables de los Sistemas Internos de Control SIC y que lo recomendado para el MIP-EC sea recogido por un Plan de Manejo Orgánico PSO homologado para la Provincia.

El acceso a los métodos del MIP-EC propuesto también depende de los beneficios en términos financieros a corto y mediano plazo para las familias. Para esto en el capítulo nueve se analizan tres escenarios o sistemas de producción, elaborados a partir de las investigaciones hechas por GDETERRA y el INIAP con el apoyo del PCV, así como la información levantada sobre la estructura de costos de producción y el operativo de rendimientos objetivos efectuado por la Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria CGINA del MAG en la temporada 2021.

Finalmente en el capítulo diez se recogen algunas conclusiones y recomendaciones para el Agroecosistema de la Quinua. En este sentido es importante mencionar que todavía quedan abiertas muchas interrogantes sobre el MIP-EC que requieren una articulación de esfuerzos por parte de los actores en territorio y a nivel nacional, alineados alrededor de objetivos comunes en respuesta a las necesidades del sector productivo.

La demanda del sector productivo fue precisamente el punto de partida de la investigación, cuando en enero de 2020 los productores en la MTQ-Ch manifestaron tener pérdidas totales por el efecto de plagas como el pulgón. En ese momento fue necesario reconocer, que además de no tener un plan claro y coordinado entre los actores de la cadena de valor para apoyar en el manejo del problema, existía un amplio desconocimiento sobre la población de los insectos en el agroecosistema de la quinua, por lo que se inició por la identificación de la diversidad y abundancia de la entomofauna, la formación de los equipos técnicos y productores líderes y, paralelamente con la validación e integración los diferentes métodos del MIP-EC a los PSO de las comercializadoras de la provincia.

Es importante destacar el papel fundamental que han jugado los equipos técnicos y responsables de los SIC de las comercializadoras Fundación Maquita, Sumak Life y COPROBICH para la validación y la integración en los PSO; paso necesario para que el MIP-EC pueda ser masificado a nivel de la provincia, por lo que esperamos que este documento sea una herramienta clave para el trabajo diario, como también una fuente de inspiración para seguir promoviendo un enfoque de producción apegado a los principios agroecológicos.

1

CONCEPTOS BÁSICOS



Antes de iniciar a profundizar en los temas de Manejo Integrado de Plagas con Enfoque Conservativo, es importante conocer algunos conceptos básicos sobre los insectos y otros artrópodos que podemos encontrar en los agroecosistemas del Sistema de Cultivo de la Quinua Orgánica.

En este primer capítulo se presentan algunas indicaciones generales para personas que quieren acercarse al estudio de los insectos sin pretender ahondar en lo que es una extensa materia pero que serán de utilidad para comprender el contenido de los siguientes capítulos.

En todo caso, si entre los principiantes algunos se interesan en profundizar en la ciencia de la Entomología, se habrá también cumplido uno de los objetivos que el equipo de investigación se propuso al iniciar el trabajo en junio de 2020 con el Programa Cadenas de Valor.

1.1 ARTRÓPODOS

Los artrópodos (filo Arthropoda) se consideran como los animales invertebrados más numerosos del planeta. Incluyen a los insectos, arácnidos (arañas, ácaros), crustáceos (cangrejos, camarones), miriápodos (ciempiés), entre otros (Andrews, 1989). Un artrópodo a la vista comparte las siguientes características (Andrews, 1989):

- **Cuerpo con segmentos:** Los segmentos pueden estar organizados en 2 o 3 regiones especializadas.
- **Un Exoesqueleto:** Los artrópodos son invertebrados, es decir carecen de una columna vertebral (huesos) que sostengan sus estructuras, en lugar de esto, tienen un exoesqueleto (esqueleto externo) al cual se adhieren los músculos y los órganos internos. Generalmente el exoesqueleto es duro y se va mudando a lo largo de la vida de los artrópodos conforme se desarrollan y crecen.
- **Apéndices Articulados y en Pares:** Los apéndices como las patas y antenas tienen articulaciones y son pares.
- **Simetría Bilateral:** En general si observamos a los artrópodos a lo largo de su cuerpo, el lado derecho es exactamente igual al izquierdo.

Internamente los artrópodos comparten las siguientes características:

- **Aparato circulatorio abierto:** Está conformado por un corazón o vaso dorsal dispuesto a lo largo de todo el cuerpo que impulsa la hemolinfa a través de las cavidades del insecto (Meana, 1999)
- **Cordón nervioso central:** Este conecta el cerebro a los demás órganos y apéndices del insecto.

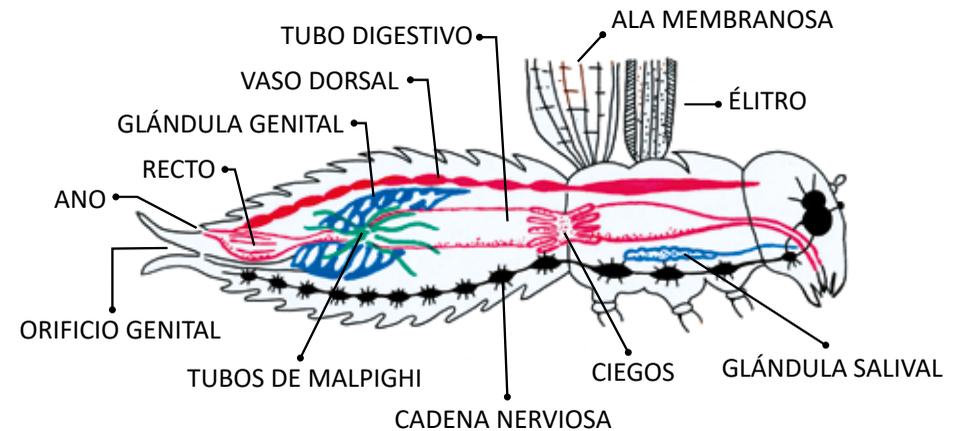


Ilustración 1 Morfología interna de un Artrópodo – Insecto (Ilustración Amelié Leguizamo, basado en Bar, 2011)

1.1.1 Arácnidos:

Se caracterizan por tener dos segmentos (cefalotorax y abdomen), cuatro pares de patas y no tienen antenas. En este grupo están las arañas, los escorpiones, las garrapatas y los ácaros (Gómez et al., 2015).

1.1.2 Crustáceos:

Los crustáceos tienen dos segmentos más de cuatro pares de patas viven fundamentalmente en el agua de ríos, lagunas y mares. A este grupo pertenecen las langostas, los camarones, los cangrejos y los langostinos, entre otros. (Gómez et al., 2015).

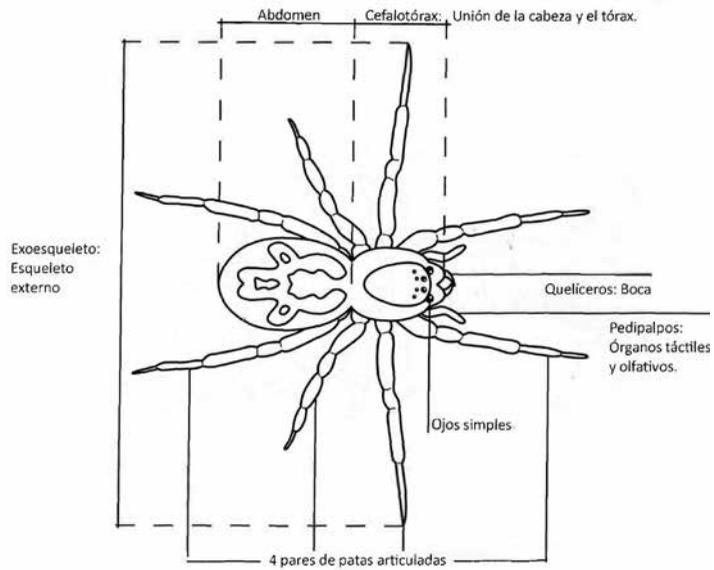


Ilustración 2 Esquema de un arácnido (Basada en Gómez María en Gómez et al., 2015)

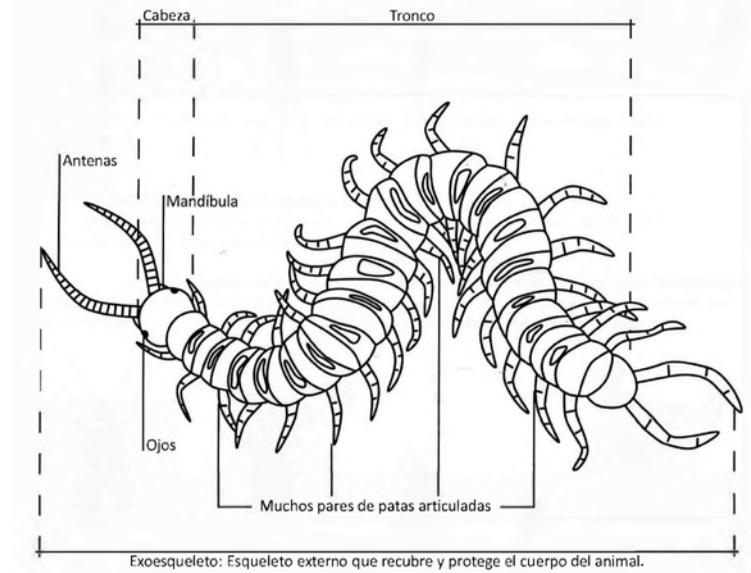


Ilustración 4 Esquema de un miriápodo (ciempiés) (Basada en Gómez María en Gómez et al., 2015)

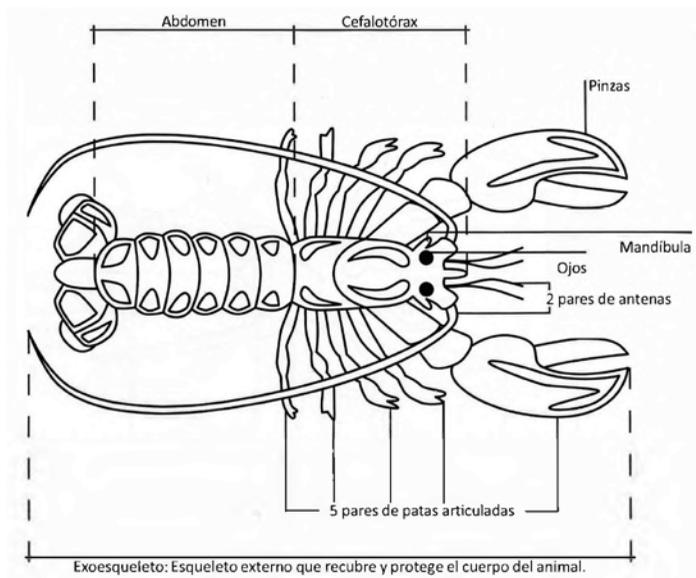


Ilustración 3 Esquema de un crustáceo (Basada en Gómez María en Gómez et al., 2015)

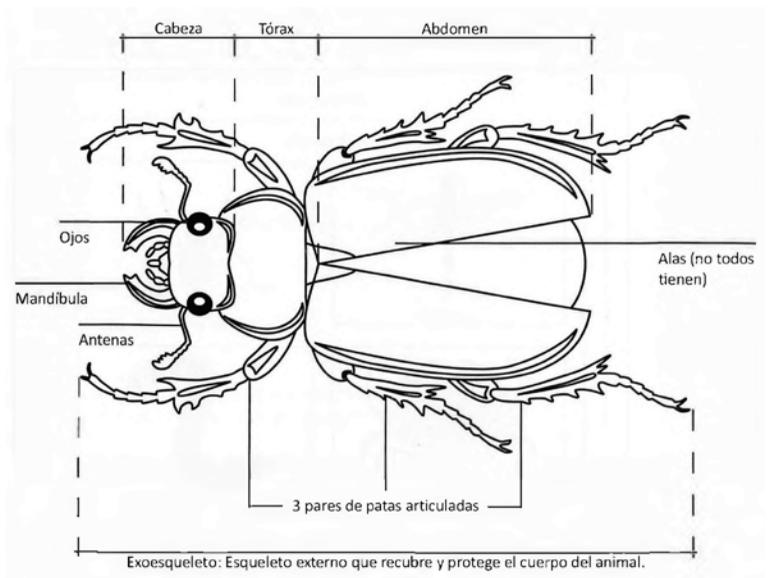


Ilustración 5 Esquema de un insecto (Basada en Gómez María en Gómez et al., 2015)

1.1.3 Miriápodos

Estos artrópodos son todos terrestres, de este grupo hacen parte los ciempiés y milpiés, entre otros (Gómez et al., 2015). Los ciempiés tienen un par de patas en cada uno de los extremos de los segmentos y en su mayoría son depredadores (Lewis, 1981). Los milpiés se caracterizan por tener dos pares de pata en cada uno de los segmentos (diplópodos) y son en su mayoría detritívoros y se alimentan de restos vegetales y fragmentos de materia orgánica (Golovatch & Kime, 2009).

1.1.4 Insectos

El cuerpo está dividido en tres segmentos (cabeza, tórax y abdomen), cuentan con tres pares de patas que se anclan cada una a uno de los segmentos del tórax. Tienen un par de antenas. La mayoría poseen dos pares de alas o modificaciones de las mismas. Son los más numerosos de los artrópodos. (Gómez et al., 2015)

2

CARACTERÍSTICAS DE LOS INSECTOS



Los insectos reúnen unas características particulares a través de las cuales los podemos agrupar en función de sus hábitos de reproducción y desarrollo, así como de la forma de sus partes articuladas tanto en estadios adultos como en los inmaduros.

Estas características las desarrollaron coevolucionando con los organismos presentes en los ecosistemas que habitan y dependiendo de las funciones que desempeñan a lo largo de su ciclo de vida. El entendimiento de estas características ayuda a comprender mejor las interacciones y los modos en que se puede aplicar el MIP-EC.

2.1 TIPOS DE METAMORFOSIS

2.1.1. Metamorfosis Completa

Son los Holometábolos. El estado que emerge del huevo es diferente al adulto en su tamaño, forma y muchas veces en el hábitat (larvas acuáticas y adultos terrestres) y comportamiento (larvas depredadoras y adulto polinizador). Hay cuatro estadios: huevo, larva, pupa y adulto.

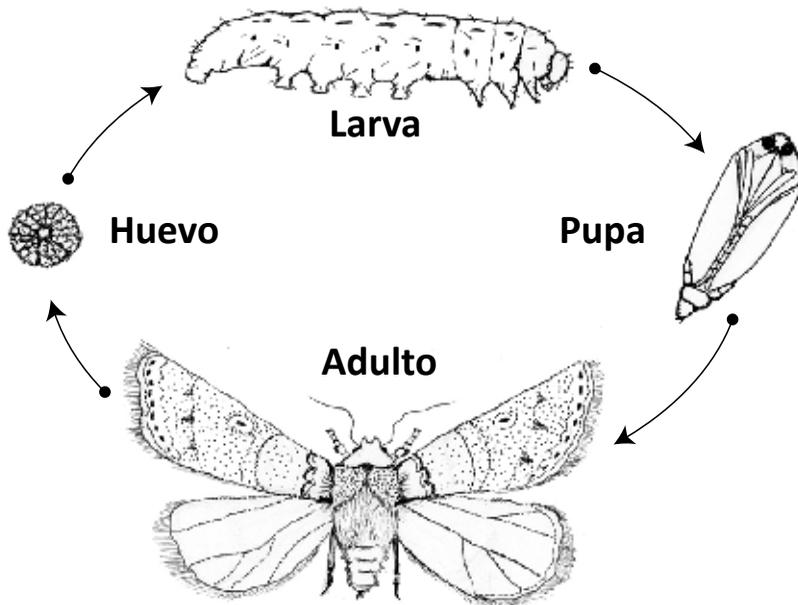


Ilustración 6 Metamorfosis completa de la Polilla de la Quinua
Copitarsia incommoda - Lepidoptera - Noctuidae
(Ilustración Amelié Leguizamo, basado en Pogue, 2011 y González, 2008)

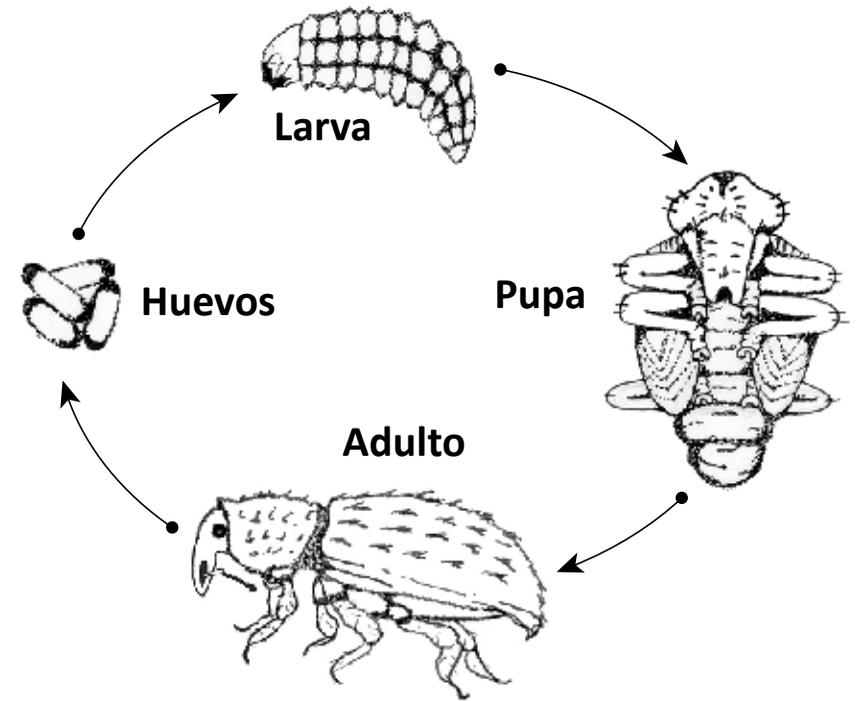


Ilustración 7 Metamorfosis completa del Gusano de la Raíz o
Callamot Premnotrypes spp - Coleoptera Curculionidae
(Ilustración Amelié Leguizamo, basado en imágenes GDETERRA Y AGROCALIDAD)

2.1.2. Metamorfosis incompleta o Simple

Son los Hemimetábolos. El estado que emerge del huevo se parece al insecto adulto pero se diferencia en que los juveniles son de menor tamaño, coloración generalmente más clara, no tienen alas ni aparato reproductor funcional. Los juveniles se denominan ninfas y a lo largo de su ciclo van teniendo un desarrollo gradual externo de alas y genitalia. Un Insecto de metamorfosis incompleta pasa por los siguientes estados de desarrollo: huevo, ninfa y adulto.

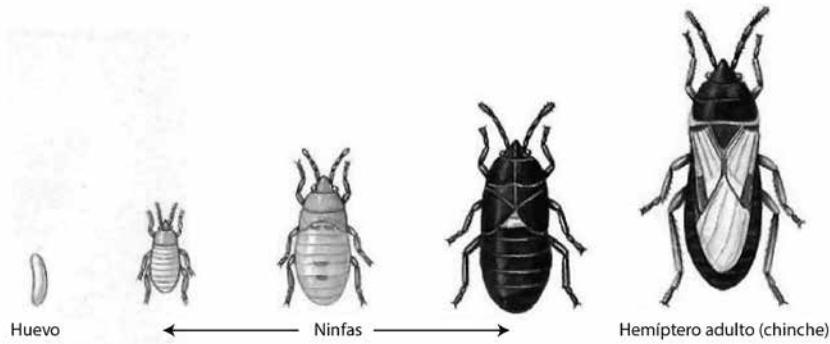


Ilustración 8 Metamorfosis incompleta de un hemíptero (chinche) (Adaptado de Gómez et al., 2015)

2.1.3. Sin Metamorfosis

Son los Ametábolos. Los estados juveniles se diferencian de los adultos únicamente en el tamaño y en la ausencia de abertura genital. En ciertas condiciones climáticas adversas o bajo condiciones particulares algunos de estos insectos sufren "ecomorfosis"; vinculada a la regresión de las piezas bucales y del sistema digestivo con ocasionales modificaciones de la cutícula o aparición de espinas. (Baquero & Jordana, 2015)

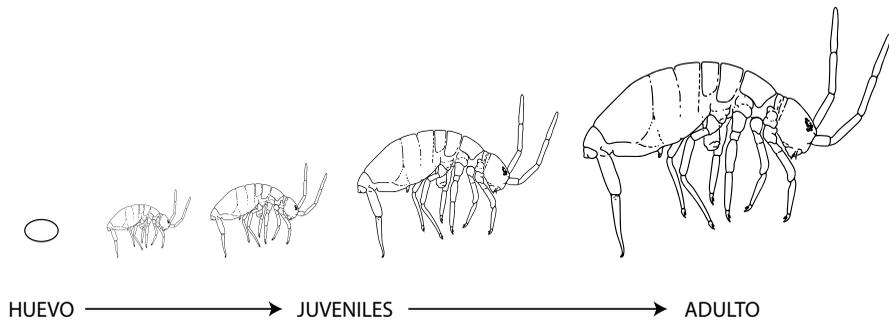


Ilustración 9 Metamorfosis incompleta de un collembola (Adaptado Baquero, E., & Jordana, R. 2015)

2.2. TIPOS DE ANTENAS EN INSECTOS

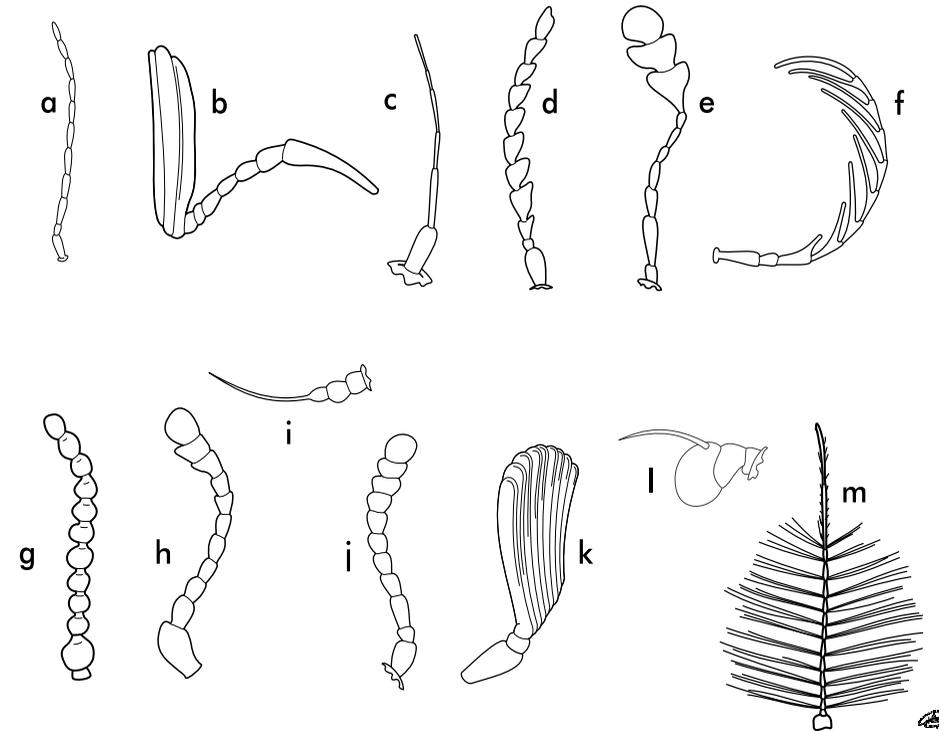
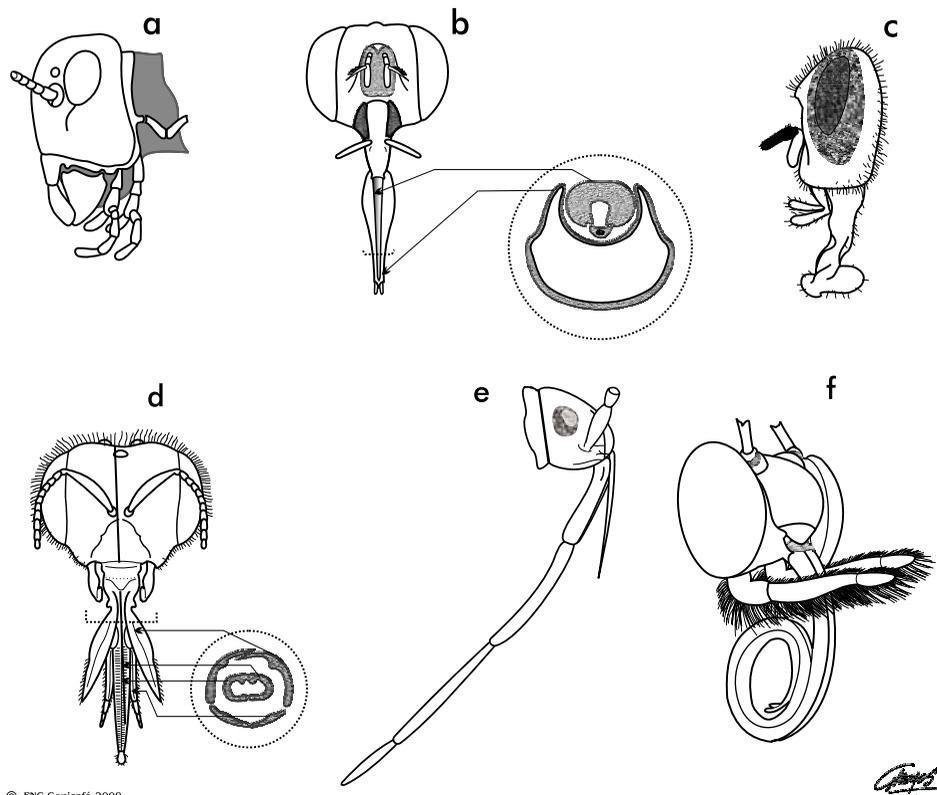


Ilustración 10 Tipos de antenas en insectos (Adaptado de Salazar en Bustillo, 2008)

- a Filiformes:** En forma de hilo, se encuentran en langostas, grillos y mántidos
- b Lameladas:** En forma de láminas, en Coleoptera (Melolonthidae)
- c Setáceas:** En forma de pelo, se observan en algunos Hymenoptera
- d Aserradas:** En forma de sierra como en Buprestidae
- e Capitadas:** Terminan en una porra, presentes en muchos Coleoptera
- f Pectinadas:** En forma de peine, se encuentran en Lucanidae y Coleoptera
- g Moniliformes:** En formas de cuentas de rosario, en Isoptera
- h Geniculadas:** En forma de codo, en algunos Coleoptera
- i Setiformes:** Terminan en una seta como en algunos Odonata
- j Clavadas:** Terminan en el ápice en forma engrosada, en algunos Lepidoptera
- k Flabeladas:** Terminan en forma de un abanico, comunes en Sandalidae.
- l Aristadas:** Terminan en una arista, comunes en Muscidae.
- m Plumosas:** Con setas a lo largo de ambos lados de la antena, se presenta comúnmente en Culicidae

2.3. TIPOS DE APARATOS BUCALES

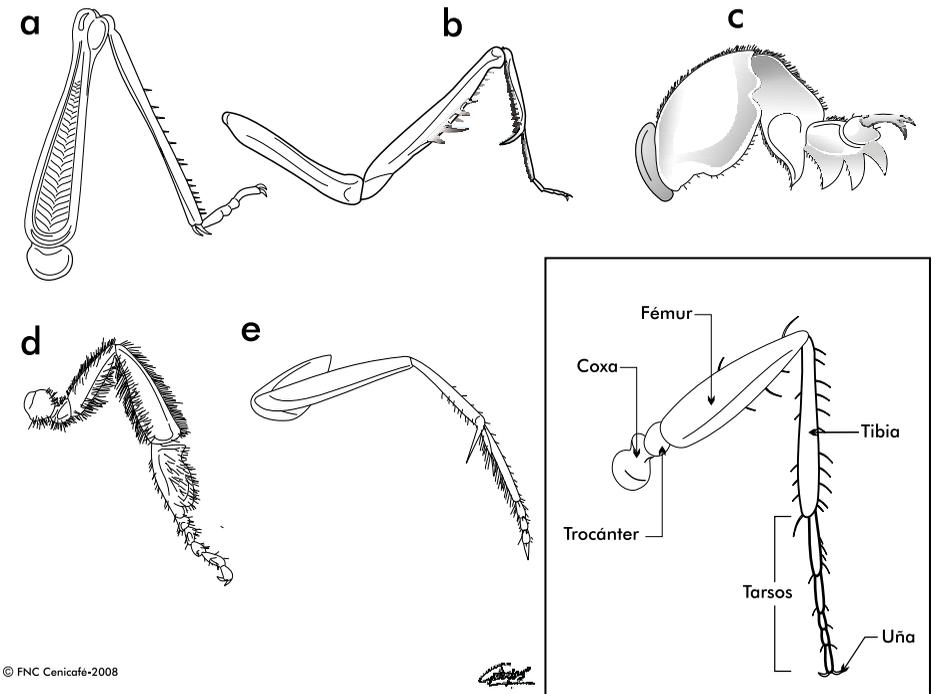


© FNC Cenicafe-2008

Ilustración 11 Tipos de aparatos bucales de los insectos
(Adaptado de Salazar en Bustillo, 2008)

- a **Masticador:** Típico de los insectos
- b **Cortador chupador:** Mosca picadora *Stomoxys calcitrans*
- c **Chupador:** Mosca común o casera *Musca domestica*
- d **Masticador lamedor:** Abeja *Apis mellifera*
- e **Picador-chupador:** Chinche Hemiptera;
- f **Sifón:** Mariposas y polillas: Orden Lepidoptera.

