



Plagas y enfermedades del cultivo de

Quinua

Editores:

R. Saravia

G. Plata

A. Gandarillas



TÍTULO

Plagas y enfermedades del cultivo de Quinua

Depósito Legal: 2-1-2117-14

ISBN: 978-99954-846-5-1

EDITORES

Raúl Saravia
Giovanna Plata
Antonio Gandarillas

AUTORES POR CAPÍTULO

1. **Zonas agroecológicas de producción de quinua**
Wilfredo Rojas
Fernando Patiño
2. **Fases y etapas fenológicas del cultivo de la quinua**
Raúl Saravia
Alejandro Bonifacio
3. **Insectos plaga del cultivo de la quinua**
 - 3.1. **Complejo noctuideo**
Raúl Saravia
Reinaldo Quispe
Milton Villca
Vladimir Lino
 - 3.2. **Complejo polilla**
Reinaldo Quispe
Raúl Saravia
Milton Villca
Vladimir Lino
 - 3.3. **Insectos plaga ocasionales en el cultivo de quinua**
Luis Crespo
Raúl Saravia
4. **Las enfermedades en el cultivo de la quinua**
Giovanna Plata
Alejandro Bonifacio
Oscar Navia
Antonio Gandarillas

FOTOGRAFÍAS

Fundación PROINPA

Figuras:

37 y 41: Anna Testen

39 y 40: Eduardo Peralta

45: Javier Franco

CITA PARA REFERENCIA

Saravia, R; Plata, G; Gandarillas, A. 2014.
Plagas y Enfermedades del Cultivo de Quinua.
Cochabamba, BO, Fundación PROINPA; 148 p.

PRODUCCIÓN

Samantha Cabrera

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

María Isabel Soliz

IMPRESIÓN

Impresiones Poligraf

TIRAJE

500 ejemplares

La escritura y fonética (fon.) del Quechua y Aymara está basada en el alfabeto promulgado oficialmente por el Gobierno boliviano mediante Decreto Supremo 20227 del 9 de mayo de 1984, la misma fue revisada por la ARQC.

Plagas y enfermedades del cultivo de

Quinua

Cochabamba - Bolivia

2014



AGRADECIMIENTOS

A la Fundación McKnight y a la Embajada de Dinamarca en Bolivia (DANIDA) por el compromiso y el valioso apoyo para lograr los resultados expuestos en el presente libro.

A la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) por su apoyo para la sistematización de la información que sirvió en la elaboración del presente libro.

A los productores y a las Asociaciones de Quinoa por su tiempo y valiosos aportes en el desarrollo de la tecnología presentada en este libro.

Fundación PROINPA



PRESENTACIÓN

La quinua es un ejemplo extraordinario del paso de un cultivo olvidado a un cultivo de interés y consumo mundial, tanto es así que las Naciones Unidas declararon el año 2013 como Año Internacional de la Quinua, resaltando su extraordinario valor nutritivo y promoviéndolo como una importante alternativa de alimento para pequeños agricultores en condiciones marginales de producción.

Como todo cultivo en expansión, las plagas y enfermedades asociadas se constituyen en un serio factor restrictivo. La dinámica de la producción de quinua está exigiendo mayor conocimiento sobre las plagas y enfermedades, sus ciclos, sus comportamientos y los efectos en la productividad. En este marco, el presente documento pretende llenar el vacío de información en dicha temática y sentar las bases para generar mayor conocimiento y tecnología en el manejo integrado de plagas de la quinua.

El libro “Plagas y enfermedades del cultivo de Quinua” presenta información taxonómica actualizada, describe la fenología del cultivo y los ciclos biológicos de las principales plagas y enfermedades además, expone fotografías de alta calidad que facilitan el diagnóstico y realizan una descripción del manejo de plagas en la producción orgánica y convencional.

La información presentada, está basada en los trabajos de investigación realizados por la Fundación PROINPA, que presenta la valiosa experiencia construida en varios años de trabajo, principalmente en la zona andina, sin embargo, cabe resaltar que hace el esfuerzo de abarcar a diversas zonas agroecológicas para darle un uso global.

La diversidad y complejidad de plagas y enfermedades asociadas a la quinua es sorprendente, existe mucho por descubrir e investigar; sin embargo, con la publicación de este libro se da un paso fundamental en el proceso de generar tecnologías e innovaciones que contribuyan a la sostenibilidad de la quinua y de los sistemas de producción.

Ing. Cesar Villagómez, Ph.D.c.
Presidente de Directorio
Fundación PROINPA

ÍNDICE

Presentación	3
Introducción	9
1. ZONAS AGROECOLÓGICAS DE PRODUCCIÓN DE QUINUA	11
1.1 ZONAS AGROECOLÓGICAS	13
1.1.1 Zona agroecológica de los Salares	13
1.1.2 Zona agroecológica del Altiplano	13
1.1.3 Zona agroecológica de Valles Interandinos	14
1.1.4 Zona agroecológica del Nivel del Mar	15
1.1.5 Zona agroecológica de los Yungas o Ceja de Selva	15
2. FASES Y ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE LA QUINUA	17
2.1 FASES FENOLÓGICAS	18
3. INSECTOS PLAGA DEL CULTIVO DE LA QUINUA	23
3.1 EL COMPLEJO NOCTUIDEO	26
3.1.1 <i>Helicoverpa quinoa</i>	27
3.1.2 <i>Copitarsia incommoda</i>	30
3.1.3 <i>Copitarsia decolora</i>	33
3.1.4 <i>Agrotis ipsilon</i>	35
3.1.5 Enemigos naturales del Complejo Noctuido	38
3.1.6 Dinámica poblacional del Complejo Noctuido	41
3.1.7 Daños causados por larvas del Complejo Noctuido	43
3.1.8 Alternativas de manejo integrado del Complejo Noctuido	45
3.2 EL COMPLEJO POLILLA	49
3.2.1 <i>Eurysacca melanocampta</i>	50
3.2.2 <i>Eurysacca quinoae</i>	54
3.2.3 Dinámica poblacional de la Polilla de la Quinoa	58
3.2.4 Daños causados por Larvas de polilla de la Quinoa	59
3.2.5 Enemigos naturales de las Polillas de la Quinoa	60
3.2.6 Alternativas de Manejo Integrado de la Polilla de la Quinoa	62
3.3 INSECTOS PLAGA OCASIONALES EN EL CULTIVO DE QUINUA	63
3.3.1 Escarabajo Negro	65
3.3.2 Pulguilla Saltona	67
3.3.3 Mosca Minadora	69
3.3.4 Cigarritas	70
3.3.5 Pulgones	72
3.3.6 Gusano Medidor	74
3.3.7 Trips	75
4. LAS ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE LA QUINUA	83
4.1 HONGOS	84
4.1.1 El Mildiu	85
4.1.2 Marchitez a la Emergencia	99

4.1.3	Moho Verde	104
4.1.4	Mancha Ojival del Tallo	108
4.1.5	Mancha Foliar	113
4.1.6	Podredumbre Marrón del Tallo	116
4.1.7	Ojo de Gallo	118
4.2	BACTERIAS	120
4.2.1	Mancha Bacteriana	121
4.3	NEMATODOS	123
4.3.1	Falso Nematodo del Nudo	124
4.3.2	Nematodo de la Oca	126
4.4	VIRUS	128
ANEXOS		133
Anexo 1.	Presencia de <i>Helicoverpa quinoa</i> y <i>Agrotis ipsilon</i> en Sudamérica	135
Anexo 2.	Nombres científicos de los cultivos hospederos de los insectos plaga	136
Anexo 3.	Presencia de <i>Copitarsia incommoda</i> y <i>Copitarsia decolora</i> en Sudamérica	138
Anexo 4.	Agricultura orgánica y convencional	139
Anexo 5.	Presencia de <i>Eurysacca melanocampta</i> y <i>Eurysacca quinoae</i> en Sudamérica	140
Anexo 6.	Presencia de <i>Peronospera variabilis</i> en Sudamérica	141
Anexo 7.	Preparación de ecofungicidas	142
Anexo 8.	Lista de plantas con propiedades adherentes	142
Anexo 9.	Lista de principales plagas y enfermedades	143
Anexo 10.	Glosario	144

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

2. Fases Fenológicas del cultivo de quinua

Figura 1.	Planta de quinua roja y verde	17
Figura 2.	Cotiledones	18
Figura 3.	Dos hojas verdaderas	18
Figura 4.	Ramificación	19
Figura 5.	Inicio panojamiento	19
Figura 6.	Panojamiento	19
Figura 7.	Inicio de floración	20
Figura 8.	Floración	20
Figura 9.	Grano lechoso	21
Figura 10.	Grano pastoso o masoso	21
Figura 11.	Madurez fisiológica	21