2.4. TIPOS DE PATAS EN LOS INSECTOS



© FNC Cenicafe-2008

Ilustración 12 Tipos de patas en los Insectos (Adaptado de Salazar en Bustillo, 2008)

- a **Saltador:** Largas y con fémures engrosados, típicas en los órdenes: Orthoptera, Siphonaptera y Hemiptera.
- b **Corredor:** Largas y delgadas, como en algunos Coleoptera y Blattaria.
- c **Raptora:** Adaptadas para capturar presas, como en el orden Mantidae.
- d **Cavadora:** Principalmente son insectos de hábitos subterráneos. Coleoptera (Melolonthidae).
- e **Colectora:** Adaptadas para el transporte de polen por algunos insectos como abejas y abejorros (Hymenoptera).
- f **Nadadora:** Se encuentran en insectos acuáticos de las familias Dytiscidae, Gyrinidae y Belastomatidae.

2.5. TIPOS DE ALAS EN LOS INSECTOS

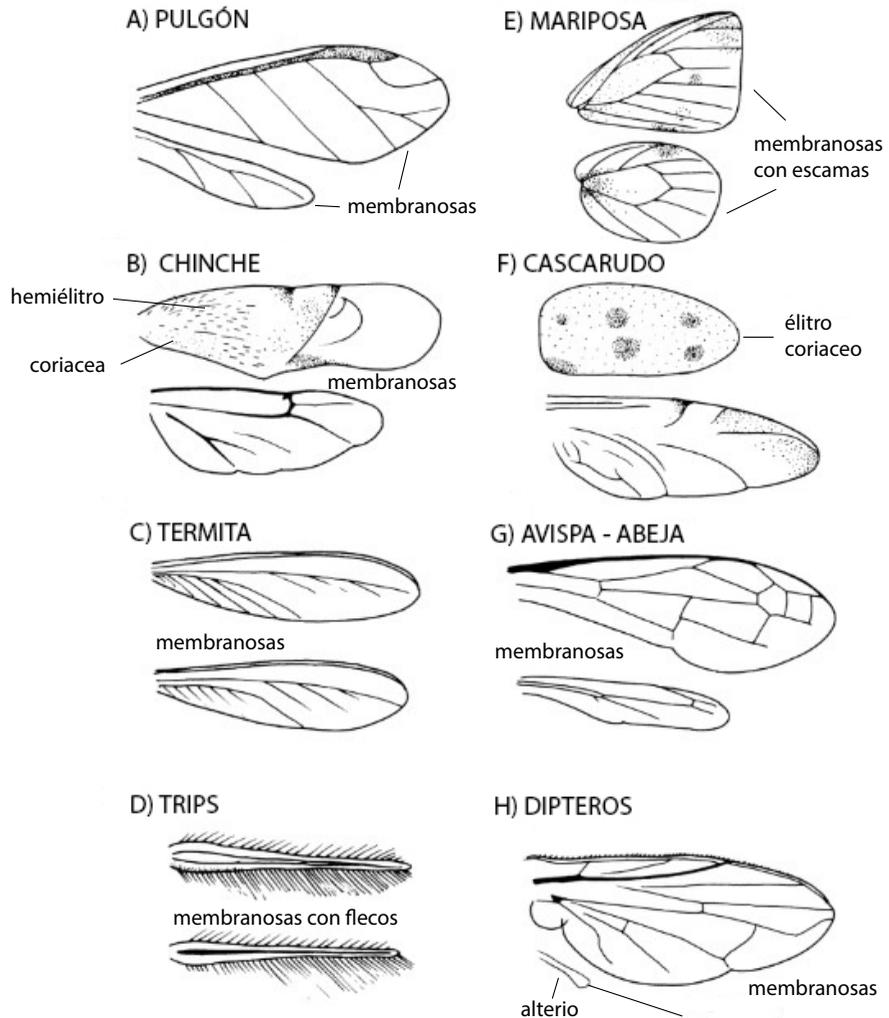


Ilustración 13 Principales tipos de alas de los insectos (anteriores y posteriores) (Adaptado de Pedigo & Rice, 2014)

A Hemiptera; B Hemiptera; C Isopera; D Thysanoptera; E Lepidoptera; F Coleoptera; G Hymenoptera; H Diptera

2.6. TIPOS DE HUEVOS EN LOS INSECTOS

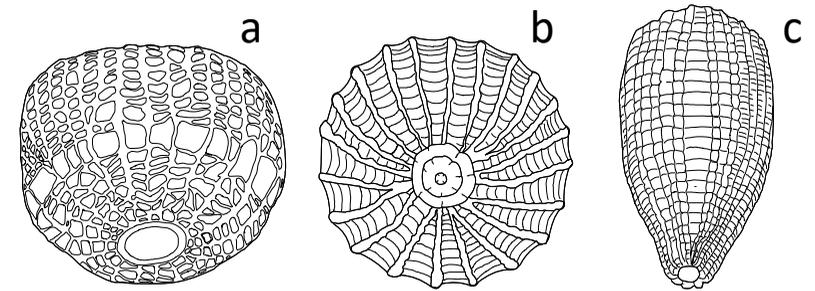


Ilustración 14 Tipos de Huevos (Adaptado de Salazar en Bustillo, 2008)

a Aplanados; b Esféricos; c Cónicos

2.7. TIPOS DE LARVAS EN LOS INSECTOS

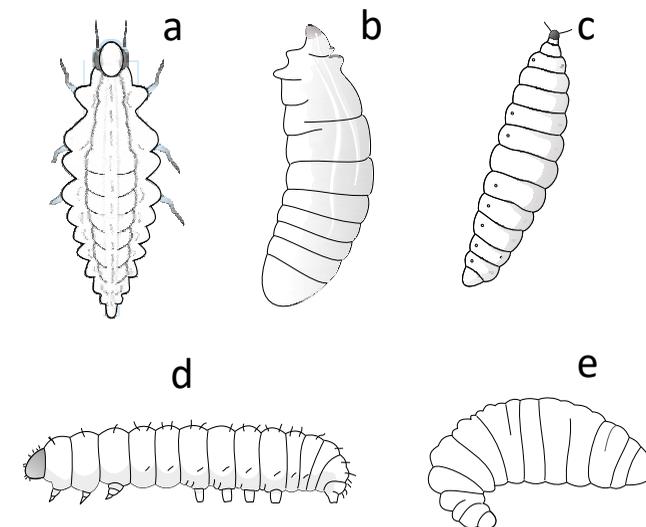


Ilustración 15 Tipos de larvas (Adaptado de Salazar en Bustillo, 2008)

a Oligópoda; b Eucéfala; c Acéfala; d Polípoda; e Ápoda

2.8. TIPOS DE PUPAS EN LOS INSECTOS

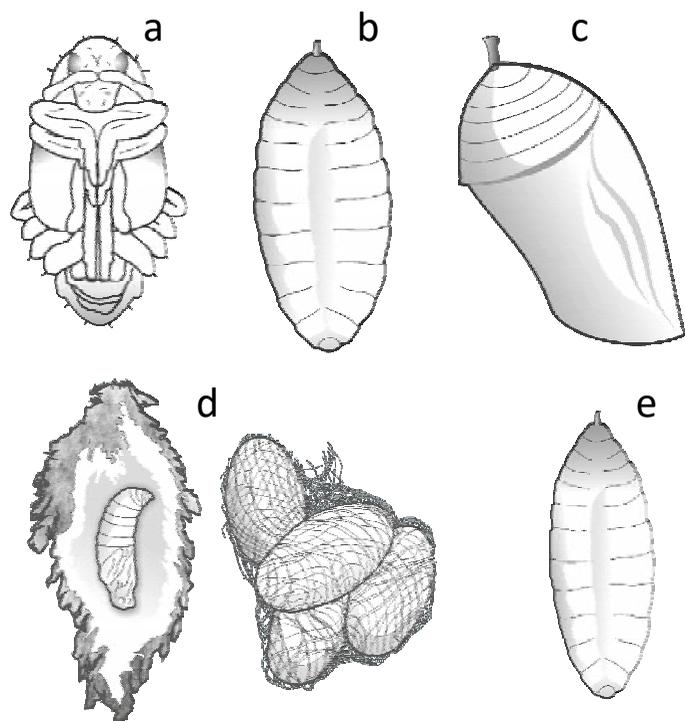


Ilustración 16 Tipos de Pupa (Adaptado de Salazar en Bustillo, 2008)

Clasificación según su forma

- a Exarata
- b Coartada
- c Obtecta

Clasificación según tipo de protección

- d Protegidas
- e Desnuda

3

CLAVE PARA
IDENTIFICAR
ORDENES DE
INSECTOS DEL
AGROECOSISTEMA
DE LA QUINUA



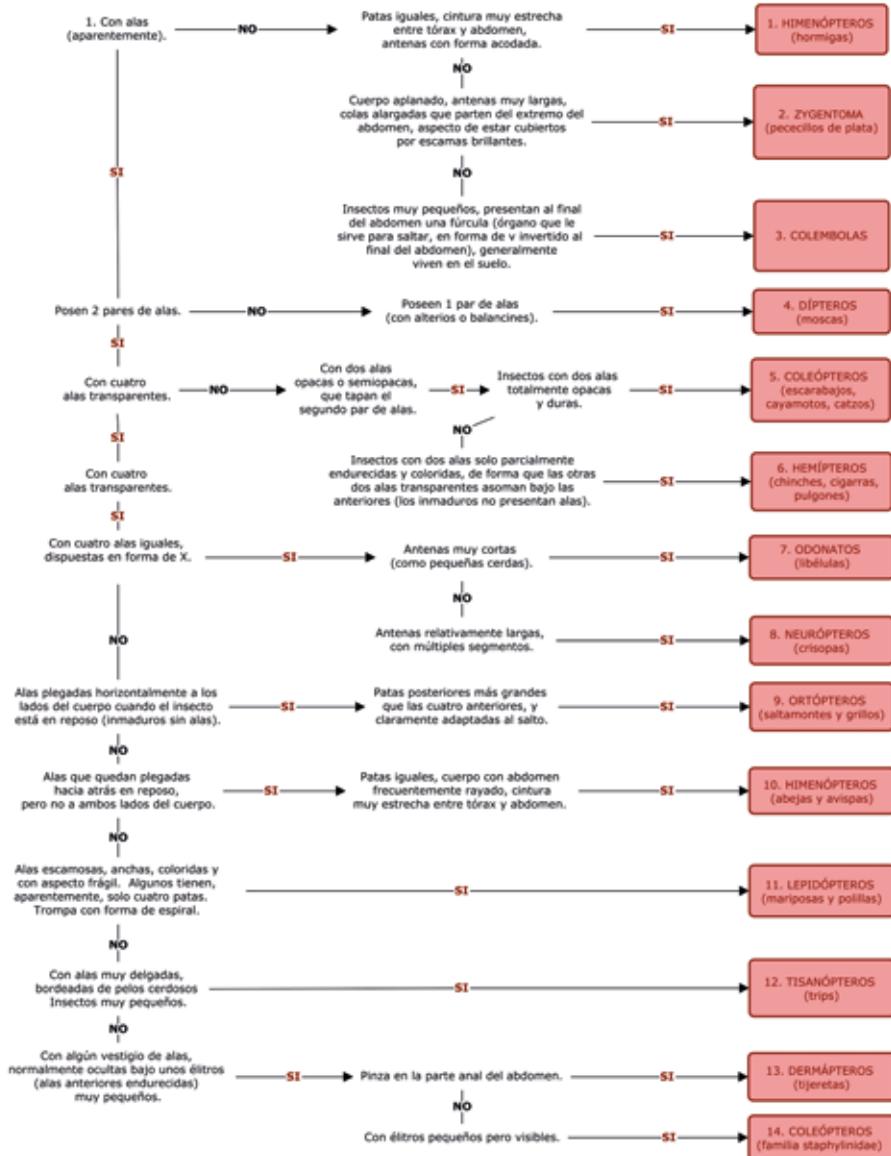


Gráfico 1 Clave identificación de órdenes de insectos en el agroecosistema de la quinua (basado en Rivera et al., 2015)



1 HIMENÓPTEROS (hormigas)- (Foto: Muñoz 2020)



2 ZYGENTOMA (pececillos de plata)



3 COLÉMBOLAS (cola de resorte)- (Foto: Muñoz 2020)

Ilustración 17 Ordenes Himenóptera, Zygentoma y Colémbolas

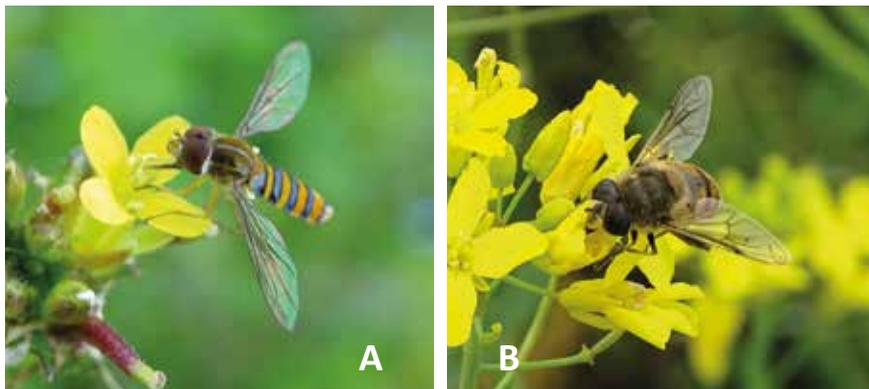


Ilustración 18 Dípteros

4 DÍPTEROS – POSEEN DOS ALAS

A Syrphidae (Polinizadores, Depredadores); **B Syrphidae** (Polinizador); **C Asilidae** (Depredador); **D Bibionidae** (Detritívoro); **E Calliphoridae – Mosca** (Descomponedor) **F Tachinidae** (Parasitoide)



Ilustración 19 Coleópteros

5 COLEÓPTEROS – ALAS OPACAS Y DURAS

A y B Coccinellidae – Mariquitas (Depredadores); **C Chrysomelidae** (Fitófago); **D Curculionidae** – Callamato (Fitófago); **E Carabidae** – Escarabajo (Depredador); **F Scarabaeidae** – Escarabajo, Catzo (Descomponedor- Fitófago)

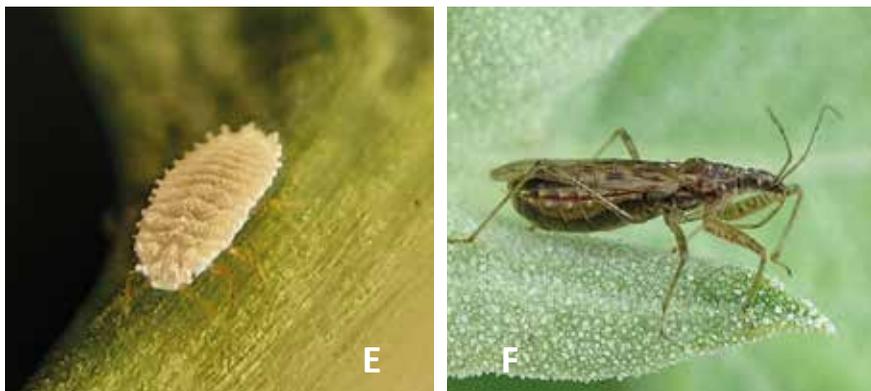
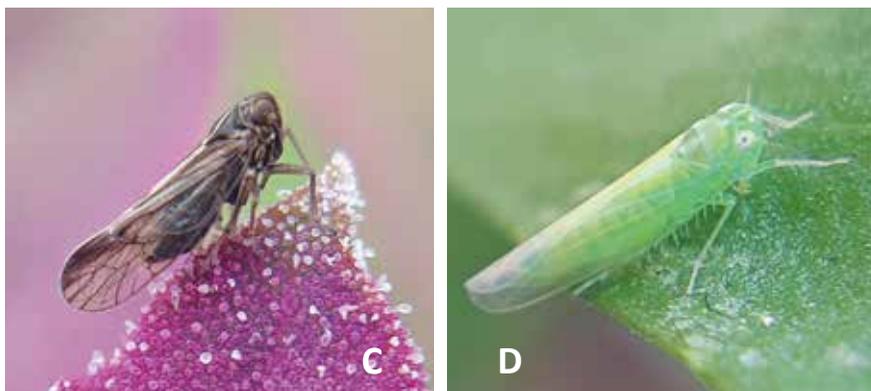
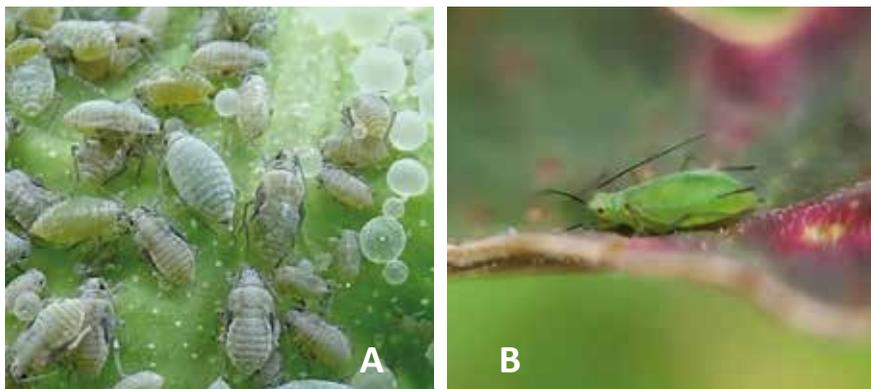
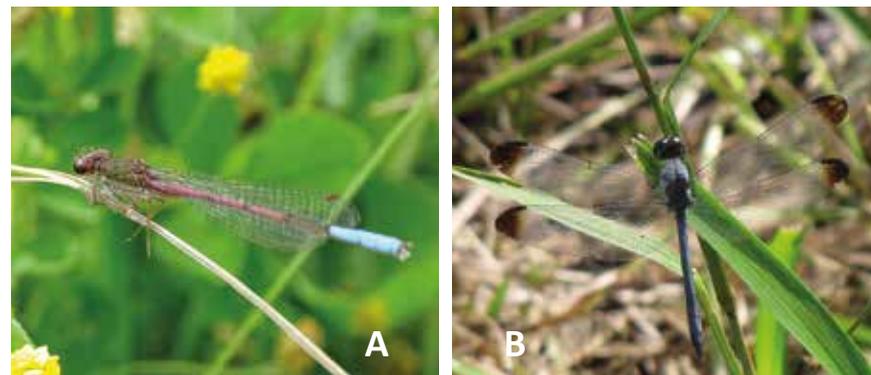


Ilustración 20 Hemípteros

6 HEMÍPTEROS (chinchas, cigarras, pulgones)

A Aphididae – Pulgón *Hayhurstia atriplicis* (Fitófago); **B** Aphididae – Pulgón *Macrosiphum euphorbiae* (Fitófago); **C y D** Cicadellidae – Chicharritas (Fitófago); **E** Pseudococcidae – Cochinilla harinosa (Fitófago); **F** Nabidae – Chinche (Depredador)



7 ODONATOS (Libélulas)



8 NEUROPTEROS (crisopas)



9 ORTÓPTEROS (saltamontes y grillos)

Ilustración 21 Órdenes Odonata, Neurópteros y Ortópteros

A Zygoptera (Depredador); **B** Anisoptera (Depredador)(Fitófago); **C** Cryspidae (Depredador); **D** Hemeroibiidae (Depredador); **E y F** Caelifera (Fitófagos)

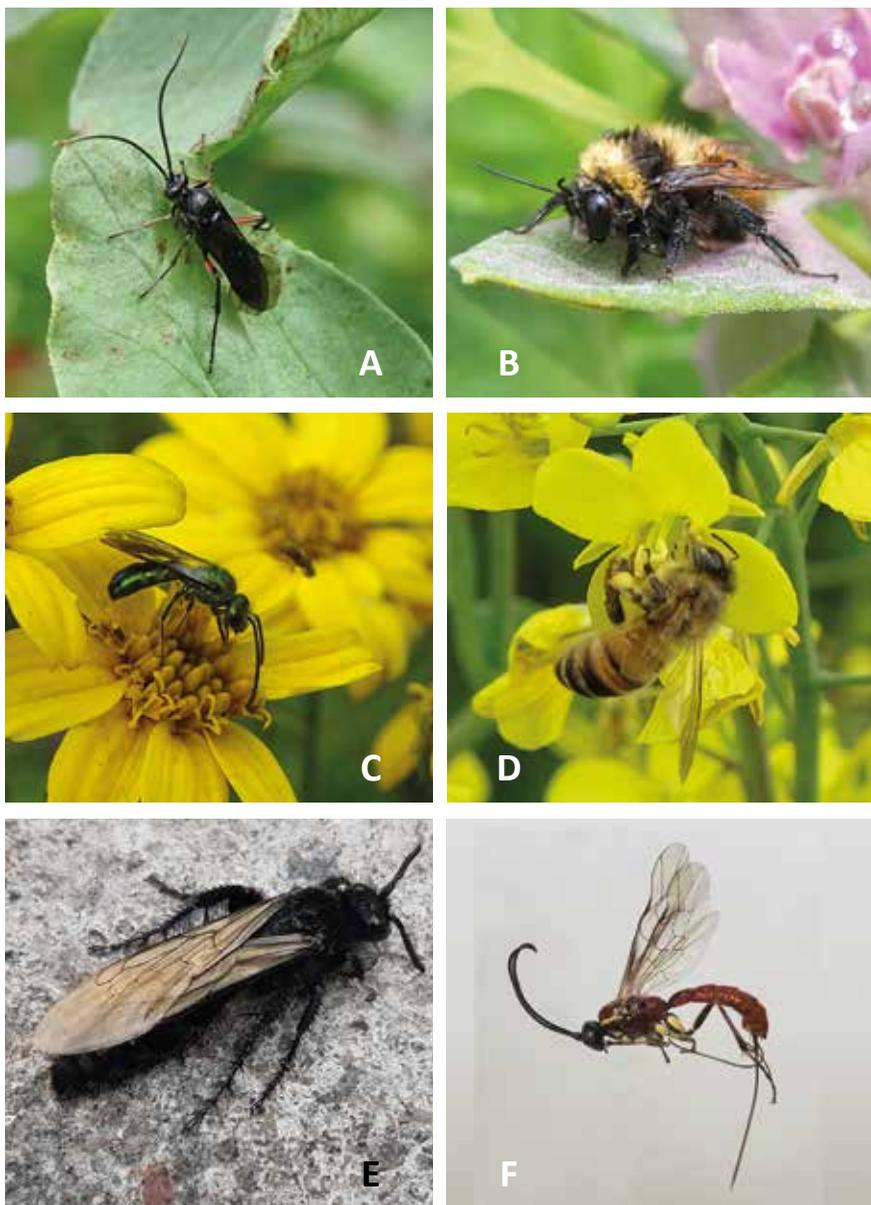


Ilustración 22 Himenóptera

10 HIMENÓPTEROS (abejas y avispas)

A Braconidae - Microavispa (Parasitoide); **B Megachilidae** – Abejorro (Polinizador); **C Halictidae** – Avispa (Polinizador); **D Apidae** – Abeja (Polinizador); **E Scoliidae** – Avispa (Depredador); **F Ichneuminidae** – Microavispa (Parasitoide)

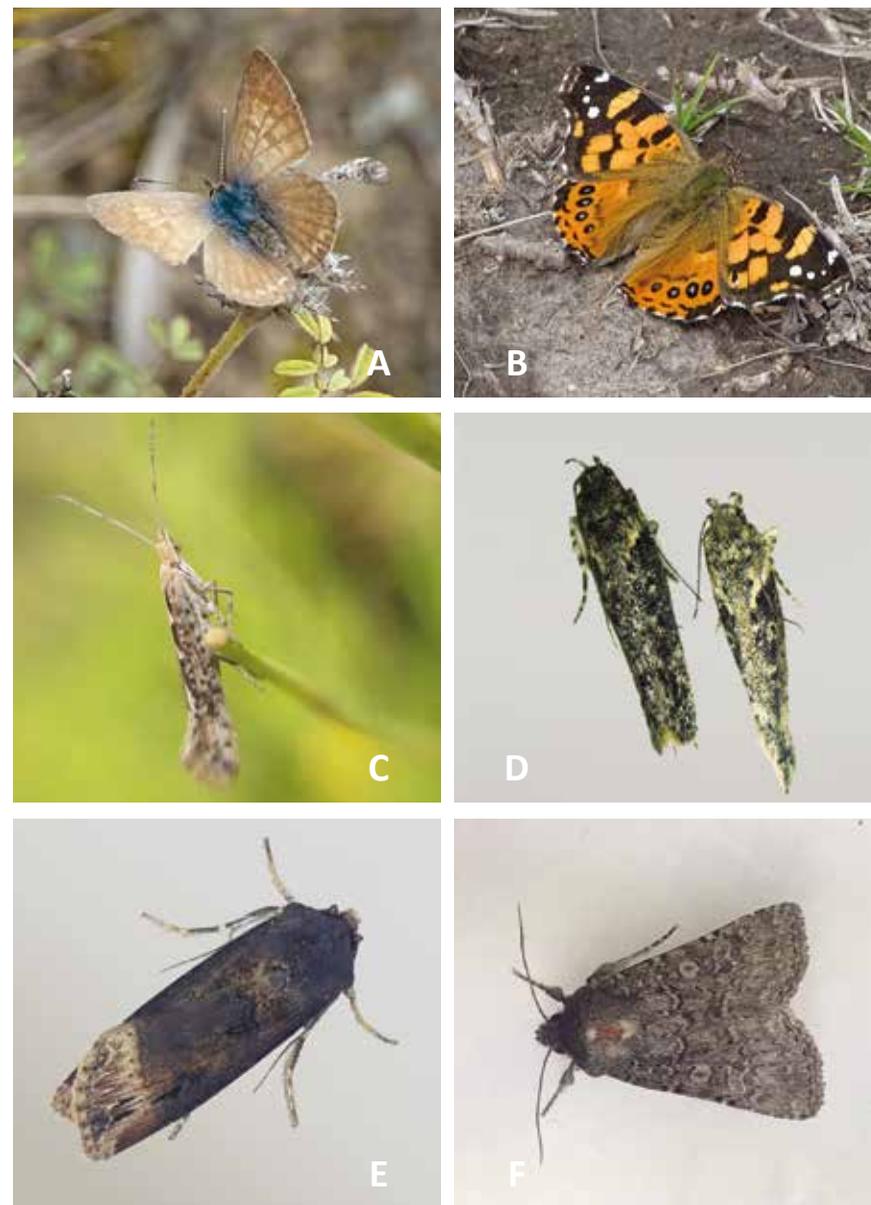


Ilustración 23 Lepidópteros

11 LEPIDÓPTEROS (mariposas y polillas)

A Lycaenidae - Mariposa (fitófago); **B Nymphalidae** – Mariposa (fitófago); **C Gelechiidae** – Polilla (fitófago) **D Gelechiidae** – Polilla- *Eurysacca melanocampta* (fitófago); **E Noctuidae** – Polilla (fitófago); **F Noctuidae** – Polilla *Copitarsia incommoda* (fitófago)



A



B

12 TISANÓPTEROS – Trips (Plagas)



C



D

13 DERMÁPTEROS – Tijeretas (Depredador)



E



F

14 COLEÓPTEROS - Familia Staphylinidae – (Depredador)

Ilustración 24 Órdenes Tisanóptera, Dermáptera, Coleópteras

4

FUNCIONES DE LOS INSECTOS Y OTROS ARTRÓPODOS EN EL AGROECOSISTEMA DE LA QUINUA



En el agroecosistema del cultivo de la quinua se ha encontrado una abundancia de especímenes de insectos y otros artrópodos desempeñando diferentes funciones. Hasta el momento se han catalogado más de 13 mil individuos que pertenecen a 12 órdenes de insectos y 112 familias.

De estos sólo tres individuos se han podido clasificar hasta especie y corresponden a insectos fitófagos, la gran mayoría todavía están por clasificarse, sobre todo entre los insectos benéficos pues son los menos estudiados. Este es el caso del orden Himenóptera en donde se han encontrado 27 familias y catalogado alrededor de 1200 individuos.

Los insectos en los agroecosistemas como el de la quinua, se relacionan con las plantas y los otros insectos como producto de la coevolución.

Generalmente las funciones ecosistémicas de los insectos son múltiples. Una especie se puede desempeñar como polinizador de adulto y como depredador en sus estados de larva. Un parasitoide también puede apoyar en la polinización de los cultivos. Estas interacciones son diversas e interdependientes por lo que no se puede encasillar a un insecto en una función exclusiva, entonces para mejor comprensión, aquí se presentan agrupados de la siguiente manera:

- **Polinizadores:** La polinización de las plantas por la acción de los insectos es indispensable en la producción de alimentos en el mundo. La eficiencia de la polinización depende de la abundancia y la diversidad de insectos silvestres puesto que las distintas especies de insectos se complementan y generan un efecto aditivo. Al mismo tiempo, la biodiversidad de polinizadores depende de la abundancia de flores tanto del propio cultivo como también de otros cultivos asociados (Prado et al., 2018).

En Chimborazo para el agroecosistema de la quinua este grupo es diverso y comprende principalmente los órdenes Himenóptera y Díptera de los cuales se han catalogado al menos 4 familias para cada uno de estos órdenes realizando funciones de polinización.

- **Parasitoides:** Este grupo de insectos son holometábolos, es decir, que presentan un desarrollo completo pasando por los estados de huevo, larva, pupa y adulto. Para su reproducción necesitan parasitar obligatoriamente a otros artrópodos como arácnidos e insectos que hacen las veces hospedadores.

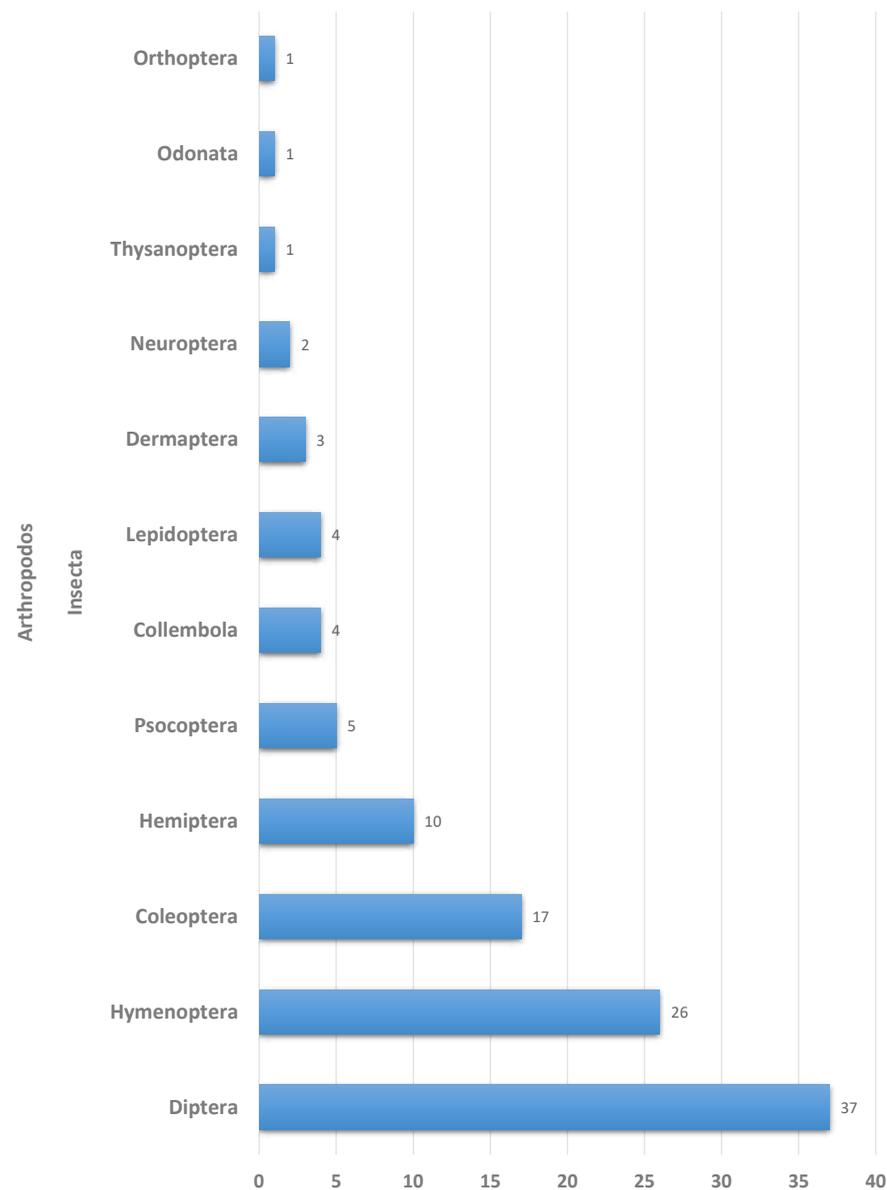


Gráfico 2 Número de Familias de Cada uno de los Órdenes Encontrados en el Agroecosistema de Quinua

Las hembras adultas buscan y ponen uno o más huevos en los hospedadores y cuando eclosionan, las larvas se comportan como parásitas alimentándose de los tejidos del hospedador matándolo en el proceso. Cuando la larva del parasitoide alcanza la madurez, se forma la pupa dentro o fuera del cuerpo del hospedador muerto. Los adultos de las especies parasitoides son de vida libre (Godfray, 1994). Los parasitoides adultos se alimentan de néctar y polen de las flores, y a veces se comportan también como depredadores, al efectuar picaduras alimenticias para consumir fluidos del hospedador generalmente al momento de la oviposición (Jaques & Urbaneja, 2008)

- **Depredadores:** Los artrópodos depredadores son uno los grupos más importantes de enemigos naturales de los insectos fitófagos o plagas agrícolas (HAGEN et al., 1999) Pertenecen a especies de insectos y arácnidos

La mayor parte se comportan como depredadores durante todo el ciclo de desarrollo. Muchas especies también son omnívoras pues los adultos se alimentan de néctar de las flores, polen, savia y otros productos de las plantas, mientras que son los estados inmaduros los que depredan, como sucede en algunos dípteros Syrphidae y Cecidomyiidae. Otros depredadores de alimentan de plantas y presas en el mismo estado de desarrollo por lo que se les denomina depredadores facultativos (Albajes & Alomar, 2008) como, por ejemplo, algunos hemípteros Miridae. Varios de estos especímenes se han encontrado en el agroecosistema de la quinua.

- **Detritívoros:** Este grupo abarca gran parte de los invertebrados del interior del suelo y de su superficie. Estos últimos se encargan de triturar los restos vegetales y animales que forman la hojarasca, reduciendo el tamaño de las partículas de detrito lo que incrementa la superficie expuesta a la actividad descomponedora de bacterias y hongos. La acción de los detritívoros (e. g. ácaros oribatidos y uropodinos, colémbolos, proturos, psocopteros, lombrices de tierra, moluscos, cochinillas, milpiés, termitas), aceleran los procesos de descomposición de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes en el suelo (Cabrera et al., 2017)

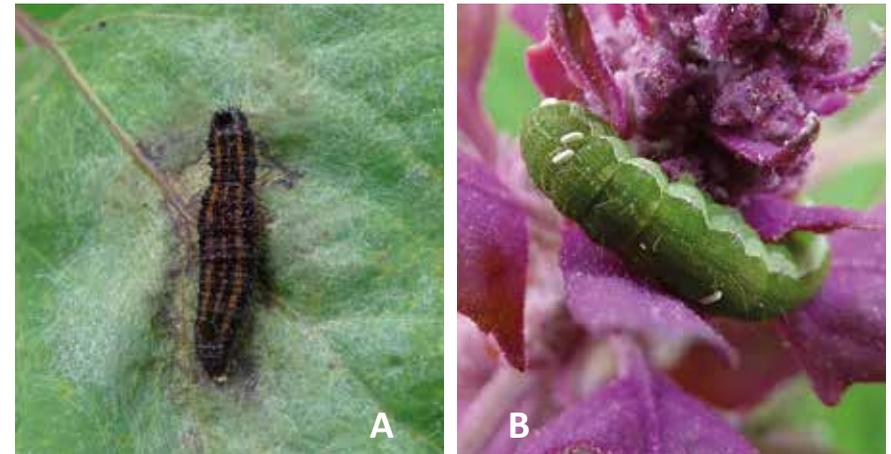


Ilustración 25 Larvas parasitadas

- A Larva de lepidóptero muerta a causa de un parasitoide
- B Huevos de díptero thachiniidae en una larva de lepidóptero.

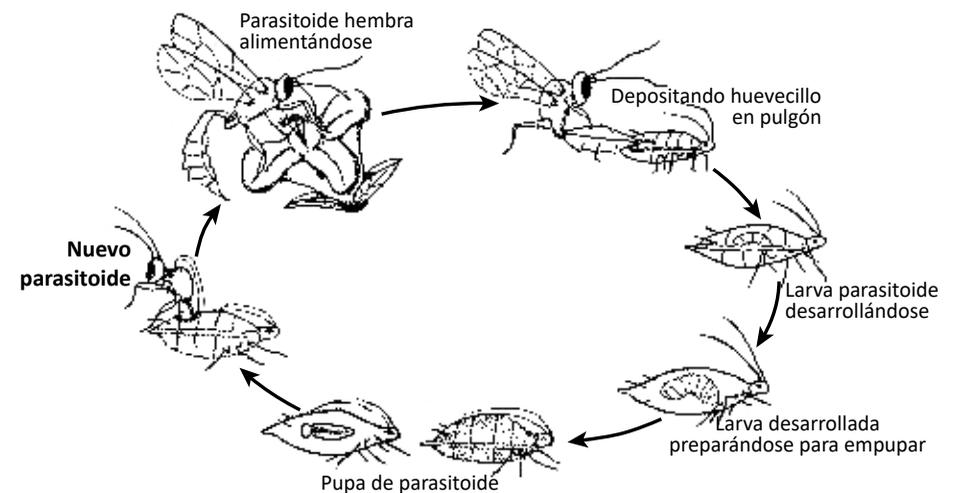


Ilustración 26 Ciclo de vida parasitoide (Ilustración Amelié Leguizamo, adaptado de Rios, 2011)

- **Fitófagos:** Los insectos herbívoros o fitófagos se alimentan de diferentes partes de las plantas durante todo o parte de su ciclo biológico. Las diferentes especies de plantas se diferencian en el número de especies de insectos que se alimentan de ellas (Pérez-Contreras, 1999). En el caso de los sistemas de asociación entre chícharo y chocho, algunas de las especies encontradas pueden alimentarse de ambas especies de plantas, pero otras son más específicas como el caso del Díptero de la familia Anthomyiidae cuyas larvas sólo se alimentan de la planta chícharo.

Cuando las poblaciones de los fitófagos afectan la sobrevivencia del cultivo, se puede considerar que se convierten en "insectos plaga". Sin embargo, tanto los insectos depredadores como los parasitoides dependen de los fitófagos para alimentarse o reproducirse, por lo que el objetivo del MIP-EC en ningún caso debe ser la eliminación de estos insectos. De hecho, la misma planta hospedera en ciertas etapas de su desarrollo se beneficia de la acción de los fitófagos.

En el caso del chícharo, cuando ha superado las primeras etapas de crecimiento hasta alcanzar 30 cm de alto, los Anthomyiidae ejercen una poda natural que mejora el rendimiento del cultivo.

Los insectos fitófagos también indican problemas o desbalances nutricionales de las plantas. La tolerancia a las plagas y enfermedades depende de las propiedades físicas, químicas y de la salud microbiológica del suelo (Altieri & Nicholls, 2007).

La mayoría de los estudios señalan incrementos considerables en el número de áfidos y ácaros en respuesta al aumento de la fertilización nitrogenada (Altieri & Nicholls, 2007)



Ilustración 27 Ejemplos de artrópodos detritívoros, fitófagos y depredadores

- A Isópodo detritívoro** – Cochinilla
- B Díptero Anthomyiidae** – Fitófago Barrenador del Chocho.
- C Arácnido** - Depredador
- D Arácnido Neoscona** - Depredador

5

PRINCIPALES INSECTOS PLAGA DEL CULTIVO DE LA QUINUA



Los diferentes controles que hacen parte del MIP-EC tienen un efecto positivo en la diversidad de las poblaciones de insectos benéficos y en la disminución de las poblaciones de los principales insectos fitófagos (que se alimentan de plantas).

El objetivo del MIP-EC no es erradicar los insectos fitófagos o plaga, pues también son parte del agroecosistema y cumplen un rol en el ciclo biológico y la cadena alimenticia de los insectos parasitoides y depredadores.

Se tiene que avanzar en el entendimiento de las interacciones y efectos entre la planta de quinua y el insecto fitófago (plaga) para poder establecer *Umbrales de Acción* específicos para el cultivo en el sistema de producción orgánica, y a partir de esto, clasificar a los insectos fitófagos en relación a su capacidad de ejercer daños al cultivo.

En el caso de los umbrales de acción para cada insecto fitófago es importante establecer lo siguiente:

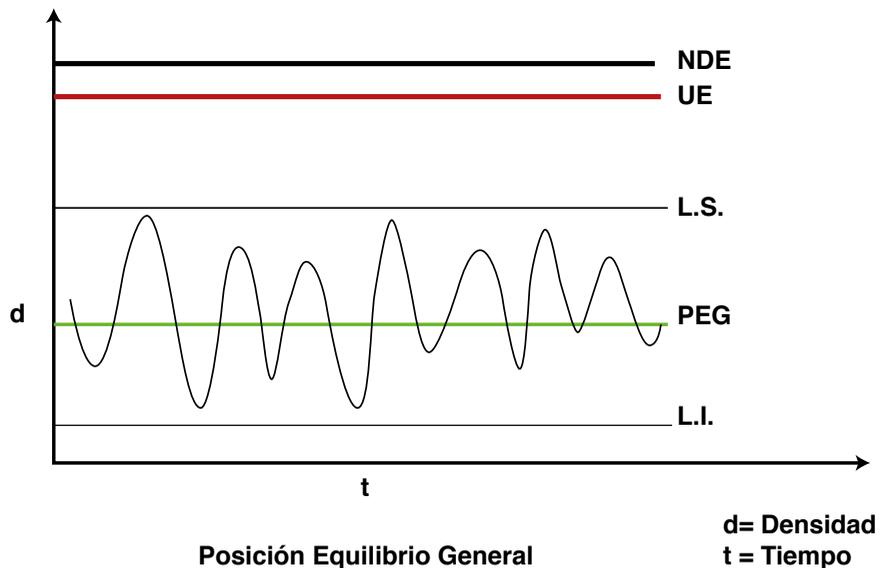


Gráfico 3 Punto de Equilibrio General

Punto Equilibrio General (PEG), Umbral Económico (UE) y Nivel de Daño Económico (NDE) (L.S. = Límite superior, L.I. = Límite inferior). (Badii et al., s. f.)

- **Umbral Económico UE:** Máximo nivel poblacional al cual se debe aplicar un método de control.
- **Nivel de Daño Económico NDE:** Mínima población que ocasiona daño económico.
- **Daño Económico DE:** Pérdida monetaria que justifica el empleo de un método de control.

Estos umbrales permiten catalogar a cada uno de los insectos de acuerdo a la relación entre una Población o Posición en Equilibrio General PEG y el Umbral Económico. En este sentido los insectos fitófagos encontrados corresponden a una de las siguientes categorías:

- **Plaga potencial:** El Umbral Económico UE está muy por arriba de Punto de Equilibrio General PEG, y la especie está normalmente bajo el control de los enemigos naturales. La mayoría de insectos fitófagos que se han encontrado en quinua pertenecen a este grupo pero se debe mantener un monitoreo permanente y específico en cada localidad. Este es el caso de algunos chinches (Pentatomidae) colectados en la zona de Calpi los cuales causan algunos daños en los granos de quinua.
- **Plaga ocasional:** El Umbral Económico está por arriba de Punto de Equilibrio General PEG, pero debido a la actividad humana, en algunas ocasiones o lugares, el PEG sobrepasa el UE. Para la quinua este es el caso del gusano de la raíz o callamoto (Curculionidae) del que se tiene reportes en varias zonas de cultivo de Chimborazo pero es problemático para comunidades concretas como Pardo Troje en la Parroquia de Santiago de Quito.
- **Plaga clave:** El Umbral Económico está inmediatamente por arriba de Punto de Equilibrio General, y frecuentemente el PEG sobrepasa el UE. En quinua este sería el caso para el pulgón *Hayhurstia atriplicis* y para los lepidópteros de las familias Noctuidae y gelechiidae, los cuales se encuentran diseminados en todas las zonas de cultivo y aparecen desde la aparición de las primeras hojas verdaderas hasta la formación y maduración del grano en quinua.

5.1. COLEOPTERA

En este grupo se encuentran a los escarabajos, catzos, gorgojos, picudos o Callamotos.

5.1.1. Curculionidae

A los miembros más grandes de esta familia se los conoce comúnmente como picudos mientras que a los pequeños como gorgojos (suelen atacar a los granos almacenados). Con el apoyo del Laboratorio de Entomología de AGROCALIDAD en junio del 2022 se identificó a *Premnotrypes* spp (del mismo género del gusano de la papa) y a otro espécimen de la subfamilia Baridinae. Estos son los de mayor distribución en las zonas de cultivo de Chimborazo.

Descripción: En la cabeza presentan un pico que puede ser largo, al final de este presentan las partes bucales. Los adultos presentan antenas capitadas, forma ovalada de coloración negra y café.

Biología: Tienen aparato bucal masticador. Las larvas por lo general se alimentan de la parte interna de las plantas o externamente de la rizosfera bajo tierra (Gillott, 2005). Tienen metamorfosis completa, por lo que podemos encontrarlo en los estadios de: huevo, larva, pupa y adulto.

Distribución en Chimborazo: En la mayor parte de campos de Quinoa Desde los 3130 hasta los 3520 msnm.

Método de muestreo: Destructivo para las larvas y pupas. Trampas de caída para los adultos

Hábitos y daño en la quinoa: Las larvas se alimentan de las raíces. Los adultos se comen hojas y tallos, causando daños cuando aparecen las hojas cotiledonales hasta el primer par de hojas verdaderas de la Quinoa. El daño en la planta a partir de las seis hojas verdaderas no se nota a simple vista porque la Quina desarrolla buena cantidad de raíces, pero en un futuro podría convertirse en una plaga clave en toda el área de siembra quinuera y para los cultivos asociados como el Chocho y el Haba. Alrededor de la Laguna de Colta se han encontrado los principales focos de establecimiento

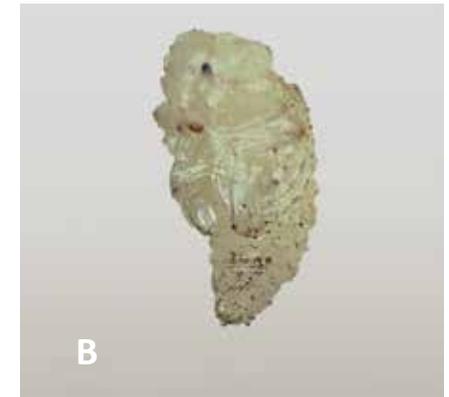
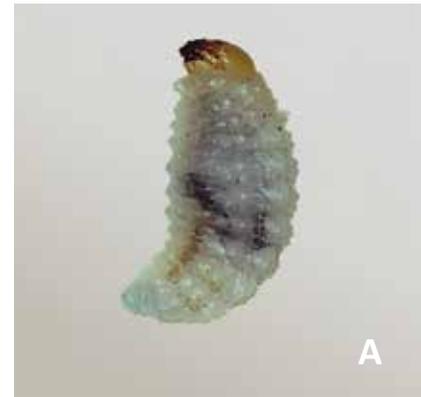


Ilustración 28 Coleópteros Curculionidae
- Fitófago de la quinoa

Estadios de *Premnotrypes* spp. (Coleóptero Curculionidae) Colectado en la Comunidad de Pardo Troje en la Parroquia de Santiago de Quito - Cantón Colta **A** Larva; **B** Pupa; **C** Adulto

D Coleóptero Curculionidae de la sub familia Baridinae

E Daño causado en la raíz por las larvas de curculiónidos- Callamotos





Morfoespecie 1

Hayhurstia atriplicis

Morfoespecie 3

Morfoespecies de Aphididae de quinua

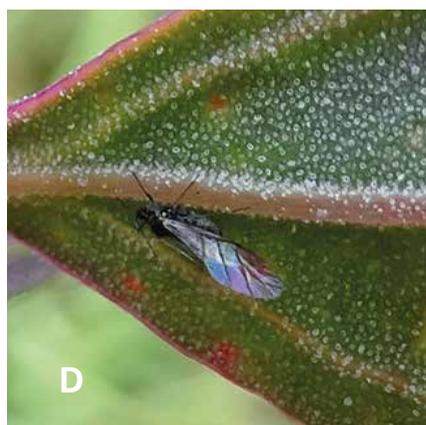
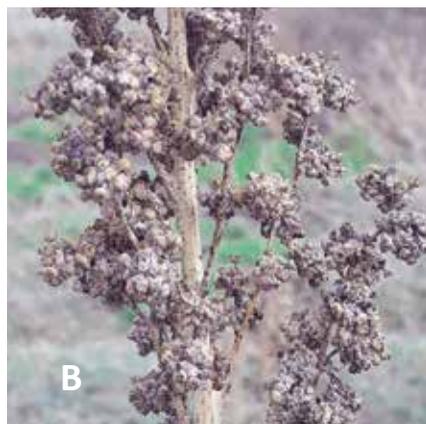


Ilustración 29 Hemiptera - Aphididae - Fitófagos de la quinua

A, B y C Daños causados por *Hayhurstia atriplicis*; **D** Pulgón alado (Hemiptera – Aphididae)

5.2. HEMIPTERA

Es un orden conformado por los áfidos, chinches, chicharritas. Se caracterizan por tener un aparato bucal picador chupador.