3. Insectos Plaga del cultivo de la quinua

Figura 1.	Cremaformado por cuatro procesos en <i>H. quinoa</i>	28
Figura 2.	Ciclo biológico de <i>Helicoverpa quinoa</i>	29
Figura 3.	<i>H. quinoa</i> alimentándose sobre flores de botón de oro	29
Figura 4.	Ciclo biológico de <i>Copitarsia incommoda</i>	32
Figura 5.	Ciclo biológico de <i>Copitarsia decolora</i>	34
Figura 6.	Ciclo biológico de <i>Agrotis ipsilon</i>	37
Figura 7.	<i>Notiobia shnusei</i> (Coleóptera: Carabidae)	38
Figura 8.	<i>Notiobia laevis</i> (Coleóptera: Carabidae)	38

Figura 9. <i>Erax</i> sp. (Díptera: Asilidae)	38
Figura 10. <i>Amnophila</i> sp.	39
Figura 11. <i>Sphex</i> sp.	39
Figura 12. <i>Sarcophaga</i> sp.	39
Figura 13. <i>Meigenia mutabilis</i>	39
Figura 14. <i>Gymnosoma</i> sp.	39
Figura 15. <i>Ruiziella</i> sp.	40
Figura 16. Larvas de <i>Copitarsia incommoda</i> infectadas por el Virus de la Poliedrosis Nuclear	40
Figura 17. Larvas de <i>Helicoverpa quinoa</i> infectadas por <i>Bacillus thuringiensis</i>	40
Figura 18. Larvas de <i>Helicoverpa quinoa</i> dañando la panoja en formación	43
Figura 19. Larvas de <i>Copitarsia incommoda</i> comiendo hojas	43
Figura 20. Larvas de <i>Copitarsia incommoda</i> dañando el raquis de la panoja	44
Figura 21. Larvas de <i>Helicoverpa quinoa</i> alimentándose de granos de quinua	44
Figura 22. Trampa luz utilizada en la captura de insectos adultos del Complejo Noctuídeo	46
Figura 23. Prototipo de trampa cebada con feromona sexual para <i>Helicoverpa quinoa</i>	46
Figura 24. Adulto de <i>E. melanocampta</i>	51
Figura 25. Huevos de <i>E. melanocampta</i>	51
Figura 26. Larva de <i>E. melanocampta</i>	52
Figura 27. Pupa de <i>E. melanocampta</i>	52
Figura 28. Ciclo biológico de <i>Eurysacca melanocampta</i> (Quispe 2002)	53
Figura 29. Adulto de <i>E. quinoae</i>	54
Figura 30. Huevos de <i>E. quinoae</i>	55
Figura 31. Larva de <i>E. quinoae</i>	55
Figura 32. Pupa de <i>E. quinoae</i>	55
Figura 33. Ciclo biológico de <i>E. quinoae</i>	56
Figura 34. Ala anterior derecha, vista dorsal: 1. <i>E. melanocampta</i> (Fuente: Meyrick 1917); 2. <i>E. quinoae</i> Povolný, 1997	57
Figura 35. Daño en hoja causado por <i>E. quinoae</i>	59
Figura 36. Daño en panoja causado por <i>E. quinoae</i>	59
Figura 37. <i>Venturia</i> sp.	60
Figura 38. <i>Deleboea</i> sp.	60
Figura 39. <i>Meteorus</i> sp.	60
Figura 40. <i>Phytomyptera</i> sp.	61
Figura 41. Larva Coccinellidae predando larva de la Polilla de la Quinua	61
Figura 42. Mosca Asilidae cazando un adulto de la Polilla de la Quinua	61
Figura 43. Comportamiento gregario en el ataque de adultos del Escarabajo Negro en el cultivo de la papa	65
Figura 44. Daño de la Mosca Minadora en hoja de quinua	69
Figura 45. Adultos de <i>Anacuerna centrolinea</i>	70
Figura 46. Pulgones en la panoja de quinua	72
Figura 47. Larva de Gusano Medidor alimentándose de hoja de quinua	74
Figura 48. Adulto de Gusano Medidor	74
Figura 49. Trips en la panoja de la quinua	75
Figura 50. Trips adulto	76

4. Las Enfermedades en el cultivo de la quinua

Figura 1. Plantas de quinua severamente afectadas por Mildiu	85
Figura 2. Plantas afectadas por Mildiu después de la emergencia (izq.) y plantas afectadas por la enfermedad en la fase de panojamiento (der.).	86

Figura 3.	Defoliación de plantas de quinua, variedad resistente (izq.) y variedad susceptible (der.)	86
Figura 4.	Manchas típicas ocasionadas por <i>Peronospora variabilis</i> que varían en su coloración según el color de la planta de quinua	87
Figura 5.	Esporulación grisácea abundante en el envés de la hoja de quinua	88
Figura 6.	Esporulación en el haz (izq.) y el envés (der.) de una variedad roja	88
Figura 7.	Esporas (arriba) y micelio dicotómico (abajo) de <i>Peronospora variabilis</i>	89
Figura 8.	Oosporas de <i>Peronospora variabilis</i> en el interior de las hojas (arriba) y sobre la superficie de los granos (abajo)	89
Figura 9.	Ciclo del Mildiu de la quinua	90
Figura 10.	Hoja con rocío a primeras horas de la mañana	91
Figura 11.	Esquema de la estrategia del Manejo Integrado del Mildiu para la producción convencional de quinua	95
Figura 12.	Parcelas bajo la estrategia de manejo del Mildiu, mostrando un control eficiente de la enfermedad	96
Figura 13.	Parcelas de quinua con baja emergencia de plantas	99
Figura 14.	Parcelas de quinua con buena emergencia de plantas	99
Figura 15.	Estrangulamiento de plántulas a nivel del cuello causado por <i>Fusarium</i> spp.	100
Figura 16.	Plántulas sanas (izq.) y plantas enfermas (der.)	100
Figura 17.	Muerte de plantas adultas por Fusariosis en suelos anegados	100
Figura 18.	Descomposición de la epidermis y muerte de raicillas debido a Fusariosis en suelos anegados	101
Figura 19.	Raíz rosada por ataque de Fusariosis	101
Figura 20.	Parcela aplicada con microorganismos mostrando buena emergencia y un desarrollo vigoroso (izq.). Parcela testigo mostrando baja emergencia de plantas y poco desarrollo del cultivo (derecha)	103
Figura 21.	Productores evaluando plantas con y sin tratamiento. Planta tratada (izq.), mostrando buen desarrollo radicular y foliar. Planta testigo sin tratamiento del bioinsumo (der.) con poco desarrollo radicular y foliar	103
Figura 22.	Esporulación verdosa sobre manchas ocasionadas por <i>Peronospora variabilis</i>	104
Figura 23.	Hoja con abundante esporulación (arriba) y caída de hojas por amarillamiento (abajo) ocasionado por <i>Cladosporium</i> sp. y <i>Peronospora variabilis</i>	105
Figura 24.	Panojas con diferente grado de enmohecimiento ocasionado por <i>Cladosporium</i> sp.	105
Figura 25.	Conidias de <i>Cladosporium</i> sp. observadas al microscopio	105
Figura 26.	Ciclo del Moho Verde en quinua	107
Figura 27.	Planta madura con síntomas característicos en el tallo (izq.) y en raquis de la panoja (der.)	108
Figura 28.	Mancha Ojival en hoja con picnidias dispuestas en forma circular en su interior	109
Figura 29.	Mancha Ojival en tallo con picnidias en su interior	109
Figura 30.	En un solo tallo un sin número de Manchas Ojivales	109
Figura 31.	Picnidias vistas al estereoscopio	109
Figura 32.	Picnidia reventada vista al microscopio	110
Figura 33.	Picnidiosporas de dos y tres septos característicos de Mancha Ojival	110
Figura 34.	Ciclo de Mancha Ojival en parcelas de quinua	111
Figura 35.	Rastrojo abandonado en campo	112
Figura 36.	Mancha color crema con bordes ligeramente marrones en cuyo interior se presentan las picnidias	113
Figura 37.	Picnidiosporas de <i>Ascochyta</i> sp. observadas al microscopio.	114