5.2.1. Aphididae

En esta familia encontramos a los pulgones. Por sus características biológicas e impacto económico en los cultivos, representan uno de los grupos de insectos más importantes (Delfino et al., 2007).

Descripción: Los áfidos son insectos pequeños, de no más de 3 mm de largo. Se alimentan de la savia y pueden generar toxinas, deformar las hojas y transmitir enfermedades. Tienen forma de pera, un par de cornículas en el extremo posterior del abdomen y un par de antenas bastante largas. Existen formas aladas y no aladas.

Biología: Forman grupos con individuos en todas las etapas de desarrollo. Son Hemimetábolos o con metamorfosis incompleta, por lo que pasan por los siguientes estadios: huevos, ninfa y adulto. Los áfidos pueden reproducirse por partenogénesis, que es un tipo de reproducción asexual.

Hayhurstia atriplicis es conocido como el Áfido del Chenopodium. Fue identificado y registrado por el Equipo de GDETERRA de la ESPOCH y el laboratorio de la PUCE por primera vez para Ecuador y Suramérica en el marco del estudio realizado por el PCV. Se ubica principalmente en el haz de las hojas provocando un enrollamiento sobre su haz, creando estructuras en forma de agallas en donde viven y se reproducen. Este enrollamiento les protege de la lluvia y el sol. Los individuos ápteros (sin alas) son de color verde cubiertos de un polvo de cera blanca y miden entre 1,5 a 2,9 mm. Las hembras con alas aparecen necesitan colonizar nuevas plantas en los cultivos

Método de muestreo: Destructivo, evaluación visual y red entomológica.

Distribución en Chimborazo: Están presentes desde 3130 hasta 3520 msnm en toda la zona quinuera, siendo dominante *Hayhurstia atriplicis* en todas las zonas, la morfoespecie 1 está presente en la zona baja y 3 está presente más en la zona alta.

Hábitos y daño en la quinua: Están desde la aparición de las primeras hojas hasta la última fase del cultivo. causando daños notorios en cada una de las parcelas cuando se encuentran en grandes cantidades en las hojas, estas se enrollan. Estos insectos utilizando al aparato bucal picador chupador succionan la savia del tallo y de las hojas. Las ninfas y los adultos causan daños. La sequía y las altas temperaturas,

principalmente cuando el cultivo está en pleno crecimiento, promueve el incremento de la población de los áfidos, por lo que si no se hace un manejo adecuado y a tiempo, se puede perder la cosecha.

Esta reportado en otras partes del mundo que *Hayhurstia atriplicis* puede transmitir el Virus Y de la papa (PVY) (Wyman et al., 2012) y el virus del moteado de la pimienta etíope (EPMV) (Atsebeha et al., 2009). En el Ecuador todavía no está demostrado la transmisión de virus en quinua. De encontrarse evidencias de transmisión, esta plaga deberá evitarse desde un inicio en el cultivo de la quinua y estará especialmente prohibida en parcelas destinadas para la producción de semilla.

En el agroecosistema también se encuentran otros pulgones, algunos específicos de ciertos tipos de plantas como *Brevycorine brassicae* que se alimenta de las crucíferas como el nabo silvestre.



Ilustración 30 Otros pulgones del agroecosistema de la quinua

- A Pulgón de las Crucíferas *Brevycorine brassicae* en nabo silvestre *Brassica rapa*;
- B *Macrosiphum euphorbiae* en hoja de quinua *Chenopodium quinoa*

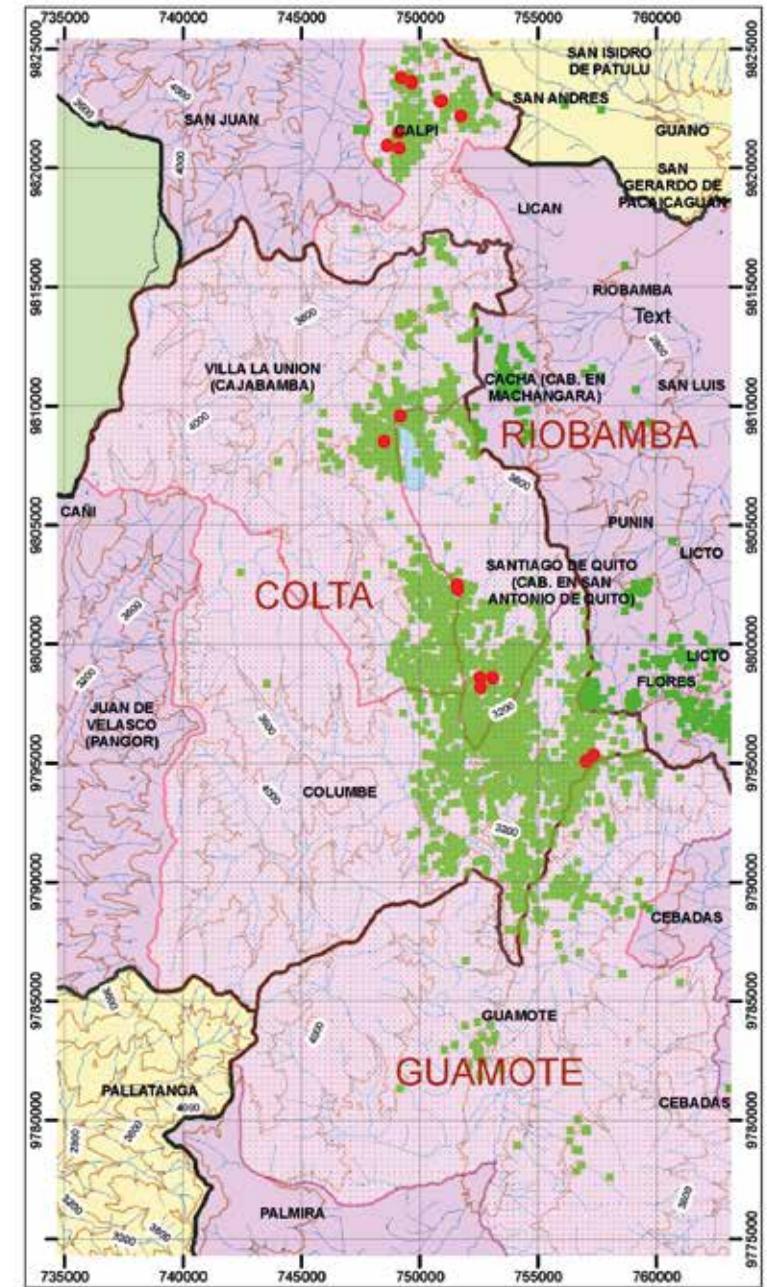


Ilustración 31 Zonas de Estudio para el primer registro de pulgón del *Chenopodium Hayhurstia atriplicis* en Ecuador y Suramérica.

- Área sembrada en quinua
- Lugar muestreo *Hayhurstia atriplicis*

5.2.2. Pentatomidae

Se los conoce comúnmente como los chinches apestosos o chinches hediondos.

Descripción morfológica: Tamaño mediano a grande, color verde, forma del cuerpo como escudo, cabeza triangular y pequeña, escutelo grande. Antenas medianas de 5 segmentos, pico de 4 segmentos.

Biología: Fitófagos, tienen aparato bucal picador chupador. Como medio de defensa secretan sustancias con mal olor (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). Tienen metamorfosis incompleta, presentando los estadios de huevo, ninfa y adulto. Los huevos son depositados en grupos sobre las hojas y generalmente tienen la forma de barril (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

Distribución en Chimborazo: Estos insectos fueron registrados en la parroquia de Calpi, cantón Riobamba.

Hábitos y daño en la quinua: Estos insectos fueron encontrados durante el muestreo destructivo de la planta. Estos individuos fueron observados causando daños en los frutos de la quinua. Las ninfas y los adultos causan daños.

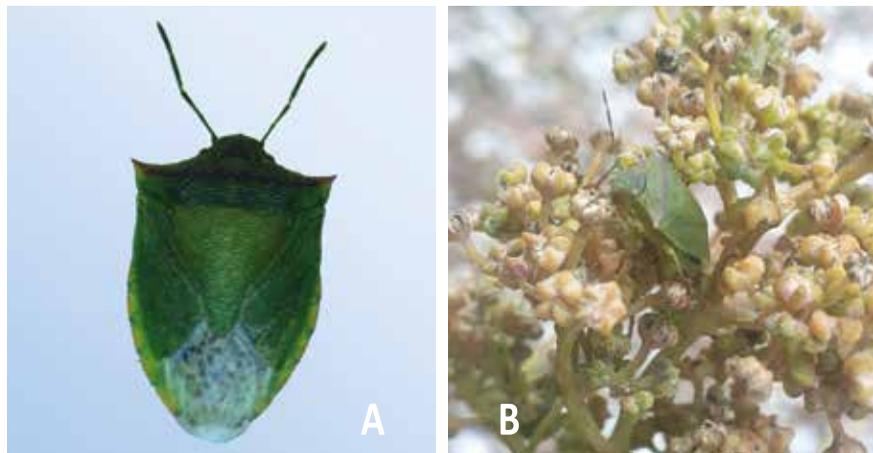


Ilustración 32 Hemiptera - Pentatomidae - Chinche - Fitófago

A Chinche (Pentatomidae) colectado en las comunidades de San Francisco - Parroquia de Calpi - Cantón Riobamba.

B Pentatomidae alimentándose en la panoja de la quinua

5.3. LEPIDOPTERA

En este orden podemos encontrar a las mariposas y a las polillas. Se diferencian por la actividad, el color y su forma. Las mariposas adultas por lo general tienen actividad diurna, tienen alas con escamas claras y abdomen esbelto; mientras que la mayoría de las polillas tienen adultos con actividad nocturna, alas con escamas oscuras y abdomen abultado. Las que se han observado causando problemas en la quinua pertenecen a este último grupo. En este orden los estadios inmaduros son los que causan problemas en los cultivos; los adultos en la mayoría de las ocasiones se van a alimentar de los jugos de las flores (Selfa & Anento, 1997).

5.3.1. Gelechiidae

Es una familia extensamente distribuida en el mundo con alrededor de 4000 especies que van de pequeños a muy pequeñas (Gillott, 2005).

Descripción Las alas traseras generalmente tienen un margen algo puntiagudo y recurvado (Triplehorn & Johnson, 2005). Las alas son de coloración oscura. Poseen una proboscis llena de escamas y palpos labiales muy curvados (Bastidas & Zavala, 1995).

Biología: Estos insectos presentan metamorfosis completa. Las larvas tienen aparato bucal masticador y son los que causan daños a los cultivos.

Distribución en Chimborazo: Están presentes desde los 3130 hasta los 3520 msnm, siendo más abundantes en el sector de Pardo Troje y Majipampa en las parroquias de Santiago de Quito y de Sicalpa respectivamente en el Cantón Colta. En el caso de la quinua se identificó la especie de polilla *Eurysacca melanocampta* por el laboratorio de entomología de AGROCALIDAD. Esta especie es considerada como una de las principales plagas de la quinua en Perú y Bolivia.

Método de muestreo: Destructivo y evaluación visual.

Hábitos y daño en la quinua: Las larvas muestran diversos hábitos; muchas hacen pliegues con las hojas, otras abren galerías (minadores) en las hojas o barrenadores en tallos, semillas, frutos, flores o tubérculos (Gillott, 2005). En quinua los daños se pueden visualizar en las panojas y los tallos durante la última fase del cultivo.

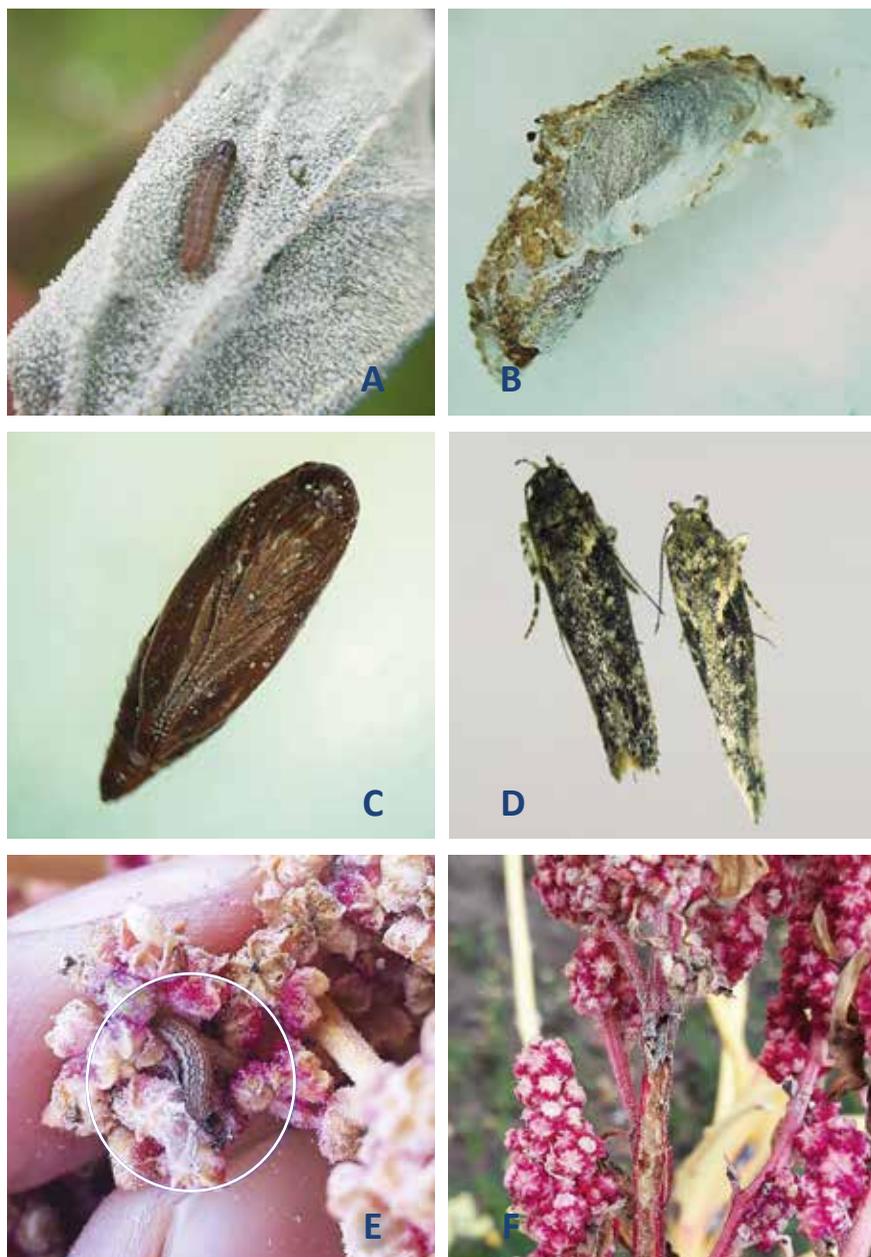


Ilustración 33 Polilla de la quinua *Eurysacca melanocampta* - Lepidoptera - Gelechiidae

Estadios **A** Larva; **B y C** Pupa; **D** Adulto; **E y F** Daños causados por larvas de Gelechiidae en la panoja de la quinua.

5.3.2. Noctuidae

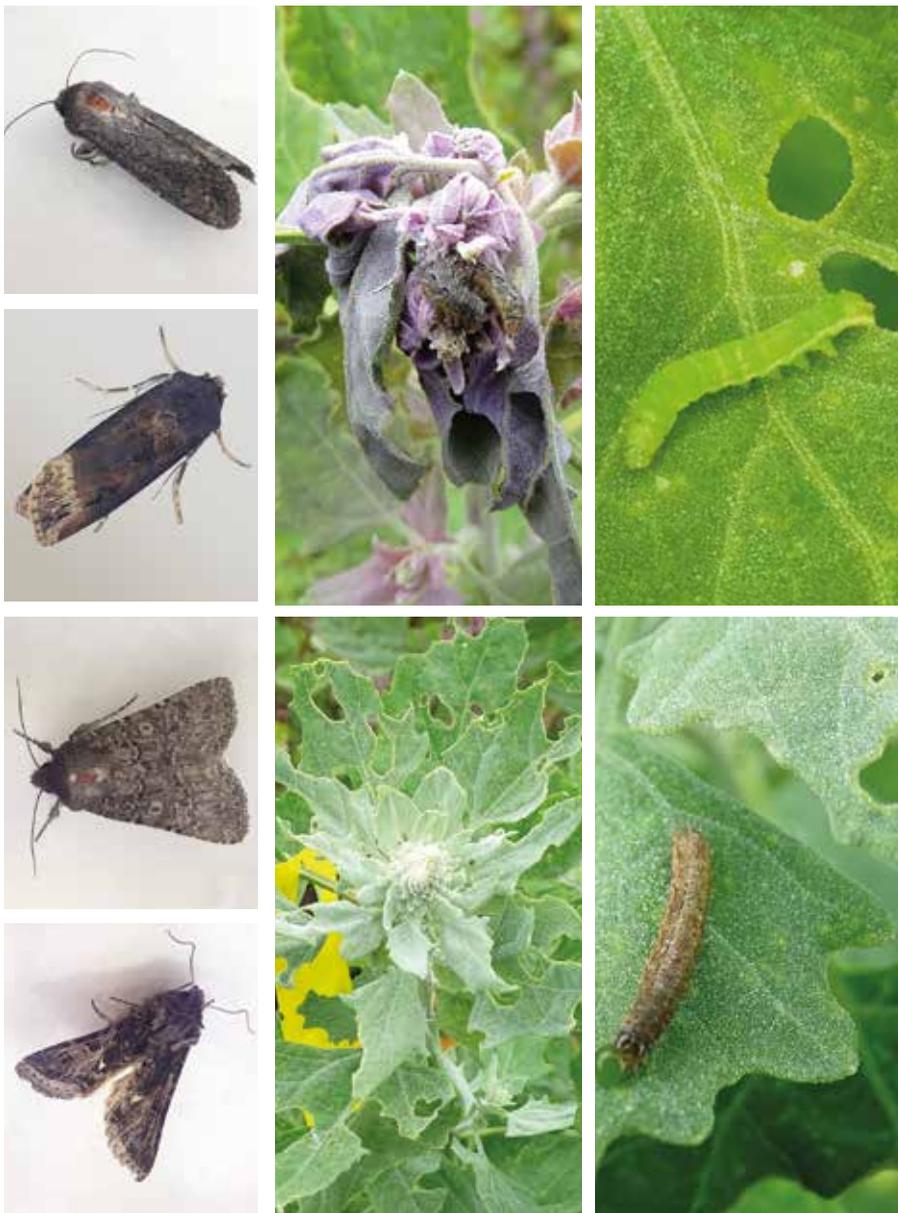
Descripción: Son polillas que presentan alas de coloración oscura y cuerpo robusto. Las larvas usualmente tienen cuatro pares de propatas, pero en algunas especies uno o más pares anteriores están reducidos, así también se ha visto que la oruga se mueve a manera de formar una especie de lazo (Gillott, 2005).

Biología: Tienen actividad nocturna. Las larvas presentan aparato bucal masticador. Los adultos se alimentan de frutos caídos que se pueden encontrar en el suelo, néctar, secreciones de árboles y otros (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). La etapa de pupa en la mayoría de las especies de esta familia tiene lugar en el suelo (Gillott, 2005).

Distribución en Chimborazo: Estos insectos están presentes desde 3130 hasta 3520 msnm en toda la zona quinuera. En Chimborazo se identificó la especie *Copitarsia incommoda* por el laboratorio de AGROCALIDAD. En Perú y Bolivia esta especie es considerada como plaga clave.

Métodos de muestreo: Destructivo y evaluación visual.

Hábitos y daño en la quinua: Los estadios larvales son los que causan el daño. Durante su desarrollo provocan defoliación y corte de la base de las plántulas, con daños severos cuando la población aumenta (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). En quinua se han observado algunas larvas de Noctuidae que están causando daño en la parte foliar de la planta.



Noctuidae

Ilustración 34 Polillas de la quinua Lepidoptera - Noctuidae y daños ocasionados por las larvas

5.3.3. ARCTIIDAE

Se les conoce como las polillas tigre, polillas avispas, tenuchidos

Descripción: Los adultos de esta familia pueden imitar a avispas y abejas, tienen alas posteriores muy reducidas y alas transparentes (hialinas), con venación reducida (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). Los adultos presentan alas manchadas o rayadas. Las larvas se presentan como gusanos muy peludos por lo que se los conoce como osos lanudos (Gillott, 2005).

Biología: Son polillas nocturnas o diurnas que pueden mimetizar a organismos como Hymenoptera o a otros Lepidoptera (Gillott, 2005). Como defensa en contra de los depredadores, los adultos y las pupas tienen un sabor poco agradable (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). Las larvas tienen aparato bucal masticador.

Distribución en Chimborazo: Sectores quineros de la parroquia de Calpi, cantón Riobamba a los 3177 msnm.

Métodos de muestreo: Destructivo de la planta

Hábitos y daño en la quinua: Las larvas pueden causar daños ocasionalmente en los cultivos (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). Las larvas se alimentan de los granos de quinua en la panoja.



Ilustración 35 Larvas de Arctiidae y daños en la panoja de la quinua.

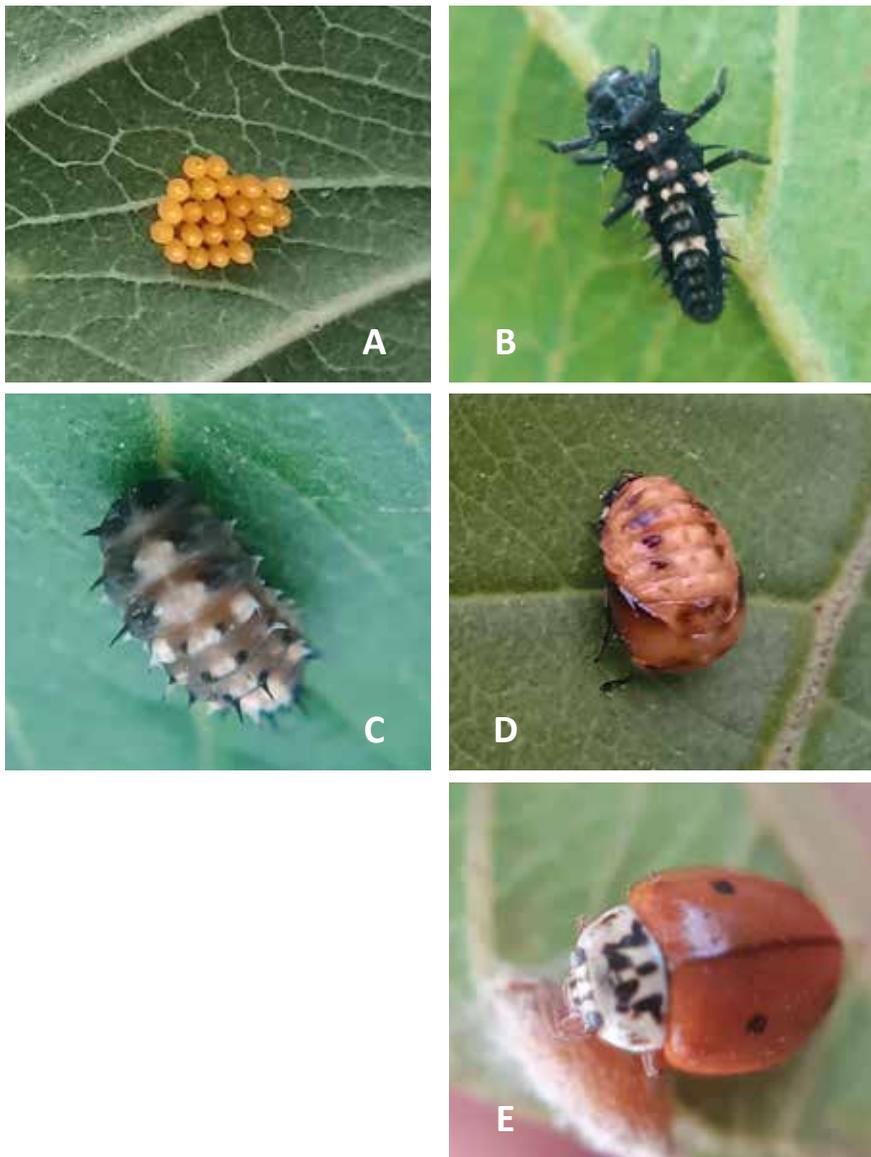


Ilustración 36 Metamorfosis de la Mariquita - Coleoptera Coccinellidae

A Huevos; **B** Larva; **C** Última fase de la larva; **D** Pupa; **E** Adulto

6

INSECTOS BENÉFICOS ENCONTRADOS EN LA QUINUA



6.1. COLEOPTERA

En este grupo encontramos a los escarabajos. Se caracterizan por la presencia de élitros (alas) que están esclerotizadas (endurecidas) y que se encuentran en la parte superior. Coleoptera junto con los Lepidoptera constituyen el grupo que genera mayor preocupación fitosanitaria (Selfa & Anento, 1997). En este grupo vamos a encontrar a escarabajos que son depredadores de otros insectos.

6.1.1. Coccinellidae

A estos escarabajos se los conoce como mariquitas, algunas especies han sido utilizadas exitosamente en programas de control biológico.

Descripción: Es un grupo de pequeños escarabajos (0,8-10 mm de largo), con la cabeza oculta, ovalados, convexos y por lo general son insectos que presentan colores brillantes (Triplehorn & Johnson, 2005), con antenas claviformes cortas o muy cortas (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018)

Biología: En esta familia hay muchas especies que son depredadoras voraces generalistas (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018), tanto las larvas como los adultos (Triplehorn & Johnson, 2005), algunas de ellas asociadas con áfidos, escamas y ácaros.

Los huevos los colocan en grupo en las hojas, son de color amarillo a naranja y alargados y miden aproximadamente 1mm. Las larvas son de color negro a gris, con algunas franjas de colores. Tienen forma de lagarto y tienen tres pares de patas. Alcanzan hasta 1 cm de largo.