Fuente: Testen y Backman, 2013

Figura 38. Tallo con Podredumbre Marrón en cuyo interior se observan picnidias	116
Figura 39. Manchas circulares ocasionadas por <i>P. dubia</i> en el Ecuador. (Fuente: Ing. E. Peralta-INIAP-Ecuador)	118
Figura 40. Perforaciones ocasionadas por <i>P. dubia</i> . (Fuente: Ing. E. Peralta-INIAP-Ecuador)	119
Figura 41. Conidias de <i>Passalora dubia</i> vistas al microscopio. Fuente: Testen, <i>et al</i> 2013	119
Figura 42. Manchas irregulares en el tallo de aspecto aceitoso (izq.) y manchas en fases más avanzadas (der.)	121
Figura 43. Prueba del exudado bacteriano en tallo	122
Figura 44. Parcela de quinua junto a parcela de papa	124
Figura 45. <i>Thecavermiculatus andinus</i> adherido a las raíces de oca. Fuente: Golden, <i>et al</i> 1983.	126
Figura 46. Amarillamiento de plantas de quinua en fases muy tempranas	129
Figura 47. Planta adulta con amarillamiento, arrosetamiento y hojas coriáceas	129

INDICE DE CUADROS

3. Insectos Plaga del cultivo de la quinua

Cuadro 1. Insectos fitófagos asociados al cultivo de la quinua (ordenados en base a la mayor frecuencia de especies por orden)	24
Cuadro 2. Bioinsecticidas y ecoplaguicidas recomendados para el control de larvas de ticona	47

4. Las Enfermedades en el cultivo de la quinua

Cuadro 1. Características morfológicas y biológicas de los tres nematodos que fueron reportados en quinua	123
Cuadro 2. Listado de posibles virus que podrían presentarse en quinua por el sistema de rotación	128

INDICE DE GRÁFICOS

3. Insectos Plaga del cultivo de la quinua

Gráfico 1. Fluctuación estacional del estado adulto del Complejo Noctuídeo en la zona agroecológica del Altiplano	41
Gráfico 2. Fluctuación poblacional de las pupas de noctuídeos en la zona agroecológica de los Salares de Bolivia	42
Gráfico 3. Fluctuación poblacional de la Polilla de la Quinua	58

INTRODUCCIÓN

Una preocupación de orden mundial es velar por la seguridad alimentaria de los pueblos, que se encara de diferentes formas, una de ellas es mediante la promoción de cultivos rústicos, nutritivos y resilientes al cambio climático.

La quinua es un excelente ejemplo de estos cultivos, con extraordinarios atributos, como la gran capacidad adaptativa a condiciones ecológicamente extremas, climas desérticos hasta calurosos y secos, de humedades relativas hasta 88% y temperaturas desde -4°C hasta 38°C. Es muy eficiente en el uso de agua, logra producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm. Todos estos atributos agronómicos combinados con su importante valor nutritivo representan una gran alternativa para aquellas poblaciones que viven en zonas difíciles para la agricultura y que tienen un limitado acceso a fuentes de proteína.

La quinua en los últimos años ha tomado un interés global, se la cultiva en más de 50 países en todos los continentes y en diferentes pisos y zonas agroecológicas. Sin embargo, la mayor producción es en la zona Andina de Bolivia y Perú donde ha sido domesticada, cubriendo actualmente cerca del 80% de la demanda internacional. Es en esta zona donde se ha generado la mayor información sobre el manejo del cultivo, su diversidad genética y sus problemas. Por ello, el presente documento hace referencia principalmente a las plagas presentes en los Andes, e interpreta lo que puede pasar en otras zonas de producción



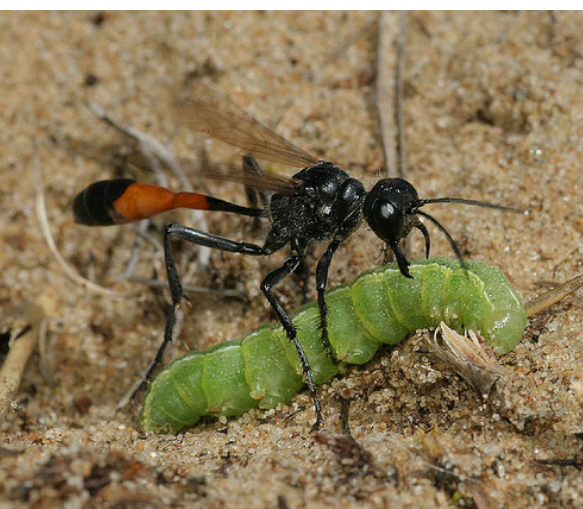


Como todo cultivo en expansión global, las plagas pueden proliferar a niveles que causen significativos daños económicos o inclusive hagan inviable el cultivo. La presente publicación pretende documentar el estado actual del conocimiento sobre las plagas, para que esta información sirva de base y estímulo para la investigación y el desarrollo de estrategias de manejo integrado de plagas de la quinua.



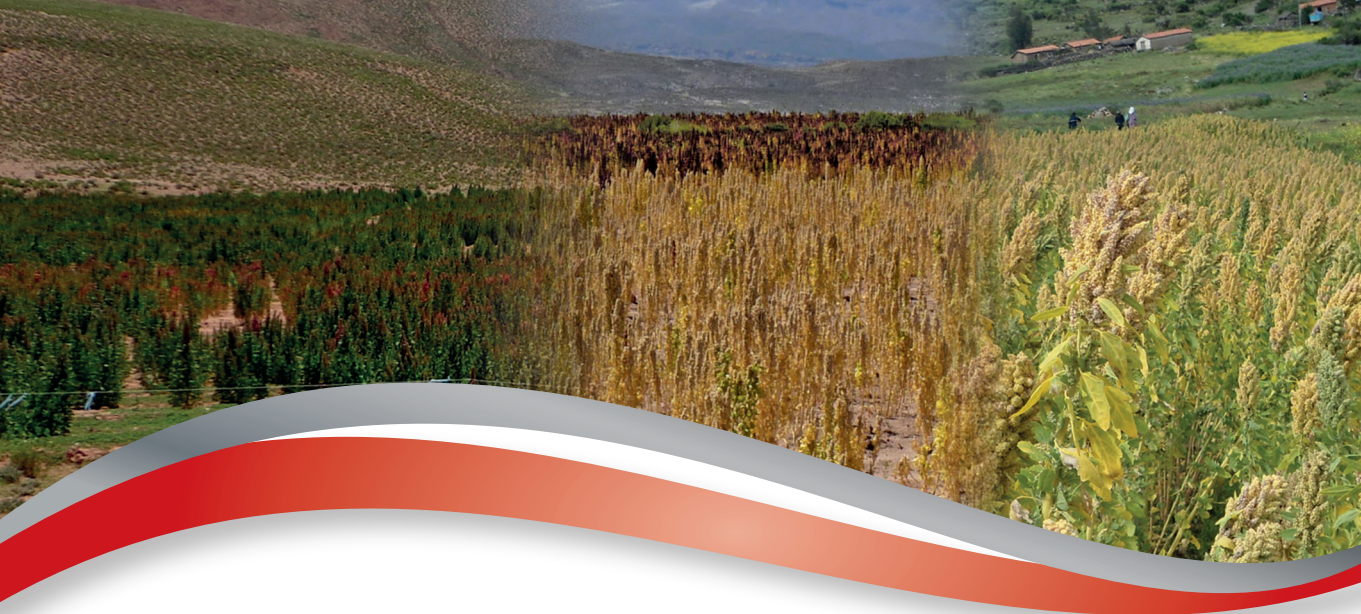
El libro se inicia con una descripción de las zonas agroecológicas de la región Andina, que muestra la influencia de las condiciones climáticas, particularmente la precipitación pluvial y la temperatura, en los sistemas de cultivo y la incidencia de plagas.

Continúa con las fases fenológicas del cultivo, muy importantes para entender los momentos críticos del ataque y daño de las plagas que afectan el desarrollo de la planta y la producción de granos de calidad, así como los momentos más oportunos para el control.



Luego el libro describe los grupos o “complejos” de insectos plaga más importantes: Complejo Noctuídeo y Complejo Polillas, y otras plagas ocasionales de menor importancia. El libro contribuye con información actualizada de la taxonomía de cada insecto, además de ciclo biológico, daños y medidas de control. En lo que respecta a las enfermedades, causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos se describe su importancia, sintomatología, ciclo y epidemiología. Finalmente se presenta las estrategias para el manejo integrado diferenciando el tipo de agricultura, si tiene una orientación a la producción orgánica o convencional.





ZONAS AGROECOLÓGICAS DE PRODUCCIÓN DE QUINUA

La quinua es una especie originaria de la zona Andina, principalmente de Bolivia y Perú, donde fue domesticada por culturas ancestrales como la Aymara y la Quechua y es cultivada desde hace miles de años.

La quinua ha tomado un interés mundial por las características sobresalientes de su grano y su gran rusticidad para ser cultivada, entre ellas: su alta calidad nutritiva (representada por su rica composición de aminoácidos esenciales), su condición libre de gluten, fácil digestión y versatilidad en la cocina. A ella se suma, su amplia variabilidad genética, su capacidad de adaptación a condiciones adversas de clima y suelo en diferentes agroecosistemas desde el nivel del mar hasta los 4.200 m de altitud, desde climas desérticos hasta climas tropicales y húmedos.

**Wilfredo Rojas
Fernando Patiño**

La declaración del Año Internacional de la Quinua el 2013, ha sido un factor determinante para su promoción a nivel mundial, como una opción de cultivo para zonas pobres y marginales, pero también para países con una agricultura industrial.

El incremento significativo de superficies cultivadas de quinua en muy corto tiempo¹ ha traído varios desequilibrios ecológicos, entre ellos la proliferación de plagas y enfermedades, que en algunos casos pueden causar severas pérdidas del cultivo.

¹ El 2002 se cultivaron 37.000 ha en Bolivia y 35.000 en Perú y el 2013 la superficie alcanzó a 132.000 ha en Bolivia y 52.000 ha en Perú.



Por otro lado, la quinua está siendo introducida y cultivada en diferentes países en varios continentes. En Europa: Inglaterra, Suecia, Dinamarca, Holanda, Italia y Francia; en Estados Unidos en los estados de Colorado, Nevada, Oregón y Washington; en Canadá en las praderas de Ontario; en África, en Kenia y recientemente en Malawi como una alternativa para la reducción del hambre y la pobreza; en Asia, en la región del Himalaya, en las planicies del norte de la India, China y Pakistán y en zonas tropicales como las sabanas de Brasil.

Existe poca información a la fecha sobre las plagas y enfermedades de estas zonas nuevas en la producción extensiva de quinua; sin embargo, como se puede anticipar, en la medida que las superficies de cultivo se incrementen también lo harán sus problemas.

A continuación se realiza una breve descripción de las zonas agroecológicas donde se cultiva quinua en la región Andina.

1.1. ZONAS AGROECOLÓGICAS DE PRODUCCIÓN DE QUINUA EN LA REGIÓN ANDINA

Los Andes constituyen uno de los sistemas montañosos más importantes del mundo, ya que contiene muchos nichos especiales con gran cantidad de asociaciones de plantas. En la región Andina es posible encontrar zonas agroecológicas que albergan una importante diversidad y variabilidad de quinua con características propias en cuanto a sus rasgos botánicos, agronómicos y de adaptación del cultivo.

Asimismo, estas zonas han desarrollado sistemas particulares de producción (según sus condiciones agroecológicas), donde se presentan diferentes plagas y enfermedades que afectan al cultivo de quinua.

Las zonas agroecológicas de producción de quinua se subdividen en cinco grupos mayores: Salares, Altiplano, Valles Interandinos, a Nivel del Mar y Yungas o Ceja de Selva (Lescano 1989; Tapia 1990; Rojas y Pinto 2013).

1.1.1. Zona agroecológica de los Salares

Es la principal zona de producción de quinua de la región Andina, la cual en su mayoría es certificada como orgánica y destinada a la exportación, se ubica principalmente en el Altiplano Sur de Bolivia y parte del Altiplano Norte de Chile donde, por sus condiciones agroecológicas, no es posible desarrollar otro cultivo. Los cultivos de quinua de esta zona, crecen en las áreas circundantes a los salares de Uyuni y Coipasa de los departamentos de

Oruro y Potosí en Bolivia y en las zonas de Parinacota, Tarapacá y Atacama en Chile.

En la parte boliviana la precipitación promedio varía entre 200 a 250 mm anuales. A pesar de ser una zona desértica y en la que no se cuenta con riego, la quinua presenta buen desarrollo, mostrando su gran capacidad de adaptación a zonas secas y frías. En esta zona es donde se producen las quinuas de mayor tamaño de grano (2.20 a 2.67 mm de diámetro), conocidas como “Quinua Real”, las cuales son muy apreciadas por el mercado internacional (Rojas y Pinto 2013).

Esta zona agroecológica se caracteriza por ser muy seca, por tanto, son pocas las enfermedades presentes en ella. Por el contrario, las plagas insectiles han proliferado en los últimos años, entre ellas: las mariposas nocturnas, conocidas como ticonas (*Helicoverpa quinoa*, *Copitarsia incommoda*, *Dargida acanthus*) y la que reviste aún mayor importancia, la polilla (*Eurysacca quinoae*), que puede ocasionar pérdidas de hasta el 35% de la producción (Quispe, *et al* 2009; Saravia, *et al* 2009).

1.1.2. Zona agroecológica del Altiplano

Zona agroecológica que corresponde al Altiplano peruano – boliviano, situado entre los 3.600 a 3.800 msnm, la estación lluviosa se extiende de septiembre a marzo, con una precipitación que fluctúa de 350 a

500 mm anuales. En las comunidades circundantes al lago Titicaca se practica una agricultura intensiva en pequeñas superficies, se cultiva una gran diversidad de ecotipos de quinua como parte de la cultura y gastronomía local. En esta zona la quinua comparte el sistema de producción con cultivos como papa, haba, cebada y pastos.

En los periodos de mayor humedad o años particularmente lluviosos, en esta zona se presentan ataques severos de la enfermedad del Mildiu (*Peronospora variabilis*), exigiendo el control químico o el uso de variedades resistentes. También se presentan otras enfermedades, pero de menor importancia.

En los periodos de sequía o años secos, las plagas son un serio factor limitante del cultivo, especialmente las mariposas nocturnas o ticonas y la polilla de la quinua (Quispe, *et al* 2009; Saravia, *et al* 2009). También se presentan otras plagas ocasionales como epitrix y trips, que provienen de la papa u otros cultivos.

1.1.3. Zona agroecológica de Valles Interandinos

Esta zona agroecológica está situada entre los 2.500 a 3.500 msnm y presenta una precipitación promedio de 500 mm anuales. En ella el cultivo se encuentra en expansión, debido a que sus suelos son más fértiles y se obtienen mejores rendimientos. En el caso de los valles de Ecuador, los suelos aptos para el cultivo de cereales de clima templado y frío, también son aptos para la quinua (Burgasi, *et al* 1990). El clima es variable por su

topografía, encontrándose en unos pocos kilómetros varios pisos mesotérmicos.

En esta zona, el Mildiu es el factor más limitante para el desarrollo de la quinua, debido a la mayor precipitación y humedad relativa, puede generar un ataque y destruir completamente el cultivo. Sin embargo, en los últimos años, la producción de quinua, se ha visto estimulada por el desarrollo de variedades tolerantes al Mildiu, de maduración uniforme y de buen rendimiento. En Ecuador, los mayores volúmenes de producción provienen de esta zona agroecológica y en Perú están ampliando el cultivo a estos Valles Interandinos para cubrir los volúmenes de demanda nacional e internacional.

También se presentan otras enfermedades pero de menor importancia, entre ellas resalta la Mancha Circular presente en Ecuador (Burgasi, *et al* 1990), cuyo agente causal es *Passalora dubia*.

Entre las plagas más importantes está la polilla de la quinua, ya que la incidencia de las larvas de mariposas nocturnas es de menor importancia comparada con la de zonas más altas. La quinua en esta zona comparte el sistema de producción con la papa, frutales, forrajes, etc. por ello se presentan varias plagas ocasionales como cigarritas, áfidos, epitrix, trips y mosca minadora.

1.1.4. Zona agroecológica del Nivel del Mar

Esta zona agroecológica corresponde al secano costero y precordillerano de Chile central y sur, en donde los suelos son pobres y degradados y la quinua es

cultivada principalmente para el consumo familiar por pequeños agricultores (Vaes, *et al* 2005; Bazile 2013). En el sur de Chile en el territorio Mapuche, la quinua es cultivada en huertos familiares en asociaciones con cultivos hortícolas locales empleando técnicas agroecológicas tradicionales.

En el caso del Perú, recientemente se inició la producción de quinua en la Costa (a Nivel del Mar), en las zonas de Piura, Chiclayo, Lima, Ica y Arequipa principalmente, bajo tecnología convencional, que incluye ferti-irrigación y alta aplicación de bioinsumos.

La incidencia de plagas y enfermedades a la fecha no reviste importancia económica. En el caso de la costa de Chile se reportó la presencia de minadores foliares (*Liriomyza* spp.), pulgones (*Myzus persicae*) y entre las enfermedades el Mildiu (Vaes, *et al* 2005). En el caso de la costa de Perú, se han reportado la polilla y el Mildiu como los principales problemas del cultivo.

1.1.5. Zona agroecológica de los Yungas o Ceja de Selva

Un grupo reducido de quinuas se ha adaptado a las condiciones de los Yungas o Ceja de Selva de Bolivia, a una altitud entre los 1.500 y 2.200 msnm. Se caracterizan por ser de desarrollo algo ramificado, alcanzando alturas de hasta 2.20 m.