Las Pupas son del mismo color de los adultos y se les encuentra generalmente pegadas a los tallos. Los adultos pueden volar, miden entre 5 a 8 mm.

Distribución en Chimborazo: Estos insectos se encontraron desde los 3316 hasta los 3520 msnm.



Ilustración 37 Coccinellidae encontrado en el campo

A Adulto, B Larva inmadura.

6.1.2. Carabidae

Conocidos como escarabajos del suelo, se los encuentra debajo de las piedras o la hojarasca.

Descripción morfológica: La mayoría de especies miden entre 1 a 70 mm. Son de color negro, brillantes o en tonos metálicos y presentan cuerpo aplanado y élitros estriados o ahuecamientos según la especie (Triplehorn & Johnson, 2005). Se presentan con antenas filiformes, que emergen entre los ojos, con la cabeza generalmente más estrecha que el protórax y protórax más estrecho que los élitros (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

Método de Muestreo: Trampas de caída

Biología: Son insectos con aparato bucal masticador con cabezas y mandíbulas grandes, son depredadores de otros insectos. Los adultos y las larvas son carnívoras (Gillott, 2005), la mayoría de las especies son generalistas, aunque hay algunas especies que se pueden especializar en alimentarse de áfidos, lepidópteros, pscopteros (piojos de los libros), grillos, babosas, caracoles. (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). Los huevos los depositan en el suelo de manera individual. Las larvas son segmentadas, tienen tres pares de patas y se van haciendo más angostas hacia la cola. Empupan en el suelo.

Distribución en Chimborazo: Estos insectos se encontraron desde los 3130 hasta los 3520 msnm.



Carabidae

Ilustración 38 Carabidae depredador capturado con trampas de caída

6.1.3. Staphylinidae

Es una de las familias con mayor número de especies, comúnmente se los conoce como escarabajos errantes.

Descripción: Los adultos se caracterizan por tener un cuerpo delgado y alargado (Triplehorn & Johnson, 2005), con élitros inusualmente pequeños que dejan expuesta la mitad del abdomen (Gillott, 2005). Presentan mandíbulas muy largas, delgadas, y agudas y generalmente cruzadas por delante de la cabeza (Triplehorn & Johnson, 2005).

Biología: Se las encuentra en una gran cantidad de hábitats. La mayoría de las especies son depredadores o saprófagas (Gillott, 2005). Se alimentan de huevos y larvas jóvenes de moscas que atacan las raíces. En algunas especies, las larvas parasitan a otras larvas de los gusanos de las raíces.

Distribución en Chimborazo: Estos insectos se recolectaron desde los 3172 hasta los 3520 msnm.



Staphylinidae

Ilustración 39 Staphylinidae depredadores capturados con trampas de caída

6.2. DERMAPTERA

Los dermápteros son insectos conocidos como tijeretas debido a la forma de las estructuras que presenta al final del abdomen

6.2.1. Forficulidae

Descripción: Los dermápteros son insectos de cuerpo alargado, ligeramente aplanado, presentan unas estructuras parecidas a pinzas o tijeras que se encuentran ubicadas en el extremo posterior del cuerpo (Herrera, 2015).

Biología: La mayoría de estos insectos son omnívoros: alimentándose de insectos y materia en descomposición, otras especies son exclusivamente carnívoras (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). Tienen aparato bucal masticador.

Distribución en Chimborazo: Estos insectos están presentes desde los 3130 hasta los 3316 msnm. En Chimborazo se encuentran en Nitluisa, San José de Gaushi y El Troje.



Forficulidae

Ilustración 40 Forficulidae depredador capturado con trampas de caída

6.3. DIPTERA

Presentan especies de importancia económica por estar relacionados a cultivos agrícolas (Selfa & Anento, 1997) y ser vectores de enfermedades.

6.3.1. Phoridae

Es una familia que se encuentran por todo el mundo.

Descripción: Son dípteros pequeños (0,5–6 mm) que presentan en una joroba pronunciada, con una coloración varía de negro a castaño y raramente amarillo, naranja, gris pálido o blanquecino (Brown, 2012).

Biología: Son insectos que se alimenten de materia orgánica en descomposición (Brown, 2012). Parecen que estos insectos preferir correr en lugar de volar (Gillott, 2005).

Distribución en Chimborazo: Estos insectos están presentes desde los 3239 hasta los 3505 msnm. En Chimborazo se encuentran en San Francisco de Cunuguachay, Majipamba, El Troje, Ocpote y Achullay.



Phoridae

Ilustración 41 Phoridae encontrado en el campo

6.3.2. Tachinidae

La familia más importante de moscas parasitoides usadas en control biológico (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). La segunda familia más grande de Diptera (Gillott, 2005).

Descripción: Son insectos que presentan una forma variada con cuerpo que va de pequeño a grande (2-22 mm), muchas especies con cerdas fuertes y abundantes, tórax con dos cerdas notopleurales, cerdas merales presentes, presentan un subescutelo bien desarrollado.

Biología: Es un grupo de insectos muy valorado por los seres humanos, debido a que los estadios larvarios son parásitos de otros insectos, y muchas especies ayudan a mantener bajas las poblaciones de los insectos que son plagas en los cultivos (Triplehorn & Johnson, 2005). Un huevo es depositado directamente en el cuerpo de la larva (Gillott, 2005). En quinua estos dípteros fueron encontrados parasitando larvas de Gelechiidae.

Distribución en Chimborazo: Estos insectos están presentes desde los 3130 hasta los 3520 msnm.

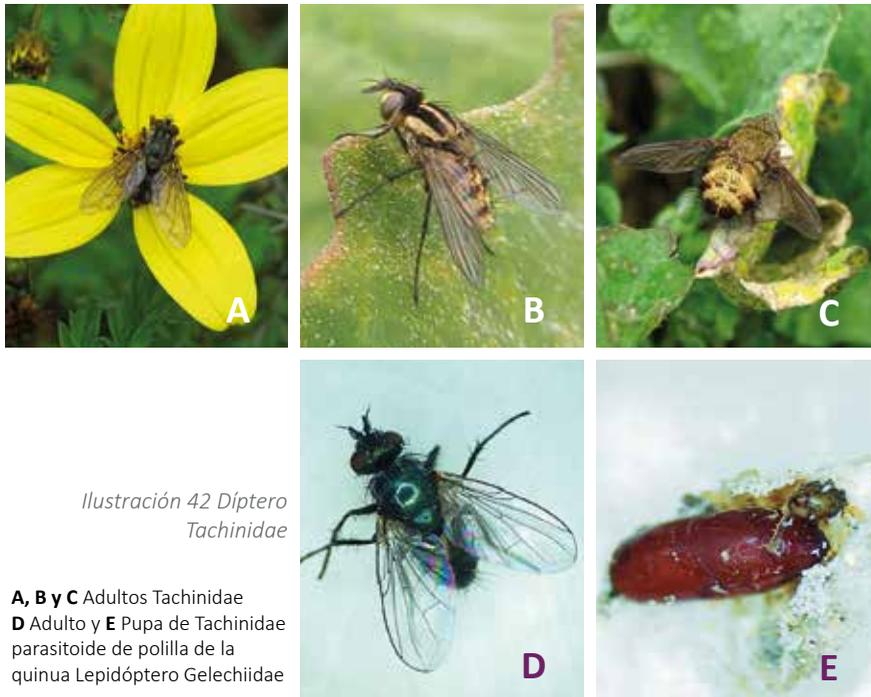


Ilustración 42 Díptero
Tachinidae

A, B y C Adultos Tachinidae
D Adulto y **E** Pupa de Tachinidae
parasitoide de polilla de la
quinua Lepidóptero Gelechiidae

6.3.3. Syrphidae

Se les conoce como las moscas flotantes, es una familia con muchas especies y que pueden vivir en muchos tipos de hábitats (Triplehorn & Johnson, 2005).

Descripción: Estos dípteros son de colores brillantes, a menudo rayados, y en muchos casos imitando a las abejas o avispas (Gillott, 2005).

Biología: La mayoría de larvas de especies de esta familia son depredadoras de hemípteros como escamas (Pseudococcidae), mosca blanca (Aleyrodidae), y pulgones (Aphididae) (Hem.); adicionalmente pueden alimentarse de larvas de lepidópteros y moscas adultas pequeñas (Diptera) (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). Los adultos se van a alimentar del néctar de las flores (Gillott, 2005) y pueden ser polinizadores.

Distribución en Chimborazo: Son insectos polinizadores están presentes desde los 3172 hasta los 3520 msnm.



Ilustración 43 Syrphidae polinizadores atrapados con trampas amarillas.

6.4. HYMENOPTERA

6.4.1. Apidae

Es un importante grupo de insectos polinizadores, aquí encontramos a la abeja melífera, a la abeja sin aguijón, a los abejorros.

Descripción: Se los puede encontrar de tamaño pequeño a grande, 6-25 mm, con las alas anteriores con la segunda celda submarginal del mismo tamaño que la primera o más grande, o bien con una o ninguna celda submarginal, además presentan corbículas bien desarrolladas en las patas posteriores, para el transporte de polen y otros materiales, no presentan espinas tibiales (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

Biología: En esta familia muchas de las especies son solitarias, mientras que otras presentan diferentes grados de organización social (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). Encontramos algunas especies que son parásitas o cleptoparásitas (Gillott, 2005).

Distribución: Estos insectos están presentes desde los 3130 hasta los 3520 msnm.



Ilustración 44 Abejas polinizadoras capturadas con platos amarillos.

6.4.2. Braconidae

Son importantes agentes de control biológico (Gillott, 2005). En cuanto a número de especies es considerada la segunda familia del orden Hymenoptera.

Descripción: El tamaño de estos insectos varía desde 1 hasta 30 mm, siendo la mayoría de las especies más bien pequeña (Wharton et al., 1997). Se parecen a Ichneumonidae porque carecen de una célula costal, pero difieren en que el segundo y tercer terguito metasomático están fusionados (Triplehorn & Johnson, 2005). Muestra variación en la coloración, son marrones o negros, o con colores llamativos, presentan antenas filiformes, rara vez geniculadas, aserradas o clavadas, con 14 o más flagelómeros, con la esquina superior del pronoto casi tocando la tegula (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

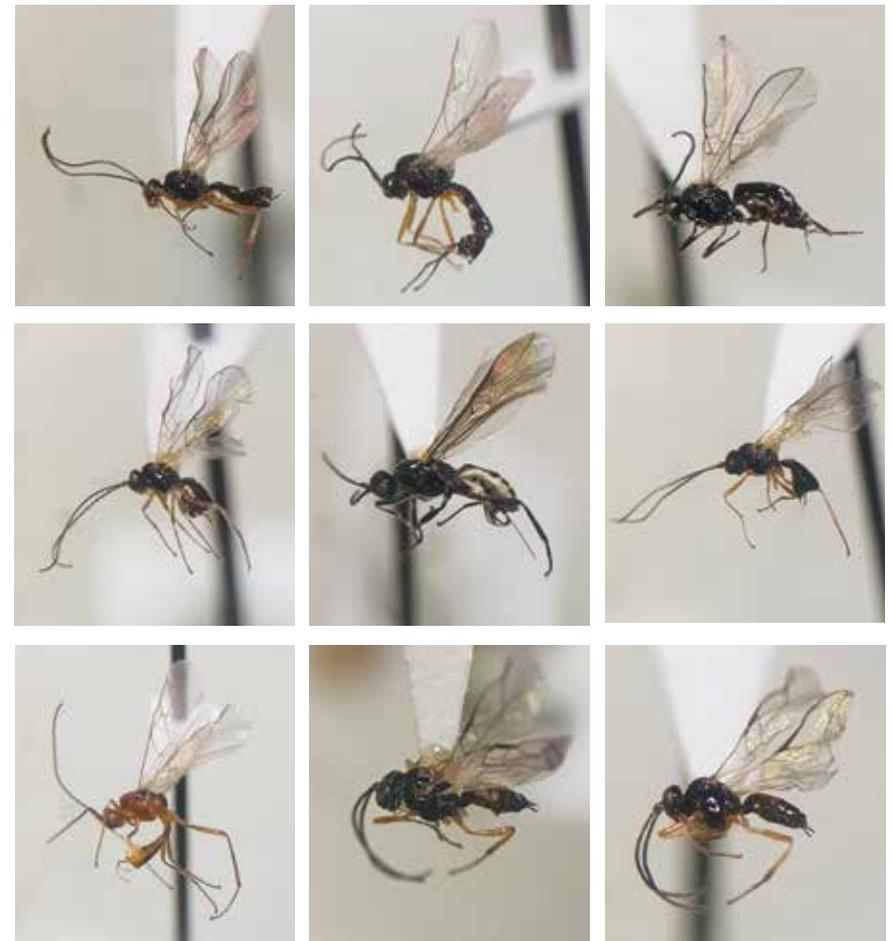




Ilustración 45 Braconidae encontrado en el campo

6.4.3. Halictidae

Es la segunda familia más grande de Hymenoptera (Danforth et al., 2013). Muchas especies son importantes polinizadores de plantas (Triplehorn & Johnson, 2005).

Descripción: Los himenopteros que van de tamaño pequeño a moderado, a menudo de color metálico, y por lo general pueden ser reconocido por el primer segmento libre fuertemente arqueado de la vena medial (Triplehorn & Johnson, 2005).

Biología: La mayoría de especies de esta familia hace sus madrigueras para anidar en el suelo, donde el túnel principal suele ser vertical, con túneles laterales que se van ramificando y cada uno terminando en un solo celda (Triplehorn & Johnson, 2005). La mayoría de especies son hospederos generalistas de plantas (Danforth et al., 2013). Son conocidos por la gran diversidad de comportamientos sociales que incluyen abejas solitarias, asociaciones comunales, eusociales y comunales entre hembras adultas (Schwarz et al., 2007). Muchas de estas abejas a menudo anidan muy juntas, y muchas abejas pueden usar el mismo pasadizo para moverse al exterior (Triplehorn & Johnson, 2005).

Distribución en Chimborazo: Estos insectos están presentes desde los 3130 hasta los 3520 msnm.



Ilustración 46 Halictidae encontrado en el campo



Ilustración 47 Ichneumonidae encontrado en el campo

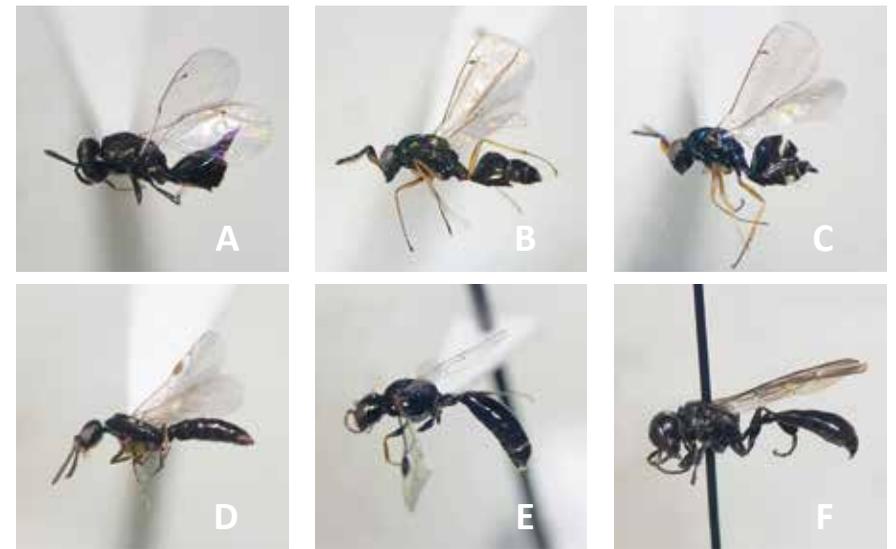


Ilustración 48 Otras familias de Hymenopteras

A, B y C: Chalcidoidea; **D, E y F** Crabronidae

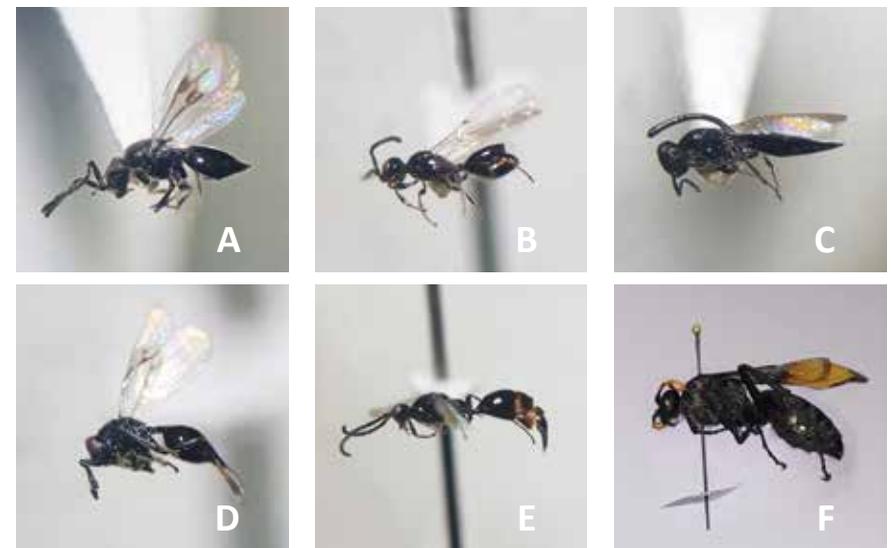


Ilustración 49 Otros Hymenopteros

A Megaspilidae; **B** Diapriidae; **C** Platygasteridae; **D** Pteromalidae; **E** Proctotrupidae; **F** Pompilidae

6.4.5. Formicidae

Descripción: De tamaño variable (0,5-30 mm), a menudo de colores oscuros, con antenas acodadas, con el primer segmento muy largo; con el primer y a veces también segundo segmento del gaster abdomen constreñido, además presentan con un nódulo o pecíolo (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

Biología: Las hormigas cumplen varias funciones ecológicas en los ecosistemas como carroñeras, depredadoras, dispersoras de semillas, herbívoras y mutualistas; además contribuyen al reciclaje de nutrientes, así como también forman parte de la cadena alimenticia (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). Son insectos sociales con unas pocas especies de hormigas que son solitaria parasíticas (Gillott, 2005).

Distribución: Estos insectos están presentes desde los 3130 hasta los 3337 msnm.



Ilustración 50 Formicidae encontrado en el campo

6.5. NEUROPTERA

Es un grupo de insectos que presentan dos pares de alas de textura membranosa en las que se observan múltiples nervaduras formando una red (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018). La mayoría es especies de este orden son depredadoras.

6.5.1. Chrysopidae

Es la segunda familia más grande del orden (Triplehorn & Johnson, 2005). Son insectos que se alimentan de diversas plagas de cultivos, principalmente ácaros, huevos de mariposa y pulgones (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

Descripción morfológica: La mayoría de los adultos son verdosos, con ojos cobrizos (Triplehorn & Johnson, 2005), Sus huevos pueden ser fácilmente reconocibles, debido a que están adheridos a la superficie a través de un filamento, muy parecidos a alfileres (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

Biología: Son depredadores de otros insectos. La voracidad mostrada por las larvas las presentan como uno de los organismos más usados en cultivos agrícolas para control biológico (Oswald, 2003). En quinua estos insectos fueron observados de larvas de Gelechiidae.

Distribución: Estos insectos están presentes desde los 3268 hasta los 3414 msnm.



A Larva; B Adulto Chrysopidae

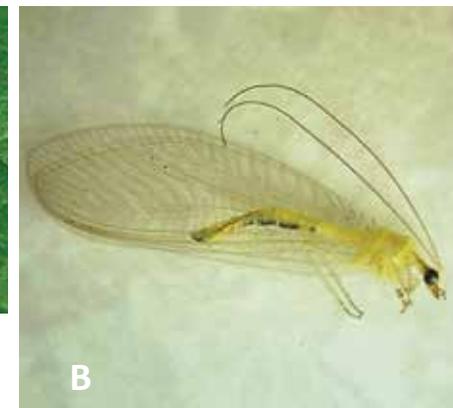


Ilustración 51 Crisopa - Neuroptera Chrysopidae depredador de Gelechiidae.

6.5.2. Hemerobiidae

Estos neurópteros tienen una amplia distribución en el mundo y se las conoce comúnmente como crisopas pardas.

Descripción: Son insectos pequeños a medianos, presentan tonalidades que van de pardas a pálidas, de coloración muy similar a la de la hojarasca, algunas con manchas en las alas, estas las utilizan a manera de encaje y las pliegan sobre el abdomen como si fuera un tejado (Triplehorn & Johnson, 2005).

Biología: Tanto las larvas como los adultos de estas crisopas son depredadores generalistas. Tienen metamorfosis completa.

Distribución: Estos insectos están presentes desde los 3177 hasta los 3414 msnm en toda la zona quinuera.

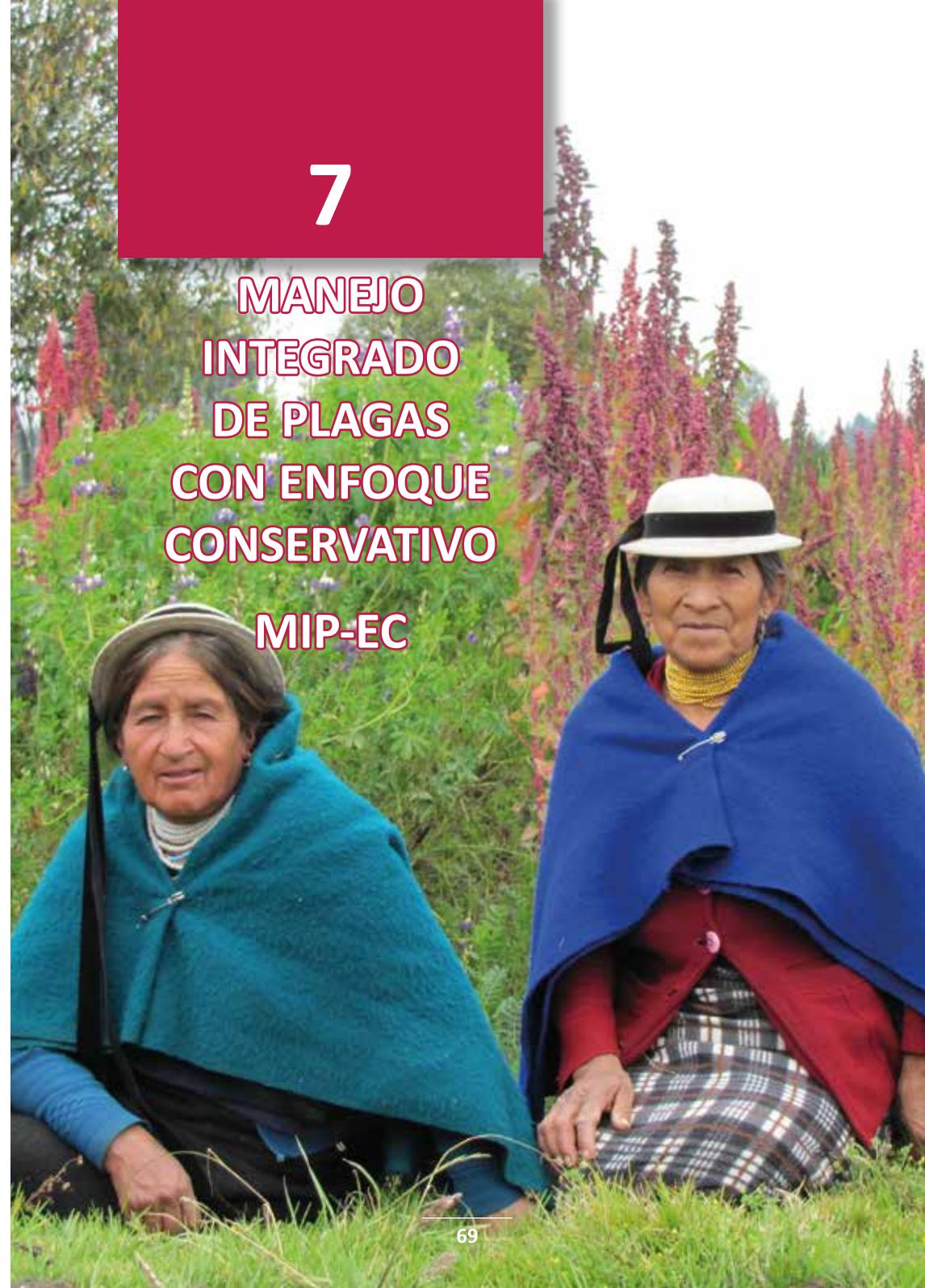


Ilustración 52 Leones de los pulgones - Neuroptera - Hemerobiidae depredadores capturados con platos amarillos.

A Larva; B Adulto

7

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS CON ENFOQUE CONSERVATIVO MIP-EC



El MIP-EC se plantea como una estrategia a seguir para el *Sistema de Cultivo de la Quinoa en Chimborazo*, aprovechando la capacidad que ha demostrado el agroecosistema para mantener los insectos benéficos que apoyan en la polinización y el control natural de insectos plaga en el cultivo.

Esta diversidad de insectos benéficos se debe en gran parte a que las familias de Chimborazo manejan de forma orgánica el cultivo de quinoa desde antes de 1998. El MIP-EC que se ha evaluado durante el PCV busca promover los siguientes componentes:

- **Control Biológico Conservativo:** Se lo realiza promoviendo una adecuada diversidad local de microorganismos entomopatógenos del suelo y de insectos parasitoides y depredadores con el apoyo de diversas prácticas de manejo cultural del cultivo. Además de promover la diversidad local de los controladores biológicos, en ciertas condiciones es necesario combinarlo con el control biológico inundativo con la distribución de parasitoides criados en laboratorio como *Aphidius* y *Trichogramma*, así como de aplicar productos comerciales de entomopatógenos con cepas de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.
- **Control Cultural:** Esto se logra mediante prácticas en el Sistema de Cultivo de la Quinoa como la asociación y rotación de cultivos, el uso de coberturas verdes y la siembra en franjas o en el contorno de la parcela de plantas atrayentes (incluye las plantas adventicias) de insectos benéficos o repelentes de plagas.

Actualmente gracias al trabajo del PCV y de aliados de la MTQ-Ch como el INIAP, se han validado sistemas de asocio con haba y chocho, así como el uso de vicia como cobertura verde.