Actualmente esta zona no tiene importancia en la producción de quinua en Bolivia.



Referencia bibliográfica

- Bazile, D. 2013. La quinua, un catalizador de innovaciones. *Perspective – Estrategias de Desarrollo*. FR. 20 p.
- Burgasi, G; Pavón, J; von Rütte, S. 1990. Cultivo Comercial. In *Quinua, hacia su cultivo comercial*. Ed. C Wahli. Latinreco S.A. Quito, EC. p. 117-134.
- Lescano, JL. 1989. Avances sobre los recursos fitogenéticos altoandinos. In *Curso 'Cultivos Andinos'*, (1989, Potosí, BO). p. 19-35.
- Quispe, R; Saravia, R; Aduviri, G; Castillo, C. 2009. Clasificación de las especies del complejo ticona de la quinua en plagas clave y ocasionales. In *Congreso Nacional de la Asociación Boliviana de Protección Vegetal*, (5to, 2009, Sucre, BO). *Memorias*. p. 45-49.
- Rojas, W; Pinto, M. 2013. La diversidad genética de quinua de Bolivia. In *Congreso Científico de la Quinua Memorias*. Ed. M Vargas. La Paz, BO. p. 77-92.
- Saravia, R; Castillo, C; Pogue, M; Bonifacio, A. 2009. Identificación de lepidópteros asociados al cultivo de la quinua. In *Congreso Nacional de la Asociación Boliviana de Protección Vegetal*, (5to, 2009, Sucre, BO). *Memorias*. p. 97-99.
- Tapia, M. 1990. Cultivos Andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIAA – FAO, Oficina para América Latina y El Caribe, Santiago de Chile.
- Vaes, E; Martinez, E; Jorquera, C; Jara, P; Vásquez, C. 2005. Manual de cultivo para la producción de quinua en la Región Semiárida de Chile. Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas – CEAZA. La Serena, CL.



II. FASES Y ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE LA QUINUA

La fenología se refiere a los cambios externos visibles del proceso de desarrollo de la planta, que es influenciada por diversos factores como las condiciones ambientales, latitud, altitud, época de siembra, tipo de suelo, genotipo, entre otros (Mujica, *et al* 2004; Mullo 2011). El conocimiento de las fases fenológicas es muy importante para efectuar las labores culturales e identificar épocas críticas del cultivo.

El cultivo de la quinua registra un periodo vegetativo de cuatro a ocho meses dependiendo de la variedad. Es una planta herbácea de 0.8 a 3 m de alto y su inflorescencia forma una panoja (Fig. 1). La planta puede ser verde, púrpura o roja a la floración; es verde cuando las hojas, el tallo y la panoja son verdes; es púrpura cuando las hojas y el tallo son verdes y la panoja coloreada y es roja cuando toda la planta es coloreada.

Raúl Saravia
Alejandro Bonifacio



Figura 1. Planta de quinua roja y verde.

Las plantas y las panojas a la madurez fisiológica pueden registrar diversos colores y tonalidades, pasando por el amarillo, rosado, rojo, púrpura y morado, incluyendo dos o tres colores en una misma panoja.

Publicaciones sobre manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de la quinua, mencionan con frecuencia las fases fenológicas en las que se presentan estas plagas. Mujica, *et al* (2004) describen 13 fases fenológicas en la quinua.

2.1. FASES FENOLÓGICAS

En este documento, con fines prácticos se describen a continuación 10 fases fenológicas, desde la emergencia hasta la madurez fisiológica en la zona agroecológica del Altiplano.

Cotiledonal. Ocurre de los 5 a 6 días después de la siembra, en condiciones adecuadas de humedad, es cuando los cotiledones aún unidos emergen del suelo a manera de una cabeza de fósforo (Fig. 2). En esta etapa, por exposición de la semilla encima del talluelo, es muy susceptible de ser consumido por las



Figura 2. Cotiledones.

aves, del mismo modo, en este estado las plántulas son también susceptibles a la enfermedad de la Marchitez a la Emergencia.

Dos hojas verdaderas. Ocurre de 15 a 20 días después de la siembra, mostrando un crecimiento rápido del sistema radicular. Se identifica cuando, además de las dos hojas cotiledonales, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya tienen forma romboidal y con nervaduras claramente distinguibles (Fig. 3). Además ya se encuentran en botón foliar el siguiente par de hojas. En esta fase puede ocurrir el ataque de los gusanos cortadores de plantas tiernas (*Agrotis*, *Copitarsia*) y todavía son susceptibles a la enfermedad de la Marchitez a la Emergencia.



Figura 3. Dos hojas verdaderas.

Ramificación. Ocurre entre los 45 a 50 días después de la siembra; se observan ocho hojas verdaderas extendidas, las hojas cotiledonales se caen y dejan cicatrices claramente notorias en el tallo, asimismo, se advierte la presencia de la inflorescencia protegida por las hojas (Fig. 4). En esta fase se efectúa el aporque en las quinuas de valle (Mujica,



Figura 4. Ramificación.

et al 1998). Se nota con mucha nitidez, en las hojas, la presencia de cristales de oxalato de calcio dando una apariencia cristalina e incluso de colores, que caracterizan a los distintos genotipos. Hasta esta fase el crecimiento de la planta es lento, para luego alargarse rápidamente. Las plantas se notan establecidas y se reduce el espacio por aumento de la biomasa. Es la etapa de mayor resistencia al frío. Cuando existe humedad ambiental mayor al 85%, a partir de esta fase se puede presentar el Mildiu (*Peronospora variabilis*) hasta la cosecha.

Inicio panojamiento. Ocurre de los 55 a 60 días después de la siembra; es cuando la inflorescencia va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeraciones de hojas pequeñas (con bastantes cristales de oxalato de calcio), las cuales llegan a cubrir la panoja en sus tres cuartas partes (Fig. 5). También se aprecia el amarillamiento del primer par de hojas verdaderas (hojas que dejaron de ser fotosintéticamente activas) y una fuerte elongación y engrosamiento del tallo. Cuando ocurren descensos severos de temperatura, la parte más sensible a las



Figura 5. Inicio panojamiento

heladas no es el ápice, sino por debajo de éste, dando lugar al colgado del ápice (Mujica y Canahua 1989). En esta fase puede ocurrir el ataque de la primera generación de la polilla, *Eurysacca quinoae* (Saravia y Quispe 2006).

Panojamiento. Ocurre de los 65 a 70 días después de la siembra; es cuando la inflorescencia sobresale con mucha nitidez por encima de las hojas superiores, notándose los glomérulos de la base de la panoja, los botones florales individualizados sobre todo los apicales (Fig. 6).



Figura 6. Panojamiento.

Inicio de floración. Ocurre de los 75 a 80 días después de la siembra; es cuando las flores hermafroditas apicales de los glomérulos que conforman la inflorescencia, se encuentran abiertas mostrando los estambres separados de color amarillo (Fig. 7). Las hojas inferiores se tornan amarillentas y defolian, sobre todo aquellas de menor eficiencia fotosintética. Esta fase es muy sensible a la sequía y heladas (Mujica, et al 2004). La defoliación se acelera cuando se presenta el Mildiu y el Moho Verde.



Figura 7. Inicio de floración.

Floración. Ocurre de los 90 a 100 días después de la siembra; es cuando el 50% de las flores de la inflorescencia principal (cuando existen inflorescencias secundarias) se encuentran abiertas, existe abundante polen en los estambres que tienen una coloración amarillenta (Fig. 8).

Esta etapa, debe observarse a medio día, ya que en horas de la mañana y al atardecer las flores se encuentran



Figura 8. Floración.

cerradas, por ser heliófilas. La planta elimina en mayor cantidad las hojas inferiores menos activas fotosintéticamente. Esta fase es muy sensible a las heladas, pudiendo resistir sólo hasta -2°C .

Grano lechoso. Ocurre de los 100 a 130 días de la siembra; esta fase se reconoce cuando los frutos al ser presionados entre las uñas de los dedos pulgares, explotan y dejan salir un líquido lechoso (Fig. 9).

En esta fase el déficit de agua es perjudicial para la producción, pudiendo dar lugar a granos pequeños o vanos.

Grano pastoso o masoso. Es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, ocurre de los 130 a 160 días de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de *E. quinoae*



Figura 9. Grano lechoso.

causa daños considerables, asimismo, el déficit de humedad afecta bastante a la producción (Fig. 10) (Saravia y Quispe 2006).



Figura 10. Grano pastoso o masoso.

Madurez fisiológica. Ocurre de los 160 a 180 días de la siembra; es la fase en la que la planta completa su madurez (Fig. 11). Se reconoce cuando los granos al ser presionados por las uñas presentan resistencia a la penetración, en esta etapa el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%. El lapso comprendido desde la floración hasta la madurez fisiológica viene a constituir el periodo de llenado de grano. En esta etapa se pueden presentar algunas enfermedades ocasionales como: Mancha Ojival, Podredumbre Marrón, Mancha Foliar, Mancha Circular y Mancha Bacteriana.



Figura 11. Madurez fisiológica.

Según algunas observaciones las quinuas que se encuentran en la fase fenológica de grano pastoso y madurez fisiológica, toleran hasta -6°C bajo cero.

Referencias Bibliográficas

- Mujica, A.; Canahua, A. 1989. Fases fenológicas del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). In Curso Taller Fenología de cultivos andinos y uso de la información agrometeorológica, (1989, Salcedo, PE). INIAA, FEZA-ILLPA, PICA, PISA. Puno, PE. p. 23-27.
- Mujica, A; Jacobsen, S; Izquierdo, J; Marathee, J. 1998. Libro de Campo Prueba Americana y Europea de quinua. Red de Cooperación Técnica en Producción de Cultivos Alimenticios de la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Puno, PE. p. 19-27.
- Mujica, A; Ortiz, R; Rossel, R; Canahua, J; Ruiz, A; Apaza, V. 2004. Diversidad genética de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. p. 121-136.
- Mullo, AD. 2011. Respuesta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a tres tipos de abonos orgánicos, con tres niveles de aplicación bajo el sistema de labranza mínima, en la comunidad, Chacabamba Quishuar, Provincia de Chimborazo. Tesis Ing. Ag. Riobamba, EC. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales.
- Saravia, R; Quispe, R. 2006. Manejo Integrado de las Plagas Insectiles del Cultivo de la Quinua. In Manejo Agronómico de la Quinua Orgánica, (2006, La Paz, BO). Fascículo 4. Módulo 2. Programa Apoyo a la Quinua Altiplano Sur. Fundación AUTAPO, Fundación PROINPA. 105 p.



INSECTOS PLAGA DEL CULTIVO DE LA QUINUA

El cultivo de la quinua sufre el ataque de varios insectos plaga en distintas fases de su desarrollo. La literatura consultada¹ permitió elaborar un listado de 57 especies de insectos fitófagos asociados al cultivo de la quinua (Cuadro 1), de las cuales 24 pertenecen al orden Lepidóptera, 15 a Coleóptera, cuatro a Homóptera, 10 a Hemíptera, dos a Thysanoptera, una a Díptera y una a Ortóptera. Estas especies, dependiendo del tipo de aparato bucal que poseen, pueden comportarse como masticadores, minadores de hojas, consumidores de polen o picadores-chupadores. De esta diversidad de especies, las que se alimentan de las hojas y granos (larvas de noctuides y la polilla de la quinua) son los insectos plaga más comunes e importantes. Las

otras especies, que son la mayoría, sólo conviven con el cultivo o son visitantes fortuitos, no se reportan pérdidas económicas por su causa.

En general, la frecuencia e intensidad de los insectos plaga en los campos de cultivo varía con la ubicación geográfica, la presencia de los enemigos naturales y las condiciones ambientales favorables o desfavorables.

En las zonas agroecológicas de los Salares y el Altiplano, donde se cultiva más del 80% de la producción mundial de quinua, los principales problemas con insectos plaga corresponden a los complejos “Noctuídeo” y “Polilla de la Quinua”, por lo que cada uno tendrá una descripción detallada sobre su biología, ecología y alternativas de control. Los otros insectos plaga serán descritos en base a la información técnica disponible a la fecha.

1 Zanabria y Mujica 1977; Mujica 1993; Zanabria y Banegas 1997; Mujica, *et al* 1998; Lamborot y Araya 1999; Ortiz 2001; Rasmussen, *et al* 2003; Saravia y Quispe 2006; Rodríguez 2013)

Cuadro 1. Insectos fitófagos asociados al cultivo de la quinua (ordenados en base a la mayor frecuencia de especies por orden)

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Lepidóptera	Gelechiidae	<i>Eurysacca</i>	<i>E. melanocampta</i> (Meyrick)
			<i>E. quinoae</i> Povolný
	Geometridae	<i>Perizoma</i>	<i>P. sordescens</i> Dognin
	Noctuidae	<i>Agrotis</i>	<i>A. ipsilon</i> (Hufnagel)
			<i>Copitarsia</i>
		<i>C. incommoda</i> Walker	
		<i>C. turbata</i> Herrich – Schaeffer *	
		<i>Dargida</i>	<i>D. graminivora</i> Walker
			<i>D. acanthus</i> Herrich - Schaeffer
		<i>Feltia</i>	<i>F. experta</i> Walker
		<i>Helicoverpa</i>	<i>H. quinoa</i>
			<i>H. titicacae</i> Hardwick
			<i>H. atacamae</i>
		<i>Heliothis</i>	<i>H. zea</i> (Boddie)
			<i>H. titicaquensis</i>
		<i>Peridroma</i>	<i>P. saucia</i> (Hübner)
	<i>Pseudaletia</i>	<i>P. unipunctata</i> Haworth	
		<i>P. interrupta</i> Maassen	
	<i>Spodoptera</i>	<i>S. eridania</i> (Cramer)	
		<i>S. frugiperda</i> (J. E. Smith)	
Pyralidae	<i>Herpetogramma</i>	<i>H. bipunctalis</i> (Fabricius)	
		<i>Spoladea</i>	
		<i>Pachyzancla</i>	
		<i>Hymenia</i>	
Coleóptera	Bruchidae	<i>Acanthoscelides</i>	<i>A. diasanus</i> (Pic)
	Chrysomelidae	<i>Acalymma</i>	<i>A. demissa</i>
			<i>Calligrapha</i>
		<i>Diabrotica</i>	<i>Diabrotica</i> spp.
			<i>Diabrotica specios</i>
	<i>Epitrix</i>	<i>E. subcrinita</i> LeConte,	
		<i>E. yanazara</i> Bechyne	
Curculionidae	<i>Adioristus</i>	<i>Adioristus</i> sp.	

*Sinónimo de *C. decolora*

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE
Coleóptera	Meloidae	<i>Epicauta</i>	<i>E. latitarsis</i> Haag
			<i>E. marginata</i> Fabricius
		<i>E. willei</i> Denier	
		<i>Meloe</i>	<i>Meloe</i> sp.
	Melyridae	<i>Astylus</i>	<i>A. luteicauda</i> Champ
			<i>A. laetus</i> Erichson
Tenebrionidae	<i>Pilobalia</i>	<i>Pilobalia</i> sp.	
Homóptera	Aphididae	<i>Aphis</i>	<i>A. craccivora</i> Koch
			<i>A. gossypii</i> Glover
		<i>Macrosiphum</i>	<i>M. euphorbiae</i> (Thomas)
		<i>Myzus</i>	<i>M. persicae</i> (Sulzer)
Hemíptera	Cicadellidae	<i>Anacuerna</i>	<i>A. centrolinea</i> (Melichar)
		<i>Bergallia</i>	<i>Bergallia</i> sp.
		<i>Borogonalia</i>	<i>B. impressifrons</i> (Signoret)
		<i>Empoasca</i>	<i>Empoasca</i> spp.
		<i>Paratanus</i>	<i>Paratanus</i> spp.
			<i>P. exitiosus</i> (Uhler)
	<i>P. yusti</i> Young		
	Lygaeidae	<i>Geocoris</i>	<i>Geocoris</i> sp.
	Miridae	<i>Rhinacloa</i>	<i>Rhinacloa</i> sp.
Nabidae	<i>Nabis</i>	<i>Nabis</i> sp.	
Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella</i>	<i>F. tuberosi</i> Moulton
			<i>F. tabaci</i> Lindeman
Díptera	Agromyzidae	<i>Liriomyza</i>	<i>L. huidobrensis</i> Blanchard
Ortóptera	Gryllidae	<i>Gryllus</i>	<i>G. assimilis</i> Fabricius



3.1. EL COMPLEJO NOCTUIDEO

En esta publicación, se denomina complejo noctuideo a un conjunto de insectos que pertenecen a los géneros *Helicoverpa*, *Copitarsia* y *Agrotis*, cuyas larvas causan serios daños al cultivo de la quinua, particularmente en las zonas de producción de Bolivia y Perú, aunque también han sido reportados en Chile, Argentina, Ecuador y Colombia.