Las plantas atrayentes se pueden manejar en franjas con especies adventicias como el Nabo (crucífera) cuya flor amarilla atrae a diversos insectos benéficos. Además las hojas de esta planta sirven para la alimentación familiar y de animales de granja y, en el periodo de cosecha de la quinoa, las aves prefieren comer las semillas de Nabo a las de la quinoa.

- **Control con Biopesticidas:** El uso de extractos de plantas como repelentes e insecticidas, así como de otros productos de acuerdo a la normativa orgánica nacional e internacional, hace parte del MIP-EC como una de las opciones para mantener baja la incidencia y severidad de los insectos fitófagos.

Este tipo de control depende de un temprano y adecuado monitoreo para actuar de manera oportuna, considerando que en el sistema de producción orgánica, los biopesticidas que se utilizan no tienen una acción inmediata, por lo que el tiempo o el umbral de acción es limitado y las aplicaciones deben ser oportunas antes que las poblaciones de insectos plaga dañen al cultivo de tal forma que se supere el umbral de daño económico.

- **Control etológico:** En conjunto con GDETERRA-ESPOCH y la PUCE se han validado varios métodos de trapeo como el uso de trampas de caída, atrayentes cromáticos, cebos, entre otros, para el manejo de los grupos insectos plaga más representativos en el sistema de cultivo de la quinoa que se consolidaron en un esquema MIP-EC.

Para aplicar el MIP-EC es importante las labores de monitoreo permanente. Esto permite activar mecanismos de alerta y respuesta temprana frente a los efectos de los insectos fitófagos.

Cada uno de los controles explicados arriba han pasado por el siguiente proceso:

- Prospección,
- Validación participativa,
- Adopción por parte de los Sistemas Internos de Control de las comercializadoras de Chimborazo y,
- Difusión entre los productores.

A este proceso es importante que se establezca un proceso de evaluación e investigación de manera permanente.

7.1. TÉCNICAS DE MUESTREO DE INSECTOS

Durante el estudio realizado se validaron y adaptaron algunas técnicas de muestreo que también son útiles para controlar algunos insectos fitófagos y con ciertas modificaciones para atraer insectos benéficos.

Es importante que en las comunidades quinueras se pueda instalar algunas "Estaciones Fitosanitarias" en parcelas que sean representativas. En estas, técnicos, líderes comunitarios, Sensores Fitosanitarios Comunitarios y los técnicos de AGROCALIDAD, pueden verificar los niveles de incidencia y de severidad de algunos de los insectos fitófagos, así como constatar la presencia de insectos benéficos.

7.1.1. Trampas

Se distribuyen entre las plantas al interior de la parcela que se seleccionó como Estación Fitosanitaria evitando los bordes de las parcelas.

- **Trampa de plato amarillo:** Se utilizan dos platos de espuma flex de color amarillo. Un plato sirve como soporte para el segundo plato el cual se llena con una solución de agua y jabón. Se colocan a 40 cm del suelo sobre una estaca de madera. Sirven para monitorear la presencia de insectos benéficos del orden Hymenoptera y Diptera (polinizadores, depredadores y parasitoides). En cada Estación Fitosanitaria se colocan dos trampas por tres días al cabo de los cuales se inspecciona.
- **Trampas de caída (pitfall):** Para estas trampas se utilizan tarrinas de plástico de 500 cc. Se entierran de manera que la boca de la tarrina quede a nivel del suelo con la finalidad de capturar insectos del orden coleóptera y larvas de algunos Lepidópteras. Para las labores de muestreo se colocan dos trampas por cada Estación Fitosanitaria durante 7 días. En estas trampas se coloca una solución de agua con jabón o agua con melaza. Si no se cuenta con melaza se puede derretir panela.



Ilustración 53 Trampas de plato amarillo colocadas en el campo. Trampa de caída - (pitfall)

- **Trampas monocromáticas:** Las trampas monocromáticas consisten en un plástico de color amarillo o azul al que se le añade un pegante que podría ser aceite quemado. Sirven para capturar insectos voladores, como pulgones, minadores y trips. La altura de las trampas depende del tamaño de las plantas de quinua. Se recomienda que la trampa sobrepase en 10 o 15 cm la altura de plantas se evita atrapar insectos benéficos.

Las trampas de color amarillo funcionan mejor para capturar individuos del Orden Diptera, Hymenoptera y Hemiptera. Las trampas azules funcionan mejor para la captura de Thysanoptera y algunos Diptera. Para las labores de monitoreo de instala una trampa de cada color la Estación Fitosanitaria por un periodo de 7 días. Las revisiones se realizan cada 72 horas.



Ilustración 54 Trampas monocromáticas instaladas en una Estación Fitosanitaria

7.1.2. Muestreo aleatorio de insectos.

- **Inspección visual:** Consiste en realizar un recorrido en forma de zigzag por toda la Estación Fitosanitaria durante 20 min, con la finalidad de observar insectos fitófagos o benéficos que estén presentes en las diferentes partes de la planta: Base del tallo, hojas, panojas. Es importante que el observador cuente con una lupa para poder observar huevos, larvas o insectos muy pequeños.



Ilustración 55 Inspección visual

- **Pasada de red entomológica:** Con la ayuda de una red entomológica se recorre en franjas toda la Estación Fitosanitaria, de esta manera se capturan insectos voladores y entomofauna en general.



Ilustración 56 Muestreo con red entomológica

7.1.3. Muestreo destructivo de la planta y del pan de suelo

- **Muestreo de la planta:** Se toman tres plantas de Quinua al azar por Estación Fitosanitaria. Las muestras se guardan en fundas de plástico de color negro de 40 x 60 cm. Cada muestra debe ser etiquetadas con información referente al lugar y fecha de colecta.

No se deben tomar las plantas de los primeros surcos o del contorno de la parcela para evitar el efecto de borde.



Ilustración 57 Muestreo de plantas

- **Muestreo de pan de suelo:** El pan de suelo se toma de la base y área circundante de las tres plantas que fueron tomadas para realizar el análisis destructivo. Para esto se debe tomar el suelo que se encuentra en un radio de 10 cm en la rizosfera (área de raíces) de planta. Aproximadamente se toma 1 Kg. de suelo. Las muestras se deben empacar en fundas debidamente etiquetadas.



Ilustración 58 Muestro de pan de suelo



Ilustración 59 Larvas

A Larva de Gusano Alambre Coleoptera - Elateridae; B, C y D Larvas de Lepidoptera- Noctuidae

8

MÉTODOS PARA EL MANEJO INTEGRAL DE PLAGAS CON ENFOQUE CONSERVATIVO MIP-EC



8.1. CEBOS: CONTROL ETOLÓGICO

- **Preparación:** Se mezcla avena o afrechos de harina y melaza hasta armar una bola del tamaño de un puño. Si no se cuenta con melaza, disolver una panela en dos litros de agua. Se puede adicionar a la mezcla algún producto con *Beauveria bassiana* para control de insectos.
- **Uso:** Atraen insectos fitófagos del suelo como las larvas de gusano de la semilla (*Delia platura*) y larvas de gusano alambre (*Agriotes spp*).
- **Localización:** Se distribuyen uniformemente en la parcela, enterrados a máximo 10 cm de profundidad y señalizándolos para facilitar la localización. Se pueden colocar en conjunto con las trampas de caída.
- **Monitoreo:** Al cabo de 5 a 7 días se desentierran para extraer las larvas y hacer el control. Es importante retirar y renovar el cebo cada siete días.
- **Fase Cultivo:** Antes de la siembra (septiembre) Germinación (octubre)
Dos – 4 hojas verdaderas (noviembre)
- **Cantidad:** 10 para 5000 m²

8.2. TRAMPA AÉREA CON PLATOS AMARILLOS: CONTROL ETOLÓGICO

- **Preparación:** Elaboradas con dos platos desechables amarillos con capacidad para medio litro puestos sobre una tira de madera a una altura de 40 cm del suelo. Un plato se ancla a la tira y sirve como contenedor del segundo plato, en el que se vierte alrededor de un cuarto de litro de agua con jabón (deja jabón azul).
- **Uso:** Puede controlar algunos insectos plaga, pero se usan principalmente para el monitoreo de insectos benéficos como polinizadores, depredadores y parasitoides. Se deben instalar en la parcela sólo para monitoreo, por un tiempo no mayor a 2 semanas.
- **Localización:** La parcela se divide imaginariamente en dos y se ubican al centro de cada una de las divisiones.

- **Monitoreo:** Cada 72 horas se realiza una inspección y se cambia el agua con jabón.
- **Fase Cultivo**
Germinación (octubre)
Ramificación (enero)
Floración (febrero-marzo)
- **Cantidad:** 2 para 5000 m²

8.3. TRAMPA DE CAÍDA: CONTROL ETOLÓGICO

- **Preparación:** Son de dos tipos.
- **Tipo1:** En tarrinas de 500 cc se pone la mitad de la solución de agua con melaza o panela diluida.
- **Uso:** Atrapar insectos plaga del suelo como los adultos del Gusano de la raíz o Callamotos y elatéridos. Capturar larvas y adultos de Lepidoptera (Cortadores, defoliadores y barrenadores).
- **Tipo2:** En tarrinas de 1 litro se pone unos trozos de hojas de col y un ¼ de litro de solución de agua con melaza más espeso que la anterior.
- **Uso:** Capturar larvas y adultos de Lepidoptera (Cortadores, defoliadores y barrenadores).
- **Localización:** Se distribuyen uniformemente en la parcela dejando la boca de la tarrina a ras del suelo y señalizándolas para facilitar la localización. Se pueden colocar en conjunto con los cebos.
- **Monitoreo:** Cada 7 días se deben revisar y reemplazar.
- **Fase Cultivo:**
Después de preparar el terreno, antes de la siembra (septiembre)
Germinación (octubre)
Grano pastoso (mayo)
- **Cantidad:** 20 para 5000 m²

8.4. TRAMPAS CROMÁTICAS AMARILLAS: CONTROL ETOLÓGICO

- **Preparación:** Rectángulos de plástico amarillo de 35 cm x 50 cm colocados a 30 cm sobre el suelo con el apoyo de dos estacas. Se recubre con aceite por ambas caras o un material adhesivo (BIO-TAC).
- **Uso:** Atrapan insectos voladores, como pulgones, minadores, polillas, chicharritas o salta hojas (cicadélidos) y trips,
- **Localización:** Se distribuyen uniformemente en el contorno de la parcela. Los plásticos siempre deben quedar de 10 a 15 cm sobre las plantas, para evitar que capturar insectos benéficos.
- **Monitoreo:** Cada 7 días se revisan y reemplazar si es necesario.
- **Fase Cultivo:**
Germinación (octubre)
6 hojas verdaderas (diciembre)
- **Cantidad:** 8 para 5000 m²

8.5. ATRAYENTE CROMÁTICO AMARILLO: CONTROL BIOLÓGICO CONSERVATIVO

- **Preparación:** Rectángulos de plástico amarillo de 35 cm x 50 cm colocados a 30 cm sobre el suelo con el apoyo de dos estacas. Sin material adhesivo
- **Uso:** Atraer insectos benéficos como polinizadores y parasitoides de los órdenes Hymenoptera y Diptera y algunos depredadores del orden Neuroptera (Crisopas o león de áfidos)
- **Localización:** Se distribuyen uniformemente para lo cual se divide imaginariamente la parcela en 8 y se instalan en el centro de una de las partes.
- **Monitoreo:** De manera indirecta se puede monitorear con la red entomológica para comprobar la existencia de los insectos benéficos en la parcela.
- **Fase Cultivo:**
En floración (febrero)
- **Cantidad:** 8 para 5000 m²

8.6. FRANJAS DE PLANTAS ATRAYENTES HERBÁCEAS O ARBUSTIVAS: CONTROL BIOLÓGICO CONSERVATIVO

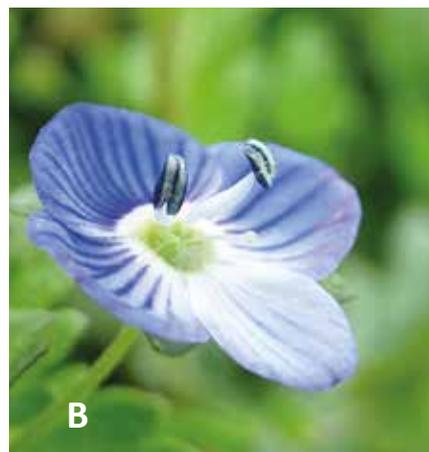
- **Preparación:** Se siembra o se mantienen plantas con flores amarillas como manzanilla, lupino, nabo chino o de flores de otros colores como la malva. Las gramíneas como el centeno también pueden ayudar a atraer insectos.
- **Uso:** Atraer y alimentar insectos benéficos, depredadores, parasitoides y polinizadores naturales presentes en el Agroecosistema.
- **Localización:** Sembrados al contorno de la parcela de la quinua el mismo día de la siembra de quinua. También se pueden usar arbustos como lupino y la malva sembrarlos cada 2 metros en los linderos.
- **Monitoreo:** Monitoreo visual y con la ayuda de la red entomológica comprobar la existencia de los insectos benéficos en la parcela.
- **Fase Cultivo:**
Siembra (octubre)
- **Cantidad:**
Nabo chino/Nabo Silvestre: 0,25 libras
Centeno: 3 libras
Manzanilla: 1 libra
Lupino: 50 plantas
Malva: 50 plantas

8.7. SIEMBRA CULTIVOS DE COBERTURA: CONTROL CULTURAL

Los cultivos de cobertura pueden ser temporales o permanentes, sembrados solos o en asociación con otras plantas de forma intercalada, en relevo o en rotación. En el sistema de cultivo de la quinua se utilizan generalmente la vicia forrajera, la avena forrajera y a través del programa se ha manejado el centeno.



A



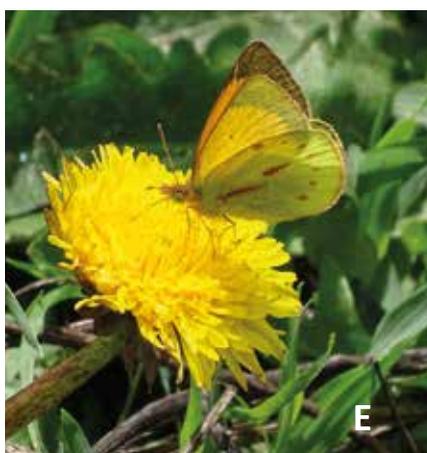
B



C



D



E



F



G



H



I



J

Ilustración 60 Plantas atrayentes

ARVENSES ADVENTICIAS

A Brassicaceae; **B** Golondrina - *Veronica peregrina*; **C** Nabo - *Brassica rapa*; **D** Trébol Blanco - *Trifolium repens*; **E** Taraxaco - *Taraxacum officinale*; **F** Culantrillo Serrano - *Tagetes elliptica*; **G** Capachita o Zapatitos - *Calceolaria* spp; **H** Caumal - *Lupinus pubescens*

ARBUSTIVAS PARA CERCAS VIVAS

I Malva - *Malva arborea*; **J** Ruda - *Ruta graveolens*

Tabla 1 Cultivos de Cobertura

	Vicia Forrajera (<i>Vicia sativa</i>)	Avena Forrajera (<i>Avena sativa</i>)	Centeno o trigo de año (<i>Secale cereale</i>)
Sistemas de siembra	Asociación para forraje de corte: 50 lb de vicia x 100 lb de avena o de centeno por hectárea.		
	Producción de semilla siembra en mezcla: 80lb de Vicia y 20lb de avena o de centeno por hectárea		
	Siembra intercalada en el aporque del cultivo de quinua en la etapa de ramificación hasta inicio de panojamiento. Localizada al fondo del surco en terrenos pendientes o al medio del surco en terrenos planos. Dosis 100 lb semilla de vicia//ha.	Monocultivo: Dosis 100 lb de avena/ha o 200 lb de centeno/ha	Siembra en linderos como protección de heladas o franja de amortiguamiento de 50 cm de ancho.
Alimentación de la Familia	Mantenimiento de animales para producción de leche y carne		Producción de harinas
Control de plagas y enfermedades	En rotación con quinua para cortar el ciclo de plagas y enfermedades. La vicia siempre sembrada en asocio con avena o centeno.		
	Las flores atraen insectos benéficos polinizadores y parasitoides	Efecto positivo sobre la recuperación de la sanidad del suelo al suprimir la población de patógenos	
Control de malezas	Evita el desarrollo de malezas en el surco cuando se siembra intercalada con quinua.	Roladas para labranza mínima controlan a emergencia de malezas	
Forraje	Avena y centeno para forraje de corte, pastoreo o ensilaje solas o en mezcla con vicia. El corte no debe ser menor a los 7cm del suelo para facilitar el rebrote.		
	Pastoreo después de cosecha de quinua cuando la vicia se sembró intercalada.	El primer corte se puede realizar cuando alcanzan una altura de 40 cm.	El centeno se debe cortar antes de la floración para que sea agradable para los animales evitando las espigas.

	Vicia Forrajera (<i>Vicia sativa</i>)	Avena Forrajera (<i>Avena sativa</i>)	Centeno o trigo de año (<i>Secale cereale</i>)
Abonamiento	Forma nódulos en raíces en asocio con bacterias benéficas para fijar nitrógeno del aire en el suelo	Por el alto contenido de materia seca mejoran la relación carbono nitrógeno en el suelo	
			Alta capacidad para promover el desarrollo de hongos benéficos en suelo que liberan el fósforo.
Conservación del suelo y agua	Coberturas para rolar en el sistema de siembra de labranza mínima permiten una cobertura del suelo para evitar erosión por acción del viento y las lluvias intensas		
	Relación C/N baja	Relación C/N alta	Relación C/N muy alta
	Duración máxima como cobertura: 30 días con el 60% de cobertura	Duración máxima como cobertura: 60 días con el 100% de cobertura	Duración máxima como cobertura: 90 días con el 100% de cobertura
	Rolar en floración antes de la formación de semillas	Rolar en grano lechoso.	Rolar a plena floración.
		El sistema radicular fasciculado o en forma de cabellos mejora la estructura de suelo, lo que permite mayor aireación del suelo y mejora la capacidad de infiltración y retención del agua	
Abono Verde	Asociadas se incorporan al suelo en la fase de prefloración un mes antes de la siembra de quinua. De preferencia incorporar con arado de yunta, cincel o rastra		
Adaptación y tolerancia	Suelos neutros o ligeramente alcalinos	Suelos ácidos a ligeramente alcalinos	Suelos ligeramente ácidos y poco fértiles.
	No tolera heladas	Tolera heladas y nubosidad	Tolerante a heladas
	Necesita humedad en el suelo para su establecimiento, pero después soporta sequías	Moderadamente a la sequía	Sequías prolongadas



Ilustración 61 Sistemas de cultivos de cobertura

- A** Siembra de vicia y avena para forraje de corte, ensilaje o abono verde
- B** Vicia intercalada con quinua
- C** Rolado de centeno

8.8. SIEMBRA DE MATERIAL SELECCIONADO: CONTROL CULTURAL

En la provincia se utiliza un ecotipo de quinua fruto de la selección de las familias productoras y que presenta algunas características deseables como la adaptación al agroecosistema y la tolerancia a plagas y enfermedades. Sin embargo, este material también tiene desventajas como el bajo rendimiento y su largo y heterogéneo periodo vegetativo (en promedio más de 270 días de germinación a cosecha y plantas que maduran entre 190 y 290 días de germinación a cosecha en una misma parcela), lo que incrementa los costos de la mano de obra para los procesos de cosecha y poscosecha, así como la exposición a riesgos climáticos como las lluvias fuera de temporada. Esto último a su vez eleva las probabilidades de "acame", la contaminación con Micotoxinas fruto del crecimiento de hongos en el grano no cosechado y la germinación del grano en la panoja.

En 2018 el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos PRONALEG-GA del INIAP con el apoyo del PCV y la MTQ-Ch, dirigió mejoramiento por selección masal positiva para caracterizar y uniformizar la quinua Ecotipo "Chimborazo" en características como el ciclo de cultivo, maduración homogénea y color de panoja y altura de planta, con los fines de mejorar el rendimiento, facilitar la cosecha y poscosecha, reducir el ciclo del cultivo.

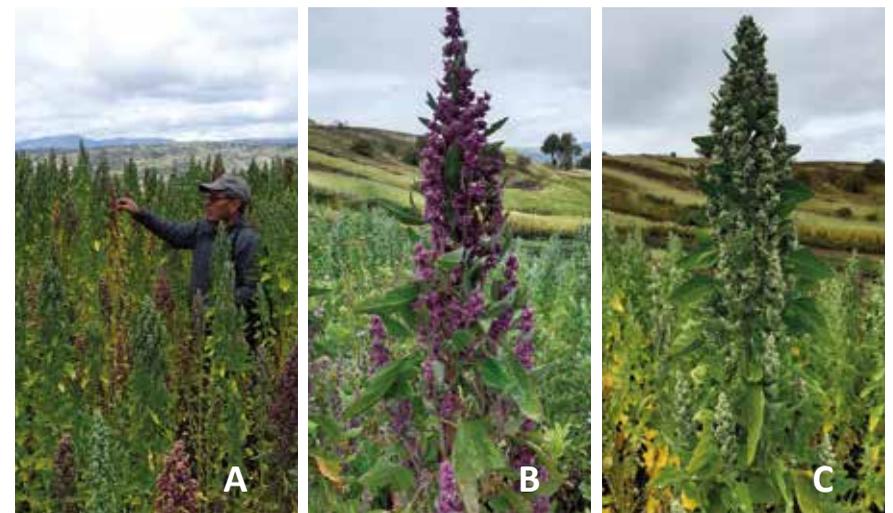


Ilustración 62 Ecotipos de Quinua Chimborazo

- A** Tradicional; **B** Rojo; **C** Verde
- Asociación de Producción Agropecuaria Lupaxi Central ASOPROLUCE, Santiago de Quito- Colta

Tabla 2 Rendimiento Ecotipos de Quinua Chimborazo en Varias Localidades

Provincia	Localidad	Año	Ecotipo Chimborazo		Ecotipo "Rojo Chimborazo"		Ecotipo "Verde Chimborazo"	
			Rendimiento (kg/ha)	Diferencia (%)	Rendimiento (kg/ha)	Diferencia (%)	Rendimiento (kg/ha)	Diferencia (%)
Pichincha	EESC INIAP*	2020	2246		3012	34%	3243	44%
Pichincha	EESC INIAP	2021	1421		1876	32%	1057	-26%
Chimborazo	San Francisco**	2020	1261		1355	7%	1362	8%
Chimborazo	San Francisco	2021	987		1785	81%	1657	68%
Chimborazo	Majipamba***	2020	1285		974	-24%	1876	46%
Chimborazo	Lupaxi Central****	2021	478		871	82%	1041	118%
Promedio			1279		1645	29%	1706	33%

*Estación Experimental Santa Catalina del INIAP- Mejía.

** Asociación los Quinueros de San Francisco- Calpi, Riobamba

*** Grupo de la Corporación Integral Solidaria Sumak Tarpuy- Sicalpa, Colta

**** Asociación de Producción Agropecuaria Lupaxi central ASOPROLUCE- Santiago de Quito, Colta

Fuente: (Murillo et al., 2022)

Tabla 3 Características Morfológicas y Agronómicas de los Ecotipos de Quinua Chimborazo.

CARÁCTER	Ecotipo Chimborazo		Ecotipo "Rojo Chimborazo"		Ecotipo "Verde Chimborazo"	
	Ramificado hasta el segundo tercio	Cilíndrico y Anguloso	Ramificado hasta el segundo tercio	Cilíndrico	Ramificado hasta el segundo tercio	Anguloso
Hábito de Crecimiento						
Formal del tallo	Púrpura y Verde	Ausencia y Presencia	Púrpura	Ausencia	Púrpura	Verde
Axilas en el tallo	Triangular	8,1 - 8,8	8,2 - 8,9	Triangular	7,5 - 8,0	Presencia
Forma de la hoja	6,4- 7,2	6,4- 7,2	6,0- 6,3	6,0- 6,3	6,0- 6,2	Triangular
Tamaño hoja (cm)	Dentado	Dentado	Dentado	Dentado	Dentado	7,5 - 8,0
Ancho del la hoja (cm)	Púrpura, Verde y Roja	Púrpura, Verde y Roja	Púrpura	Púrpura	Verde	6,0- 6,2
Borde de la hoja	17,4 - 33,5	17,4 - 33,5	14 - 31,0	14 - 31,0	15 - 33,2	7,5 - 8,0
Color de planta joven (floración)	Glomerulada	Glomerulada	Glomerulada	Glomerulada	Glomerulada	6,0- 6,2
Tamaño de la panoja (cm)	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Dentado
Tipo de panoja	Mediano 2,1 - 2,2	Mediano 2,1 - 2,2	Mediano 2,1 - 2,2	Mediano 2,1 - 2,2	Mediano 2,1 - 2,2	Verde
Color del grano seco	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico	15 - 33,2
Tamaño del grano (mm)	75,0 - 164,8	75,0 - 164,8	92,2 - 153,6	92,2 - 153,6	88,0 - 145	Glomerulada
Forma del grano	110 - 120	110 - 120	90 - 99	90 - 99	100 - 110	Blanco
Altura de la planta (cm)	209 - 236	209 - 236	196 - 235	196 - 235	125 - 240	Mediano 2,1 - 2,2
Días a floración	Heterogénea	Heterogénea	Homogénea	Homogénea	Homogénea	Cilíndrico
Días a la cosecha en seco	0 - 3	0 - 3	0 - 2	0 - 2	0 - 5	88,0 - 145
Maduración	283 - 2479	283 - 2479	402 - 3118	402 - 3118	679 - 3580	100 - 110
Acame %	2,93 - 2,98	2,93 - 2,98	3,29 - 3,38	3,29 - 3,38	3,01 - 3,03	125 - 240
Rendimiento (kg/ha)	69 - 70	69 - 70	69 - 71	69 - 71	70 - 72	Glomerulada
peso de 1000 granos (g)	3,5 (Resistente)	3,5 (Resistente)	3,5 (Resistente)	3,5 (Resistente)	3,5 (Resistente)	Blanco
Peso hectolitrico (kgh/l)						Mediano 2,1 - 2,2
Reacción a enfermedades (mildiu)						Cilíndrico

Los productores de la provincia pueden acceder a los materiales seleccionados a través de los grupos de semilleras campesinos
Fuente: (Murillo et al., 2022)

8.9. ASOCIACIÓN Y ROTACIÓN DE CULTIVOS: CONTROL CULTURAL

La asociación es la siembra de 2 o más cultivos de diferente tipo en un mismo terreno y al mismo tiempo. La Quinua es una especie que tiene una baja capacidad para realizar simbiosis con micorrizas en el suelo (Ocampo et al., 1980). Por eso es importante sembrarla asociada con otros cultivos y que se rote regularmente con especies más afines a hacer micorrizas.

8.9.1. Ventajas de la asociación

- Baja los niveles de incidencia y severidad de plagas, enfermedades y hierbas competidoras al cortar sus ciclos de reproducción.
- Mantiene la fertilidad del suelo.
- Diversificación de alimentación de la familia.
- Aprovecha al máximo nutrientes, agua y luz.
- Aprovecha mejor el espacio disponible para aumentar el rendimiento total por hectárea.
- Reducir erosión e infestación de malezas por una cobertura completa.
- Mejora las condiciones microbiológicas del suelo.
- Mantiene relaciones adecuadas de carbono y Nitrógeno en el suelo.

8.9.2. Recomendaciones de asocio quinua con leguminosas:

Con el apoyo de la Unidad de Transferencia de tecnología del INIAP Chimborazo, se evaluó de manera participativa los sistemas de asocio de quinua con leguminosas.

- **Haba variedad Serrana o Chaucha de INIAP:** Zonas altas de cultivo desde los 3300 msnm (desde la Laguna de Colta), suelos Francos, profundos, precipitaciones de más de 850 mm al año y temperaturas promedio máximas inferiores a 15 °C.
- **Chocho de la variedad INIAP 450 Andino:** Zonas bajas hasta los 3300 msnm, suelos arenosos, con menor contenido de materia orgánica, precipitaciones inferiores a 850 mm al año y temperaturas promedio máximas superiores a 15 °C.

Tabla 4 Rendimiento en los Sistemas de Asocio

SISTEMA	Rendimiento qq/ha		
	Chocho	Haba	Quinua
Quinua (3 surcos) y Chocho (1 Surco)	8,06		22,36
Quinua (3 surcos) - Haba (1 Surco)		5,54	22,36
Monocultivo Quinua			21,03

Fuente (Yumisaca, 2022)

Fuente (Yumisaca, 2022)

Tabla 5 Contenido de Nutrientes del Suelo para Sistemas de Asocio y Monocultivo

	N (ppm)	P (ppm)	S (ppm)	K (meq/100g)	B (ppm)	MO (%)
Asocio	85,56	16,69	8,56	0,47	0,39	5,53
Monocultivo	84,89	16,5	8,06	0,46	0,33	5,26
% Incremento	0,79%	1,15%	6,20%	2,17%	18,18%	5,13%

Fuente: (Yumisaca, 2022)

La semilla para los cultivos de asocio debe ser producto de una selección propia debidamente obtenida y documentada en el Diario de Campo o de fuentes semilleras confiables y de acuerdo a la normativa orgánica, validadas para las condiciones de cultivo de la quinua en la provincia de Chimborazo y aprobadas por los Sistemas Internos de Control.

8.9.3. Distancias de siembra quinua en asocio con leguminosas:

La distancia de siembra y el sistema de siembra, sea a chorro continuo o a golpe, se planifican de acuerdo a la pendiente del terreno y a la forma de realizar las labores culturales: Manual o mecanizada.

- Suelos negros en zonas altas desde la Laguna del Colta (Ej.: Achullay, Ocpote, San Martín, Majipamba): 80 - 100 cm entre surco y 40 - 50 cm entre sitios (sistema a golpe)
- Suelos Arenosos/pobres en materia orgánica de zonas bajas (Ej.: Calpi, Flores): 60 - 70 cm entre surco y 30 - 40 cm entre plantas (sistema a golpe).
- Las dos leguminosas se siembran en el sistema de 1 surco de leguminosa por 3 surcos de quinua. Se usan 20 libras de semilla por hectárea.

- La distancia entre plantas de las leguminosas: Chocho 70 cm y haba 40 - 50 cm. (dos semillas x sitio)

Tabla 6 Recomendación de Asociación de Acuerdo a las Condiciones Climáticas Predominantes a lo Largo del Año

Zonas climáticas Homogéneas*	Precipitación nm/año	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Asociación recomendada
1	<850 mm	<5°C	<15°C	Chocho – Haba
2	<850 mm	>5°C	>15°C	Chocho
3	>850 mm	<5°C	<15°C	Haba
4	>850 mm	>5°C	>15°C	Haba

*Zonas Climáticas Homogéneas para la Provincia de Chimborazo- Cultivo de Quinua definidas en el marco del programa Cadenas de Valor con el INAMHI (Tabacundo & Paliz, 2021)

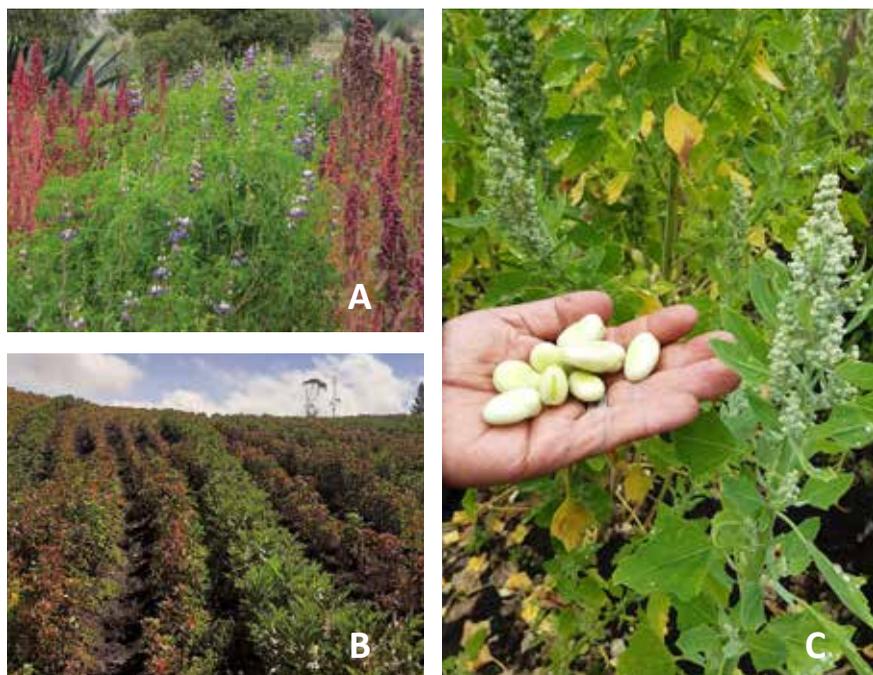


Ilustración 63 Cultivos de asocio

A Quinua- Chocho; B Quinua- Haba; C Cosecha de haba tierna

8.9.4. Rotación de cultivos recomendados para la quinua

La rotación de cultivos en la quinua consiste en alternar con otro tipo de cultivos como las leguminosas, cereales y forrajes. Para programar la rotación de sebo considerar los cultivos tradicionales y que se adapten a las condiciones de cultivo de la quinua. En el cultivo de quinua se recomiendan las siguientes rotaciones:

- **Plan de rotación 1. Quinua + Vicia – Otros cultivos:** Cuando el cultivo de la quinua es el único sustento del productor, se puede sembrar de manera consecutiva hasta máximo tres ciclos siempre y cuando se siembre Vicia al relevo como cobertura en el aporque de la quinua. Cuando no se ha sembrado la vicia al relevo, sólo se pueden hacer dos ciclos de quinua seguidos y luego se debe rotar con leguminosas como haba, cereales como la cebada o el centeno y forraje como la mezcla de avena y vicia.



Ilustración 64 Plan de rotación 1

- **Plan de rotación 2. Quinua – Forraje:** Cuando el productor también se dedica a actividades de ganadería lechera, la quinua se puede rotar con la siembra de forrajes como la avena y vicia.

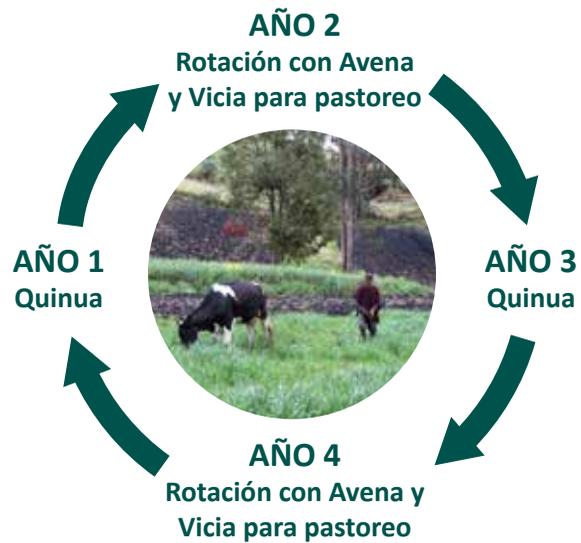


Ilustración 65 Plan de rotación 2

- **Plan de rotación 3. Quinua + Leguminosas:** Para el asocio se recomienda sembrar tres surcos de quinua por uno de la leguminosa. La quinua y las leguminosas en asocio se siembran al mismo tiempo.



Ilustración 66 Plan de rotación 3

- **Plan de rotación 4. Quinua - Otros cultivos:** La quinua sembrada en monocultivo se puede rotar con otros cultivos aprobados por el SIC.

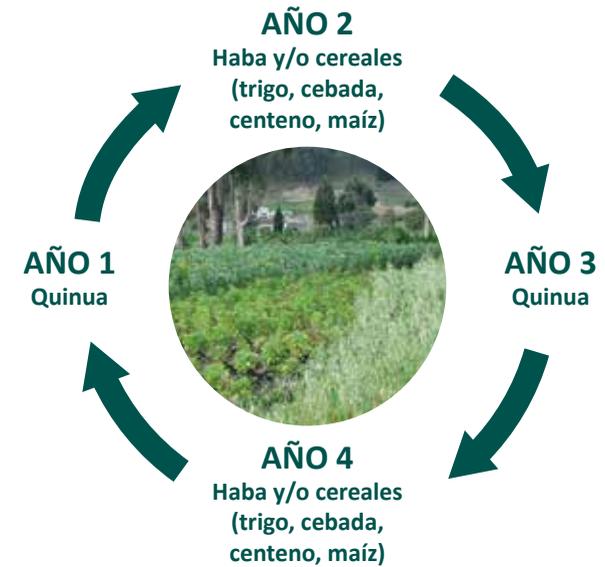


Ilustración 67 Plan de rotación 4

NOTAS:

- Todas las semillas usadas en los lotes de los productores quinueros tienen que estar garantizadas por el Sistema Interno de Control SIC de la comercializadora.
- Los productores pueden seleccionar sus propias semillas o proveerse de los grupos de semilleros calificados por los SIC.
- En todas las rotaciones se recomienda que se siembre la vicia como cobertura verde al momento del medio aporque o el aporque de la quinua.

8.10. LIBERACIÓN DE MICROAVISPAS: CONTROL BIOLÓGICO INUNDATIVO CON PARASITOIDES

El Control biológico inundativo en el cultivo de quinua se lo realiza a través de liberaciones de microavispa parasitoides. Estas avispas ya habitan de manera natural en los agroecosistemas, especialmente cuando se siembra en asocio o se mantienen plantas con flores en linderos o entre los surcos. *Trichogramma* spp y *Aphidius* spp se crían en laboratorio a partir de recolecciones en campo. En las parcelas se usan tarjetas de 3 x 3 cm que contienen cientos de estas microavispa dentro de huevos de insectos que han sido parasitados en laboratorio. Las microavispa deben ser liberadas como máximo dos días después de que salen de laboratorio.

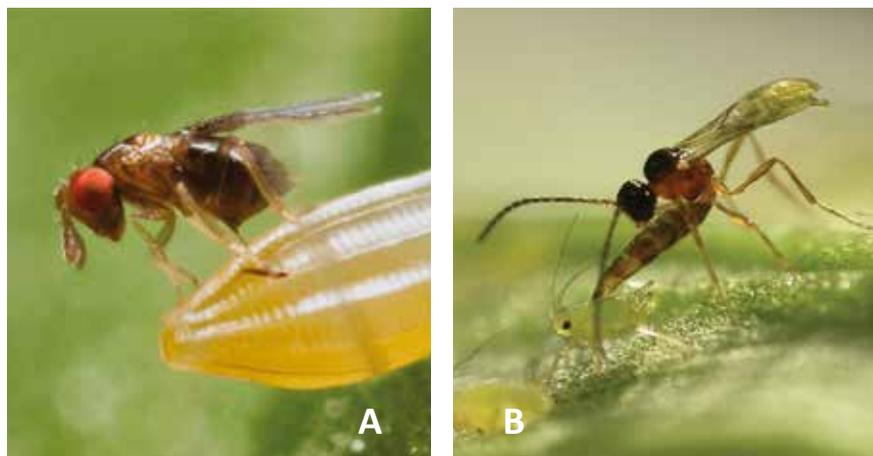


Ilustración 68 Controladores biológicos criados en laboratorio

A *Trichogramma* spp, son pequeñas avispas que miden de 0,3 a 0,5 mm. Parasitan huevos e impiden que nazcan las larvas de mariposas o polillas de la panoja. Los adultos viven de 5 a 7 días.

B *Aphidius* spp, es una avispa de color negro metálico, delgada que mide 3 mm. Parasita al pulgón colocando un huevo en su cuerpo. La larva de la avispa se alimenta del pulgón lo que finalmente lo mata.

- **Localización de las liberaciones:** Se pueden colocar hasta 20 tarjetas por hectárea a manera de prevención cuando el cultivo tiene dos y cuatro hojas verdaderas (octubre y noviembre) ubicándolas al contorno del lote a una distancia de 10 a 15 metros entre tarjeta. Se pueden liberar también en otras fases del cultivo dependiendo de los niveles de incidencia de plagas y cuando no se observa parasitación natural. La actividad de liberación se recomendada en Luna Llena

Cuando se detecta ataques de plagas como áfidos o larvas de lepidópteros (trozadores), las tarjetas se deben instalar de la siguiente manera:

En los focos de ataque de las plagas.

En el contorno del cultivo a 1 metro del lindero dentro de la parcela y a 5 metros de distancia entre tarjetas.

- **Monitoreo:** Revisar periódicamente en la parcela si aparecen insectos parasitados (momias) lo que indica que las microavispa están realizando el control. Para mantener vivas a las microavispa liberadas y atraer a parasitoides y depredadores naturales, se recomienda sembrar la quinua asociada y mantener franjas de plantas como nabo chino, manzanilla, hinojo entre otras plantas cuyas flores proporcionan alimento a los insectos parasitoides.



Ilustración 69 Instalación controladores biológicos

FOTO: Galo Morocho

8.11. ASPERSIÓN DE EXTRACTOS DE NEEM: CONTROL CON BIOPESTICIDAS

En el mercado existe una oferta variada de productos orgánicos comerciales con base en extractos de origen botánico simples o en mezcla para el control de plagas y enfermedades. En los sistemas de producción orgánica certificados, es importante que los productos tengan vigente la carta de compatibilidad extendida por el ente certificador de acuerdo a la normativa orgánica nacional y las internacionales para las cuales se están certificando. En el caso de la quinua de Chimborazo las comercializadoras tienen en común que se certifican para la normativa orgánica de la UE y la USDA Organic.

La aplicación de biopesticidas comerciales debería ser una medida complementaria, cuando a través del monitoreo verificamos que las demás prácticas del MIP-EC no han sido suficientes para controlar las poblaciones de un insecto plaga, por lo que la severidad del ataque está comprometiendo el rendimiento y la sobrevivencia del cultivo.

Además de revisar y consultar al SIC si este extracto está aprobado y es parte del Plan de Manejo Orgánico, es importante siempre revisar la etiqueta del producto comercial y seguir las indicaciones, por lo que las indicaciones siguientes son generales y podrían variar dependiendo de cada uno de los productos comerciales.

- **Uso:** El extracto de Neem funciona como un insecticida natural de origen botánico con efecto translaminar. Su principio activo es la azadirachtina que se extrae de las semillas del árbol de Neem. Controla los insectos fitófagos en estado larvario, juveniles y adulto. En campo se ha validado su uso para el control de larvas de lepidópteros. De acuerdo a las fichas técnicas también reporta que controla otros insectos como trips, mosca blanca y pulgones.
- **Forma de aplicación:** El tratamiento se debe realizar con equipos de aspersión (manuales o a motor) y utilizando boquillas para una buena nebulización (gotas muy pequeñas). La aspersión debe realizarse desde la base de la planta y cubriendo el área foliar por el haz y el envés de las hojas donde generalmente están los insectos juveniles.

La aplicación debe realizarse temprano en la mañana o después de las 3 de la tarde para evitar que la luz solar directa. Para evitar que el producto se escurra, se puede utilizar la misma saponina de la quinua o el jabón de lavar platos los cuales pueden actuar como surfactantes.

- **Dosificación:** Para las presentaciones de emulsiones y concentraciones de 5 % en Volumen o de 4g/L, la dosis de aplicación de 3 a 5 ml por litro de agua o a su vez 1- 2 L /Ha. En quinua se demostró la eficiencia en el control de larvas de lepidóptero en dosis de 1,5 L/ha en el estado de panojamiento. Es importante que el productor evalúe y calibre la cantidad de agua que va a utilizar en la extensión del cultivo y el tamaño de las plantas.

8.12. ASPERSIÓN DE M5 Y EXTRACTOS NATURALES: CONTROL BIOLÓGICO INUNDATIVO CON ENTOMOPATÓGENOS

- **Materiales**
 - 3 kg de ajo
 - 3 kg de cebolla colorada
 - 3 kg de ají picante (rocoto)
 - 3 kg de jengibre
 - 1 galón de melaza
 - 1 galón de trago
 - 2 litros de vinagre
 - 20 litros de microorganismos líquidos
 - Agua (hasta completar los 100 litros)
 - Hierbas a gusto (orégano, hierba buena, menta, albahaca, romero, ruda, marco, santa maría, etc.) un manojo de cada una.
 - Tanque de 100 litros con tapa
- **Preparación**
 1. Machacar el ajo, el ají, la cebolla colorada y el jengibre
 2. Colocarlos en un tanque de 100 litros, añadir el galón de trago
 3. Picar finamente las hierbas con un machete y añadir al tanque
 4. Disolver la melaza en un balde con agua y añadir al tanque
 5. Añadir los 20 litros de microorganismos líquidos
 6. Completar con agua hasta el borde del tanque y mezclar bien
 7. Tapar y dejar fermentar por 15 días
- **Uso:** Producto utilizado como repelente, insecticida, fungicida y foliar. Controla pulgones y trips a lo largo de todo el ciclo del cultivo de la quinua.
- **Dosis:** 500 a 1000 cc por bomba de 20 litros.
- **Conservación:** Guardar en galones, en un lugar cubierto.
- **Restricciones:** No aplicar en periodo de floración.

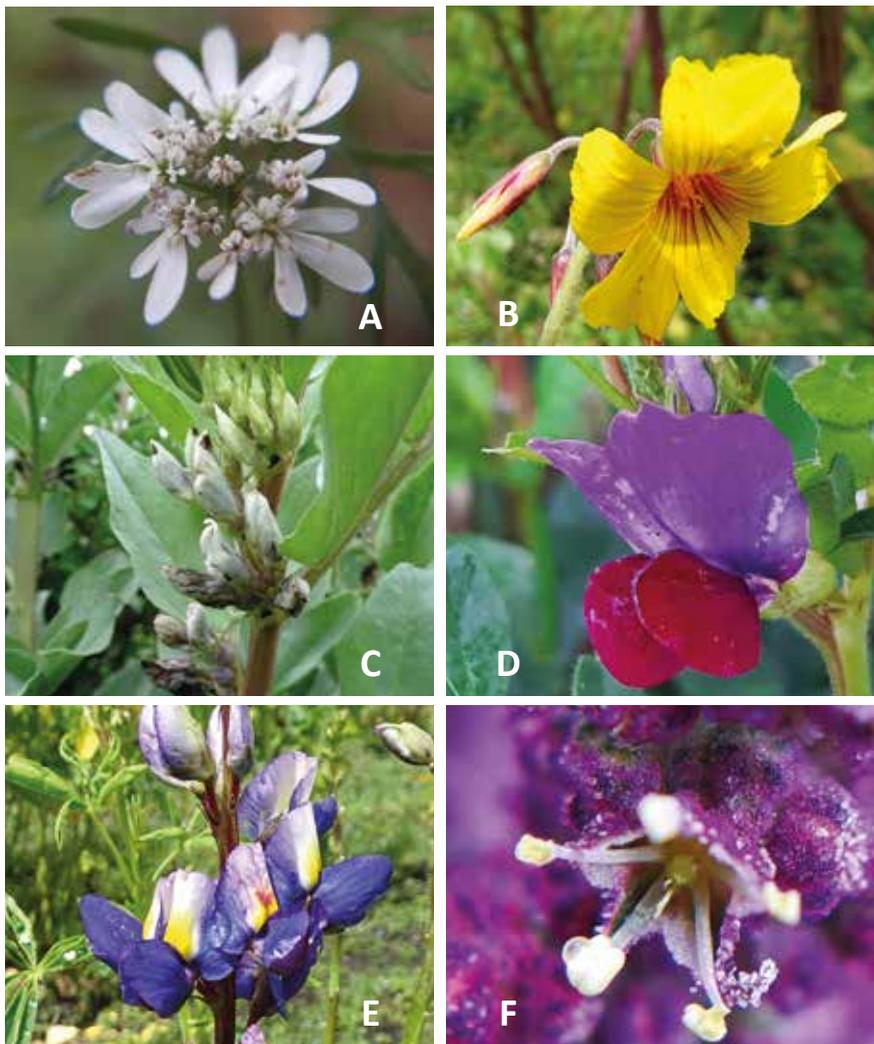


Ilustración 70 Flores plantas cultivadas del agroecosistema de la quinua

A Culantro- *Coriandrum sativum*; **B** Oca - *Oxalis tuberosa*; **C** Haba - *Vicia faba*;
D Vicia- *Vicia sativa*; **E** Chocho - *Lupinus mutabilis*; **F** Quinoa - *Chenopodium quinua*



9

RELACIÓN COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MIP-EC

Según estimaciones del Programa Cadenas de Valor de CEFA hechas a partir de la información contenida en los sistemas internos de control de las empresas comercializadoras, el cultivo de la Quinua representa un ingreso bruto de aproximadamente USD 2 000 000 de dólares cada año para 1500 familias productoras de quinua, ubicadas en los cantones de Colta, Riobamba, Guamote y Guano (Hinojosa et al., 2021).

En la provincia el rendimiento promedio alcanzado por los productores es de 1,21 TM/ha según lo reportó La Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria CGINA del MAG en el informe del operativo de rendimientos objetivos, realizado en coordinación con la Mesa Técnica de la Quinua de Chimborazo, para la temporada 2020 – 2021.

En la provincia más del 50% de los productores de Quinua alcanzan un rendimiento de hasta 1 TM/ha. En este grupo, se encuentran los productores que adujeron pérdidas asociadas a las plagas y a eventos climáticos extremos.

La sequía en etapas críticas del cultivo incrementa la incidencia y severidad de plagas como la del pulgón *Hayhurstia atriplicis* hasta niveles que pueden ocasionar la pérdida total. Otras plagas como las larvas de Noctuidae, Gelechiidae y Curculionidae o Callamato, podrían estar causando grandes pérdidas en rendimiento, pero todavía no se tiene un estudio específico al respecto.

Según (Lino, V. et. 2019) las principales plagas del cultivo de quinua real (*Chenopodium quinua Willd*) en Bolivia son la polilla de la quinua (*Eurysacca quinoae*) y el complejo Ticonas (*Helicoverpa quinua* y *Agrotis ipsilon*), que ocasionan pérdidas entre 30 y 70% de la producción.

El 20% de los productores de la provincia que han alcanzado y superado 2 TM/año reportaron no tener afectaciones por plagas de acuerdo al estudio de rendimientos objetivos de la CGINA de 2021.

Mediante un programa de MIP-EC implementado de manera conjunta por las comercializadoras, con el apoyo de la academia, el MAG y AGROCALIDAD se puede generar sistemas de alerta y respuesta temprana, facilitar el acceso de los productores a los componentes del MIP-EC a través de líneas de financiamiento y generar economías de escala que permitan cubrir de la investigación, la asistencia técnica y expansión rural así como el procesamiento de información recolectada a través de los SENSORES FITOSANITARIOS de AGROCALIDAD y los comunitarios.

De este trabajo conjunto se podría esperar un incremento de entre el 20% y el 30% de la producción global de la provincia de Chimborazo, lo que en términos de

ingresos brutos representa entre 400 mil a 600 mil dólares al año para la cadena de la quinua en la provincia de Chimborazo.

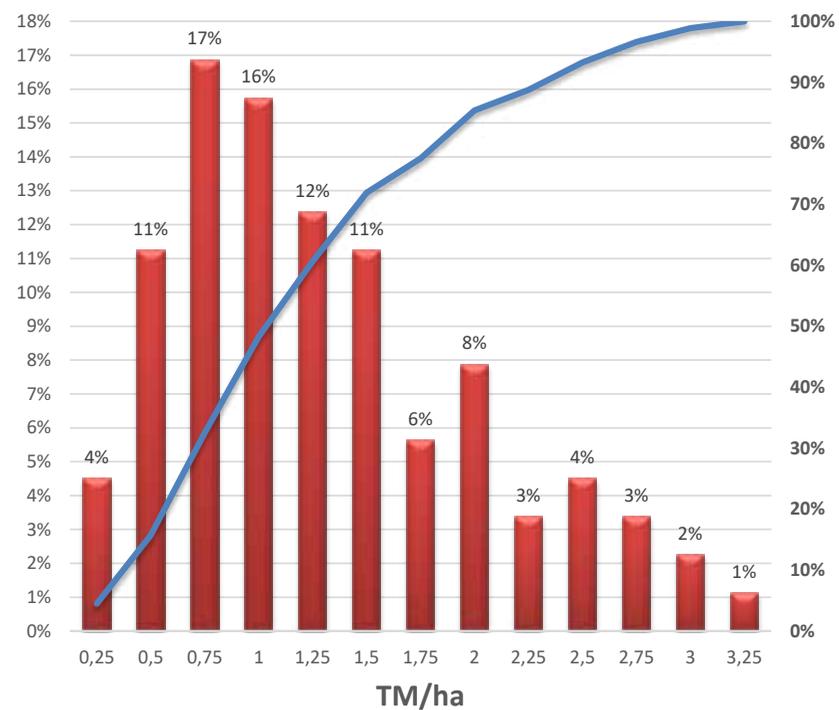


Gráfico 4 Rendimiento del Cultivo de la Quinua en el Sistema de Producción Orgánica y de la Agricultura familiar y Campesina

9.1. PLAGAS CLAVE Y UMBRALES ECONÓMICOS

La relación costo beneficio de un programa MIP-EC depende también de establecer correctamente las prioridades, trabajando siempre en la prevención y estableciendo umbrales de acción en concordancia con las herramientas de control, las cuales deben estar enmarcadas por las regulaciones de la certificación orgánica.