En Bolivia, el complejo noctuideo está constituido por las especies *Helicoverpa quinoa*, *Copitarsia incommoda* y *Helicoverpa titicacae*. En cambio en el Perú, está constituido por las especies *Copitarsia turbata* y *Agrotis ipsilon*. Los adultos de estas especies son mariposas nocturnas, dependiendo de la zona, reciben diferentes denominaciones, por

Raúl Saravia
Reinaldo Quispe
Milton Villca
Vladimir Lino

ejemplo en Bolivia los denominan Rafaelitos o *Alma Q'ipis* «fon. *Alma Q'epis*» y son considerados malagüeros, en el Perú los denominan Palomillas. Las larvas de estos insectos, también tienen variadas denominaciones, en Bolivia, se las conocen con los nombres de Ticonas, *Tikuchis* o Gusano de Tierra. En el Perú, los agricultores, las denominan Gusanos de Tierra. A continuación se describen las diferentes especies de noctuideos.

3.1.1. *Helicoverpa quinoa*

Un reciente trabajo de Michael Pogue del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) en coordinación con entomólogos de la Fundación PROINPA, basado en ADN Mitocondrial y disección de genitalias (Pogue 2014), clarifica que la especie *Helicoverpa gelotopoeon*, corresponde a *Helicoverpa quinoa*. Este especialista también indica que sería difícil diferenciar las especies *H. quinoa*, *H. gelotopoeon* y *H. titicacae* sólo por caracteres morfológicos.

Basados en esta nueva información la especie más común e importante de insecto plaga del cultivo de la quinua en el Altiplano boliviano es la especie *H. quinoa*, responsable de importantes pérdidas del orden del 20% de la producción.

En este marco, también es razonable pensar que los reportes de *H. gelotopoeon* atacando quinua en otros países, en realidad correspondan a *H. quinoa*.

El agroecosistema del Altiplano boliviano donde se encuentra este insecto plaga es muy amplio, varía desde zonas secas, ubicadas en los alrededores de los Salares de Uyuni y Coipasa, hasta húmedas ubicadas al contorno del lago Titicaca (Anexo 1).

Con el dinámico movimiento de la quinua, existe el inminente riesgo de la dispersión de este insecto plaga en



Espécimen adulto de *Helicoverpa quinoa*.

agroecosistemas similares en las zonas andinas de otros países de Sud América como Perú, Ecuador, Chile y Argentina.

Por otro lado, no queda claro si *H. gelotopoeon*, una especie ampliamente distribuida en el mundo (que ataca varios cultivos), también sea un insecto plaga de la quinua. Aunque por su característica polífaga, es posible que se constituya en un problema importante en las nuevas zonas de producción.

Clasificación taxonómica

Helicoverpa quinoa fue clasificada de la siguiente manera:

- Clase : Insecta
- Orden : Lepidóptera
- Familia : Noctuidae
- Género : *Helicoverpa*
- Especie : *H. quinoa* Pogue & Harp

Descripción morfológica

Adulto, es robusto y posee antenas filiformes, mide alrededor de 19 mm de largo y tiene 35 a 45 mm de expansión alar. La hembra es de color pardo con

franjas oscuras en las alas anteriores y dos pequeñas manchas oscuras ligeramente circulares sobre las mismas; el macho es de color verdoso claro con manchas en las alas, generalmente menos aparentes que en la hembra.

En ambos sexos las alas posteriores son blanquecinas con franjas oscuras en sus bordes posteriores.

Huevo, la hembra coloca los huevos en forma aislada en los bordes terminales de las hojas.

Larva, su color varía de amarillo a verde claro y negro, esta especie alcanza de 30 a 35 mm (5to estadio). El periodo larval abarca entre 12 y 20 días, para finalmente empupar en el suelo. Posee una serie de bandas dorsales finas, longitudinales claras y oscuras, con bandas laterales de color blanco.

Pupa, es obtecta, de color naranja brillante, con las divisiones intersegmentales claramente visibles y las marcas oculares de color negro. Cuando el adulto está próximo a emerger, la pupa toma una coloración oscura.

Como característica importante, el cremaster está formado por cuatro procesos a manera de espinas (Fig. 1).

Ciclo biológico de *Helicoverpa quinoa*

De acuerdo a estudios realizados por la Fundación PROINPA, el ciclo biológico de *Helicoverpa quinoa* es particular. De



Figura 1. Cremaster formado por cuatro procesos en *H. quinoa*

un total de 400 larvas sometidas a observación, un 50% de la población registró una duración de 223 ± 36 días de huevo a adulto (incluida la longevidad del adulto), un 25% permaneció en estado de pupa hasta el próximo periodo agrícola y un 15% murió antes de llegar a adulto.

La figura 2 muestra la duración de cada estado de desarrollo de *H. quinoa* criado en laboratorio a 25°C de temperatura y 60% de humedad relativa.

Según la figura 2, el periodo de incubación dura 5 ± 1 días, el periodo larval 26 ± 3 días, el periodo de pre pupa 9 ± 1 días, el periodo de pupa 175 ± 29 y el adulto vive entre 8 ± 2 días.

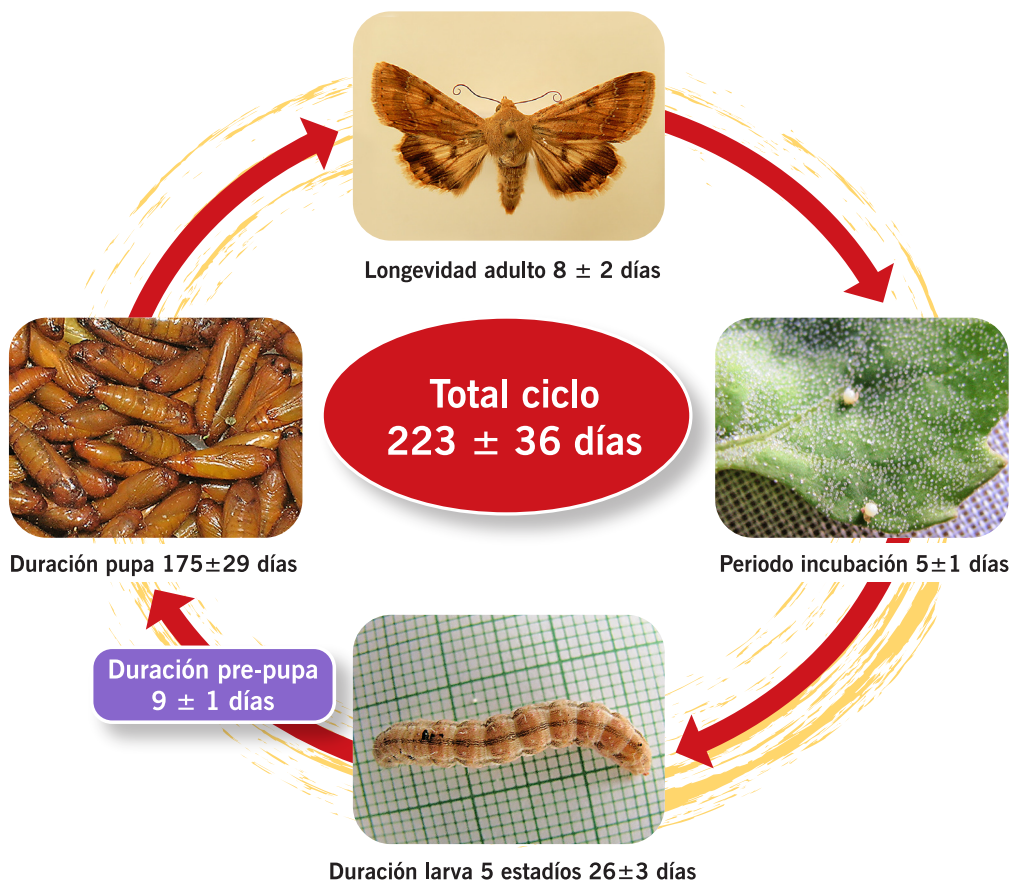


Figura 2. Ciclo biológico de *Helicoverpa quinoa*.

Comportamiento del adulto

En Bolivia, los insectos adultos de *H. quinoa* son generalmente crepusculares, pero con frecuencia se los observa alimentándose en el día sobre plantas de Botón de Oro o Q'illu-Q'illu «fon. Q'ellu Q'ellu» (*Hymenoxis robusta*), chachakuma «fon. Chachakoma» (*Senecio eriophyton*) y Malva o Qhura «fon. Qhora» (*Malva sylvestris*) donde en vuelos cortos pasan de flor en flor alimentándose de néctar (Fig. 3)



Figura 3. *H. quinoa* alimentándose sobre flores de Botón de Oro.

3.1.2.