El estudio de la entomofauna asociada al agroecosistema del cultivo de la quinua en la provincia de Chimborazo durante tres temporadas desde el 2019, permitió categorizar a algunos insectos como plagas en las categorías de potenciales, ocasionales o claves; tomando en cuenta su distribución, abundancia y el daño provocado en el cultivo.

Se realizaron muestreos en cuatro estados fenológicos del cultivo de quinua (6 hojas verdaderas, floración, grano lechoso y madurez fisiológica) y en barbecho, en los cantones Riobamba, Colta y Guamote, en 19 localidades de las zonas de cultivo de quinua orgánica de la provincia de Chimborazo.

9.1.1. Plaga potencial

Actualmente en Chimborazo se identificaron algunos insectos fitófagos o plagas potenciales, pero que bajo ciertas condiciones podrían escalar y convertirse en plagas clave. El incremento de la temperatura ambiente y los periodos extremos de sequía, pueden acelerar sus índices de establecimiento, reproducción y de actividad.

- ***Myzus persicae* (pulgón verde o áfidos)** Estos insectos pueden causar daños directos como el debilitamiento general por la succión de la sabia y desarrollo del hongo fumagina, así como daños indirectos por transmisión de enfermedades de tipo viral a las plantas. Cuando se presentan las condiciones ideales los áfidos alados migración para colonizar otros campos.
- **Aphididae (morfoespecie 1).** La especie a la que pertenece este pulgón no se le ha podido identificar hasta especie, pero se encuentra presente en las plantas de quinua en pequeña población. Los daños causados por este insecto son similares al de *Myzus persicae*.
- **Thripidae (Trips).** Los trips poseen aparato bucal raspador, produciendo heridas en los crecimientos nuevos de la panoja, los que posteriormente se traducen en manchas estéticas de color café y daño en el grano. Poseen un alto potencial como vectores de virus. Las hembras pueden reproducirse por partenogénesis.

Las poblaciones de trips en la actualidad son bajas en la quinua. Sin embargo para los cultivos asociados como el haba son problemáticos.

9.1.2. Plagas ocasionales

En la actualidad las poblaciones de estos insectos son bajas o las poblaciones problemáticas están localizadas en ciertos sectores, por lo cual para la mayoría de productores pasan desapercibidos. No obstante, en otros países productores como Bolivia y Perú se comportan como plagas clave.

- ***Eurysacca melanocampta* (Polilla de la panoja).** Estas polillas depositan sus huevos en las partes apicales, en las hojas más tiernas y las panojas. Cuando eclosionan del huevo se alimentan de las hojas formando galerías, luego se

introducen en las inflorescencias como barrenador causando ramificaciones secundarias a la planta. También se alimentan de los granos maduros. Se les encuentra antes de empupar enrolladas en las hojas, en el tallo y en la panoja. Pupan en la inflorescencia o en las hojas. Aparecen desde las primeras fases del cultivo y permanecen hasta el fin del ciclo del cultivo. Esta especie es más abundante en el sector de la laguna de Colta (Pardo Troje y Majipamba) y en las comunidades de los Ocpotes.

- ***Copitarsia incommoda* (Ayabala)** Estos insectos causan daño en estadios larvales. En los primeros ciclos fenológicos de la planta realiza el corte en la base de las plántulas. En las otras fases de crecimiento y desarrollo provocan defoliación de las hojas más tiernas. También se alimentan de las panojas. Sus daños son muy notorios cuando la población aumenta. En el sector de los Ocpotes se ha reportado esta plaga.
- **Otros Noctuidae.** Los daños que causan estas larvas son similares al de *Copitarsia incommoda*, existen una gran variedad de estas larvas en el campo de la quinua orgánica en Chimborazo, los daños pueden ser severos si la población de este insecto sigue aumentando, estas larvas están presentes en la etapa de desarrollo hasta la madurez de la quinua.

9.1.3. Plaga Clave

Estos insectos están presente durante todo el ciclo del cultivo y están distribuidos en casi todos los campos de quinua orgánica de la provincia de Chimborazo, por lo cual se requiere de un urgente manejo integrado de estos insectos fitófagos. Los insectos que son considerados como plagas clave, para el cultivo de quinua en la provincia de Chimborazo son:

- ***Hayhurstia atriplicis* (Pulgón o áfidos de la quinua)** Estos insectos causan daños notorios en cada una de las parcelas cuando se encuentran en grandes cantidades. Uno de los principales síntomas en la planta es el enrollamiento de las hojas, cuando existe un buen número de estos insectos en la etapa de maduración causa la fumagina. Estos insectos succionan la savia del tallo y de las hojas utilizando su aparato bucal picador chupador.

Las ninfas y los adultos causan daños y aparecen desde que la quinua tiene sus primeras 4 hojas verdaderas y permanecen hasta la última fase del cultivo. La tasa de reproducción se incrementa en periodos de calor y sequías.

- **Curculionidae- *Premnotrypes* spp. y Especímenes de la Subfamilia Baridinae (Gusano blanco de la raíz).** Estos insectos causan daños en estadios larvales

a nivel de la rizosfera de y como barrenadores de la quinua. La forma del sistema radicular de la quinua disminuye el impacto de los gusanos de la raíz, no así en los cultivos de asocio como el chocho. En estadios larvales en la actualidad se puede encontrar en la raíz alimentándose, pero por la forma de la raíz no es tan notorio el daño hasta el momento, a pesar de que en algunas plantas se pueden encontrar dentro de la raíz como barrenador, Los adultos causan daño en la etapa de emergencia ya que se alimentan de las plantas recién emergidas. Están presentes durante todo el ciclo del cultivo.

9.2. DETERMINACIÓN DE UN UMBRAL ECONÓMICO PARA EL ÁFIDO (*Hayhurstia atriplicis*)

Estimar el umbral económico para cualquiera de las especies plaga requiere de un conocimiento más profundo del agroecosistema de la quinua. En el caso del pulgón *Hayhurstia atriplicis* es todavía más complejo, pues en Ecuador y para los países andinos que cultivan quinua, ni siquiera estaba reportado.

El umbral económico que se propone es el resultado de la experiencia del equipo investigador y de consultar otros trabajos sobre cultivos diferentes a la quinua y con otras especies de áfidos en sistemas de producción convencional. Por esta razón el número de áfidos propuestos debe tomarse como indicativo para tomar decisiones sobre la aplicación de medidas como el control con biopesticidas.

Tabla 7 Umbral Económico Estimado para *Hayhurstia atriplicis*

Fases fenológicas	Días Después de la Siembra	Umbral Económico # de Áfidos/planta
Germinación – Dos hojas verdaderas	30	5
4 hojas verdaderas – Ramificación	30 - 80	20
Inicio de Panojamiento – Madurez Fisiológica	80 en adelante	40

9.3. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LA INVERSIÓN MIP-EC.

Para hacer el análisis costo beneficio se tomó en cuenta la estructura de costos levantada por la MTQ-Ch con el apoyo de CGINA del MAG para la producción de quinua certificada orgánica en el marco de Agricultura Familiar y Campesina para la provincia de Chimborazo. Así mismo el precio de venta en centro de acopio se asumió en 65 USD/qq como el promedio para las temporadas de 2018 al 2022.

Considerando la estructura y junto con información del PCV y de las investigaciones de INIAP se establecieron tres tipologías de producción:

- **Sistema Tradicional:** Representa alrededor del 50% de los productores de la provincia. Caracterizado por una baja capacidad de inversión, el monocultivo de quinua y con un rendimiento de 18 qq/ha en grano pulido. La productividad de trabajo es de 5,34 USD y por cada dólar invertido se recupera el 83 % cada temporada.
- **Sistema Semitecnificado:** Representa alrededor del 35% de los productores. Caracterizado por el monocultivo de quinua, la siembra parcial de cultivos de cobertura como la vicia, una mediana capacidad de inversión en insumos para el abonamiento y el control fitosanitaria y, un rendimiento de 22 qq/ha en grano pulido. La productividad de trabajo es de 6,78 USD y por cada dólar invertido se recupera el 89% cada temporada.
- **Sistema Tecnificado:** Representa alrededor 15% de los productores. Caracterizado por ser en sistema asociado y la inversión en insumos para el abonamiento y se implementa las actividades del MIP-EC. Se obtienen alrededor de 35 qq/ha en grano pulido más un rendimiento de 8 qq/ha de las leguminosas en asocio. La productividad de trabajo es de 17,15 USD y se recupera el 121% por cada dólar invertido cada temporada.

Considerando la estructura y junto con información del PCV y de las investigaciones de INIAP se establecieron tres tipologías de producción:

Tabla 8 Estructura costos de producción - MIP EC y productividad de trabajo bajo tres tipologías de sistemas de producción

	FÓRMULA	SISTEMA TRADICIONAL	%	SEMI TECNIFICADO	%	SISTEMA TECNIFICADO (MIP-EC)	%
Rendimiento							
A	Rendimiento quinua pulida qq/ha	18,26		22,09		34,25	
B	Rendimiento leguminosas qq/ha					8,00	
C	Quinua para consumo qq	2		2		2	
D	Leguminosas para consumo qq					2	
Costos							
E	Costo jornal USD/Jornal	10,00		10,00		10,00	
F	Número de jornales Jornal	73,83		76,84		90,67	
G	Costo Mano de obra USD	$E \times F$	58%	768,39	52%	906,71	45%
H	Costo mano de obra contratada USD	$G \times 35\% *$		268,94		317,35	
I	Valoración mano de obra propia USD	$G \times 65\% *$		499,45		589,36	
J	Costo Insumos USD	40,01	3%	100,96	7%	140,00	7%
K	Costo MIP-EC USD	0,00	0%	35,00	2%	236,55	12%
L	Maquinaria y Equipos Alquilado USD/ha	272,78	21%	307,38	21%	417,04	20%
M	Transporte de Cosecha USD/ha	25,43	2%	31,19	2%	49,44	2%
N	Sub Costos Variables USD/ha	$G + J + K + L + M$	84%	1.242,93	85%	1.749,75	86%
O	Costos Fijos USD/ha	204,19	16%	224,15	15%	284,97	14%
P	Costo total quinua pulida USD/ha	$N + O$		1.467,08		2.034,72	
Q	Costo unitario USD/qq	P / A		66,40		59,41	
Ingresos							
R	Precio quinua USD/qq	65,00		65,00		65,00	
S	Precio leguminosas USD/qq					60,00	
T	Ingresos brutos quinua USD	$(A - C) \times R$		1.306,15		2.096,03	
U	Ingreso brutos leguminosas USD	$(B - D) \times S$				360,00	
W	Ingresos netos USD	$(T + U) - P$		-160,93		421,31	
X	Retorno %	$\frac{(T + U)}{P}$	83%	89%		121%	
Y	Productividad de trabajo USD/Jornal Propios	$\frac{(W + I)}{(I / E)}$	5,34	6,78		17,15	

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES

- El manejo de la quinua por parte de las familias de Chimborazo bajo el sistema orgánico sin el uso de pesticidas por más de 20 años (por lo menos los documentados por los Sistemas Internos de Control de las comercializadoras), ha permitido que exista una amplia diversidad de Entomofauna cumpliendo diferentes funciones en los agroecosistemas. La evidencia encontrada, apunta a que esta diversidad y principalmente las dinámicas poblacionales de la Entomofauna, se ven favorecidas si además de no usar pesticidas, se cultiva la quinua de manera asociada y se incorporan especies de plantas cultivadas o adventicias de manera temporal o permanente como refugio y alimento a los insectos parasitoides y depredadores.
- En treinta meses de trabajo de campo el equipo de GDETERRA de la ESPOCH colectó alrededor de 13 mil especímenes en los procesos de monitoreo hechos en siete sitios representativos para las 700 hectáreas de quinua de la provincia de Chimborazo. Los especímenes están agrupados en 12 órdenes y alrededor de 112 familias. Los órdenes con mayor representación en términos de número de familias son diptera con 37; hymenoptera con 26 y coleoptera con 17.
- En el agroecosistema de la quinua existen pocos grupos y especímenes de insectos fitófagos que se podrían catalogar como plagas potenciales, ocasionales o clave, identificados con el apoyo del Laboratorio de Entomología de la PUCE y de AGROCALIDAD.

Plagas ocasionales son los lepidópteros como la polilla de la panoja *Eurysacca melanocampta* de la familia Gelechiidae y la Ayabala *Copitarsia incommoda* de la familia Noctuidae, cuyas poblaciones al momento son controladas por los insectos parasitoides naturales y que con las medidas del MIP-EC no causan daños económicos. Esto no pasa en los otros productores como Perú y Bolivia, donde son plagas clave en el cultivo.

Pagas clave en el cultivo son el pulgón o áfido de la quinua *Hayhurstia atriplicis* identificado por el equipo GDETERRA - PUCE por primera vez para Sudamérica y, los gusanos blancos de la raíz o callamotos del orden Coleoptera Curculionidae *Premnotrypes spp.* y un espécimen de la Subfamilia Baridinae. En el caso de *H. atriplicis* sus tasas de desarrollo, establecimiento y reproducción son favorecidas por periodos de alta temperatura y sequía. En el caso de los Coleoptera su distribución es facilitada por las malas prácticas de laboreo del suelo. Las plagas clave están presentes a lo largo de todo el periodo vegetativo de la quinua, incluyendo en el periodo de barbecho como los gusanos de las raíces.

- Hasta el momento se han validado y documentado doce prácticas para MIP-EC que están al alcance de la mayoría de las familias productoras de la provincia. Las parcelas experimentales y demostrativas que implementan las prácticas del MIP-EC logran rendimientos promedio de 1,55 TM/ha al año, lo que representa un incremento de productividad del 88% y 55% comparado con los sistemas tradicional y semitecnificado respectivamente.
- El sistema de cultivo de la quinua es considerado como una fuente de trabajo rural. Según la estructura de costos oficial levantada por CGINA del MAG para la temporada 2021, la mano de obra propia es del 65% y la contratada también es mano de obra rural de comunidades aledañas. En este sentido, la maximización de la productividad de trabajo de las familias es un objetivo importante. En el caso de los sistemas de cultivo manejados con MIP-EC, asumiendo un precio promedio al productor de 65 USD/qq puesto en los centros de acopio en las últimas cinco temporadas, la productividad de trabajo alcanza los 17,15 USD por jornada dedicada al cultivo, lo que equivale a alrededor de 1010 USD/año de ingreso familiar por productividad de trabajo.

10.2 RECOMENDACIONES

- La gran mayoría de la diversidad de la entomofauna en el agroecosistema de la quinua todavía está por identificar, así como las funciones ecológicas y las relaciones entre las diferentes especies de insectos y las plantas adventicias y cultivadas. En grupos como los micro Hymenoptera, Diptera y Coleoptera del suelo, es probable que se identifiquen nuevas especies con la ayuda de

técnicas de taxonomía clásica y de marcadores moleculares. Esto significa que se debe seguir invirtiendo y convocando a los actores de la cadena de valor de la quinua para que con el apoyo de comunidad científica nacional de expertos internacionales, se pueda seguir profundizando en este entendimiento del agroecosistema con base en la experiencia generada en el cultivo de la quinua; experiencia en la que se demostró que el trabajo articulado de la academia, organismos de cooperación, el sector productivo, generadores de política pública y reguladores, tiene un retorno positivo en el corto plazo para las familias que cuentan con un menú de opciones baratas para implementar el MIP-EC en sus parcelas.

- El manejo libre de pesticidas en las parcelas de la quinua tiene un efecto positivo en la diversidad de la Entomofauna. No obstante, esto no es suficiente para evitar las pérdidas económicas por plagas en un escenario como el de cambio y variabilidad climática. Es importante implementar las otras medidas de MIP-EC a nivel de parcelas.

Por otra parte, la sostenibilidad en el largo plazo dependerá de que se logre tener un impacto a escala de paisaje, por lo que el conjunto de los actores en el territorio con un liderazgo de aquellos vinculados a la cadena de valor de la quinua, deben fomentar estas medidas del MIP-EC junto a otras como las de la agroecología, con una perspectiva de comunidad, lo que incluye otros cultivos y las familias vecinas que se dedican a diferentes actividades agrícolas, pero que pertenecen al mismo agroecosistema. El agroecosistema de la quinua va más allá de la parcela sembrada en quinua.

- En Chimborazo es importante fortalecer los sistemas de alerta y respuesta temprana para el caso de plagas potenciales, ocasionales y claves. Esto implica que se deben seguir formando SENSORES FITOSANITARIOS COMUNITARIOS acreditados por AGROCALIDAD que estén desplegados en las zonas de cultivo recopilando información en estaciones fitosanitarias. La información levantada por esta red de SENSORES FITOSANITARIOS COMUNITARIOS debe ser analizada y puesta en conocimiento de los tomadores de decisiones, especialmente de los responsables de los Sistemas Internos de Control y del equipo técnico del MAG, las comercializadoras y líderes o "cabecillas" de las 154 comunidades quinueras de la Provincia.

- La formación y el monitoreo hecho por los SENSORES FITOSANITARIOS COMUNITARIOS, así como de los técnicos y familias productoras de la provincia, además de contemplar la identificación de plagas y enfermedades, debe complementarse también con la identificación y monitoreo de la presencia y la actividad de los insectos polinizadores, parasitoides y depredadores.
- Es importante profundizar en el estudio de los umbrales económicos para los principales insectos plaga encontrados en la quinua de Chimborazo. De momento se tiene una primera propuesta de umbral económico para *H. atriplicis*, sin embargo, se ha realizado con información secundaria para otras especies de pulgón y otros cultivos. Esto se debe a que es el primer registro para Suramérica y es una plaga que no se tiene reportada para el cultivo de la quinua en los principales países productores.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Albajes, R., & Alomar, O. (2008). Facultative Predators. En J. L. Capinera (Ed.), Encyclopedia of Entomology (pp. 1400-1405). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6_3742
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: Teoría, estrategias y evaluación: Ecosistemas, 16(1), Article 1. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/133>
- Andrews, K. C. (1989). Guía para el estudio de: Ordenes y familias de insectos de Centroamérica. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericano. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Guia+para+el+estudio+de%3A+Ordenes+y+familias+de+insectos+de+++Centroamerica.&author=Andrews%2C+K.+Caballero%2C+R.&publication_year=1989
- Arnett Jr, R. H. (1985). American insects: A handbook of the insects of America north of Mexico. Van Nostran Reinhold Company Ltd.
- Bar, M. (2011). Definición de los Artrópodos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/artropodos/Definicion%20de%20Artropodos.pdf>
- Baquero, E., & Jordana, R. (2015). Órdenes Poduromorpha, Entomobryomorpha, Neelipleona y Symphypleona. 36, 11.
- Bastidas, R., & Zavala, Y. (1995). Principios de Entomología Agrícola. Ediciones Sol de Barro.
- Brown, B. V. (2012). Small size no protection for acrobat ants: World's smallest fly is a parasitic phorid (Diptera: Phoridae). Annals of the Entomological Society of America, 105(4), 550-554.
- Bustillo, A. (2008). Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana. FNC – Cenicafé, Chinchiná (Colombia).
- Cabrera, G., Socarrás, A., Gutierrez, E., Tcherva, T., Martínez-Muñoz, C., & Lozada, P. (2017). Fauna del suelo. En Diversidad biológica de Cuba: Métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas (p. 502). Editorial AMA.
- Danforth, B. N., Cardinal, S., Praz, C., Almeida, E. A. B., & Michez, D. (2013). The impact of molecular data on our understanding of bee phylogeny and evolution. Annual review of Entomology, 58(1), 57-78.
- Delfino, M. A., Monelos, H. L., Peri, P. L., & Buffa, L. M. (2007). Áfidos (Hemiptera, Aphididae) de interés económico en la provincia de Santa Cruz. RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 36(1), 147-154.
- Gauld, I. D. (1991). The Ichneumonidae of Costa Rica. 1, Introduction, keys to subfamilies, and keys to the species of the lower pimpliform subfamilies Rhysinae, Pimplinae,

Poemeniinae, Acaenitinae and Cyloceriinae. American Entomological Institute.

- Gillott, C. (2005). Entomology. Springer Science & Business Media.
- Godfray, H. C. J. (1994). Parasitoids. <https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691000473/parasitoids>
- Golovatch, S., & Kime, R. (2009). Millipede (Diplopoda) distributions: A review. *Soil Organisms*, 81.
- Gómez, S., Monsalve, H., Mendoza, C., Mahecha, O., & Méndez, P. (2015). Artrópodos. Fundación Zoológico Santa Cruz y Universidad INCCA de Colombia, Grupo de Ecología Evolutiva y Biogeografía Tropical ECOBIT. <https://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/33798/29116.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzales, L. (2008). GUIA FOTOGRAFICA. Copitarsia decolora. Reconocimiento de posturas de. (Lepidoptera: Noctuidae). <https://docplayer.es/12320620-Guia-fotografica-copitarsia-decolora-reconocimiento-de-posturas-de-lepidoptera-noctuidae.html>
- HAGEN, K. S., MILLS, N. J., GORDH, G., & MCMURTRY, J. A. (1999). Terrestrial Arthropod Predators of Insect and Mite Pests. *Handbook of Biological Control*, 383-503. <https://doi.org/10.1016/b978-012257305-7/50063-1>
- Herrera, L. (2015). Dermaptera. *Revista IDE@- SEA*, 42, 1-10.
- Hinojosa, L., Leguizamó, A., Carpio, C., Muñoz, D., Mestanza, C., Ochoa, J., Castillo, C., Murillo, A., Villacrés, E., Monar, C., Pichazaca, N., & Murphy, K. (2021). Quinoa in Ecuador: Recent Advances under Global Expansion. *Plants*, 10(2), 298. <https://doi.org/10.3390/plants10020298>
- Jaques, J., & Urbaneja, A. (2008). Control Biológico de Plagas Agrícolas.
- Lewis, J. G. E. (1981). *The Biology of Centipedes*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511565649>
- Meana, A. (1999). [General characters of arthropods [small ruminants pests]]. Ovis (España). https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=%5BGeneral+characters+of+arthropods+%5Bsmall+ruminants+pests%5D%5D&author=Meana%2C+A.+%28Universidad+Complutense+de+Madrid+%28Espa%29.+Facultad+de+Veterinaria%29&publication_year=1999
- Murillo, Á., Rodríguez, D., Vega, L., Yumisaca, F., Mazón, N., & Morocho, G. (2022). MEJORAMIENTO GENÉTICO: ECOTIPOS DE QUINUA "CHIMBORAZO" HOMOGENIZADOS (p. 13) [Técnico]. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos PRONALEG-GA- INIAP.
- Ocampo, J. A., Martin, J., & Hayman, D. S. (1980). Influence of Plant Interactions on Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Infections. I. Host and Non-Host Plants Grown Together. *New Phytologist*, 84(1), 27-35. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1980.tb00746.x>
- Oswald, D. J. (2003). Bibliography of the Neuropterida. A Working Bibliography of the Literature on Extant and Fossil Neuroptera, Megaloptera, and Raphidioptera (Insecta: Neuropterida) of the World.
- Pedigo, L. P., & Rice, M. E. (2014). *Entomology and Pest Management: Sixth Edition*.

Waveland Press.

- Pérez-Contreras, T. (1999). La especialización en los insectos fitófagos: Una regla más que una excepción. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 26, 759-776.
- Pogue, M. G. (2011). Larval Description of *Copitarsia incommoda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 104(6), 1292-1296. <https://doi.org/10.1603/AN10099>
- Prado, M. M., García, D. G., & Sastre, R. M. (2018). Los insectos polinizadores en la agricultura: Importancia y gestión de su biodiversidad: *Ecosistemas*, 27(2), 81-90. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1394>
- Ribera, I., Melic, A., & Torralba-Burrial, A. (2015). Introducción y guía visual de los artrópodos. *Revista IDE@-SEA*, 2, 1-30.
- Rios, L. (2011, junio). ¿Qué son los parasitoides? 62(2).
- Schwarz, M. P., Richards, M. H., & Danforth, B. N. (2007). Changing paradigms in insect social evolution: Insights from halictine and allodapine bees. *Annu. Rev. Entomol.*, 52, 127-150.
- Selfa, J., & Anento, J. L. (1997). Plagas agrícolas y forestales. *Boletín S.E.A.*, 20, 75-91.
- Tabacundo, O., & Paliz, C. (2021). Zonas Climáticas Homogéneas para la Provincia de Chiborazo—Cultivo de Quinoa. Programa Cadena de Valor- INAMHI- Cooperación Alemana GIZ.
- Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (2005). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects* (7th edición). Pacific Grove: Brooks Cole.
- Valderrey, J. L. M. (s. f.). Insectos. Reproducción y metamorfosis. *Naturaleza y turismo*. Recuperado 27 de junio de 2022, de <https://www.asturnatura.com/insectos/reproduccion-metamorfosis.html>
- Wharton, R. A., Marsh, P. M., & Sharkey, M. J. (Eds.). (1997). *Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera)*. Special Publication- International Society of Hymenopterists No. 1.
- Yumisaca, F. (2022). ALTERNATIVA PARA MANTENER Y MEJORAR LA FERTILIDAD DEL SUELO A TRAVÉS DEL ASOCIO DE CULTIVOS EN EL SISTEMA DE LA QUINUA. INIAP.
- Zumbado-Arrieta, M., & Azofeifa-Jiménez, D. (2018). Insectos de importancia agrícola. *Guía Básica de Entomología*. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO).



La presente publicación ha sido elaborada en el marco del Programa “Cadenas de Valor” y del Proyecto: “Las Organizaciones Rurales y los mecanismos de producción y comercialización Asociativa - Un modelo de Desarrollo Integral para el agro ecuatoriano - FOOD/2016/380-060”, financiado por la Unión Europea.

Esta publicación ha sido realizada con la contribución financiera de la Unión Europea. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de CEFA y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista de la Unión Europea.



PROGRAMA
CADENAS DE VALOR