Copitarsia incommoda



Espécimen adulto
de *Copitarsia incommoda*

Copitarsia incommoda Walker es un insecto noctuideo. La larva es polífaga, está presente desde México hasta Chile (Angulo y Weigert 1975) y causa pérdidas económicas importantes en los cultivos de quinua, isaño (mashua), haba, oca, tarwi, maíz, algodón, arroz, pastos, col, papa, alfalfa, arveja y vid (Angulo y Weigert 1975; Yabar y Baca 1981; Serna 1996; Vélez 1997). Los nombres científicos de los cultivos se detallan en el Anexo 2.

Esta especie se reporta en Bolivia y Perú (Anexo 3) como uno de los insectos plagas más importantes del cultivo de la quinua, particularmente en la zona de influencia del lago Titicaca, donde junto con la polilla de la quinua causan pérdidas económicas del orden del 30%. El comportamiento de este insecto es polífago, es decir que se alimenta de muchas especies vegetales, y el hecho de que está presente en muchos lugares

del mundo, lo convierte en una importante plaga potencial, donde se vaya a introducir y desarrollar el cultivo de quinua.

Clasificación taxonómica

Copitarsia incommoda fue clasificada de la siguiente manera:

- Clase: Insecta
- Orden: Lepidóptera
- Familia: Noctuidae
- Género: *Copitarsia*
- Especie: *C. incommoda* Walker

Descripción morfológica

Adulto, es una mariposa nocturna, tiene un cuerpo corto y robusto tapizado de escamas o pelos de color marrón oscuro (Saravia y Quispe 2006).

Presenta antenas débilmente plumosas. Tiene una expansión alar de 34 a 40 mm y una longitud de cuerpo de 20 a 25 mm.

Las alas anteriores son de color castaño gris claro o castaño gris oscuro, presentan una mancha orbicular circular castaño clara con un pequeño punto central, mancha reniforme castaño oscura con bordes castaño claros. Las alas posteriores, ventralmente son hialinas.

El abdomen es de color castaño grisáceo. La hembra ovíparosita en forma aislada o en pequeños grupos de cinco huevos en el haz o envés de las hojas. Pueden ovíparositar entre 800 a 1200 huevos.

Huevo, es ligeramente aplastado en la base y subesférico en la parte dorsal, mide de 0.8 a 1.52 mm de diámetro con 35 costas radiales, de donde sólo 17 llegan al área polar (Olivares y Angulo 2004). Recién ovíparositados, tienen una coloración blanco amarillenta, luego toman un color vinoso, hasta llegar a la eclosión con un color grisáceo.

Larva, al emerger es pequeña, mide en promedio 4.1 mm de longitud, se alimenta realizando raspaduras en el envés de las hojas y es muy sensible y delicada. Pasa por seis estadios larvales. Las larvas del último estadio llegan a medir en promedio 31.1 mm de longitud, presentan la cabeza castaño rojiza y el cuerpo de amarillo blanquecino a amarillo plomizo.

El área dorsal del cuerpo es castaño amarillento limitado por una franja negra a ambos lados, el área subdorsal negruzca, en algunos especímenes ligeramente enrojecidos, la banda oscura lateral es clara inmediatamente después de la muda, se oscurece progresivamente hacia el final del estadio tomando toda la larva un tono oscuro; el área ventral es amarilla o amarillenta rojiza. El espiráculo es amarillento oscuro circundado por una línea negra intensa brillante.

Existe una gran variación en la coloración de las larvas. Una vez completada la fase de larva, las orugas se dejan caer al suelo para empupar.

Pupa, al principio es de color amarillo y a medida que madura se torna a castaño rojizo oscuro, es oblonga, desnuda, mide 14 a 18 mm de largo y de 4 a 5 mm de ancho. El extremo cefálico moderadamente romo, aproximadamente los dos tercios anteriores son cilíndricos atenuados hacia el extremo posterior.

En vista lateral se distinguen seis espiráculos elipsoidales, verticales de bordes fuertemente prominentes, esclerosados y negros, correspondientes a los segmentos 2 y 7, en el octavo segmento el espiráculo está reducido a una línea negra sigmoidea.

Ciclo biológico de *Copitarsia incommoda*

La figura 4 muestra los valores promedio de las fases y estadios en días, así como el total de días necesario para completar el ciclo de una generación de *C. incommoda* criado bajo condiciones de laboratorio a 25 °C de temperatura y 65 % de humedad relativa (Choquehuanca 2011).

De acuerdo a esta figura, el periodo de incubación de los huevos tiene un promedio de 5.5 días, el larval 26.13 días, el periodo de pre-pupa dura 3.09 días, el de pupa 16.3 y el adulto vive 19.85 días, cumpliendo su ciclo en 70.87 días.

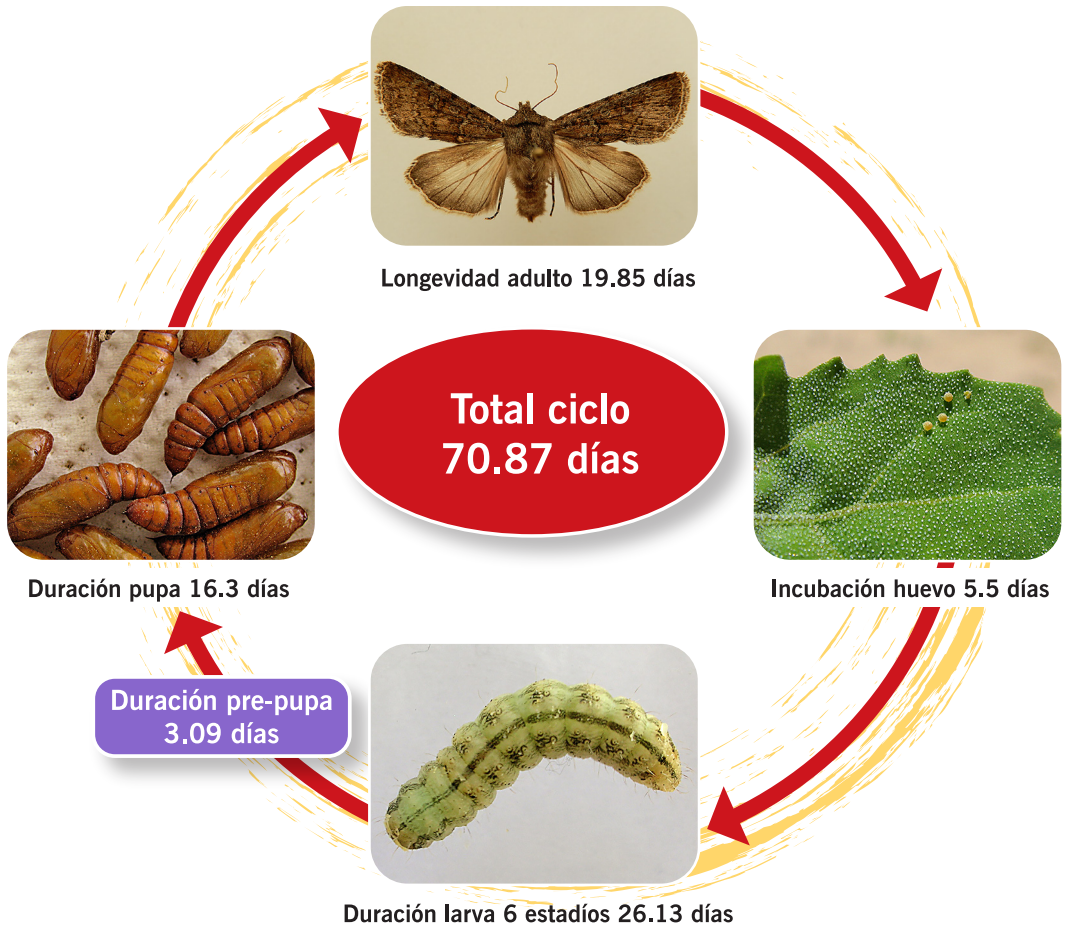


Figura 4. Ciclo biológico de *Copitarsia incommoda*.

3.1.3. *Copitarsia decolora*

Reportes sobre la taxonomía de *Copitarsia* muestran que hubo una confusión en la identificación de *Copitarsia decolora* y *Copitarsia turbata*.

El aspecto taxonómico del género *Copitarsia* fue revisado por Pogue y Simmons (2008), quienes indican que en el pasado *Copitarsia turbata* fue erróneamente identificada como *Copitarsia incommoda*. Los mismos autores designan a *Copitarsia decolora* (Guenée) como el nombre principal de este insecto plaga, donde *C. turbata* (Herrich-Schaeffer) pasa a ser sólo un sinónimo. Posteriormente, Angulo y Olivares (2009), llegan a la misma conclusión basados en la morfología de los huevos y larvas. Por tanto, *C. decolora* (Guenée) es el nombre taxonómico válido para la especie comúnmente conocida como *C. turbata* (Herrich-Schaeffer).

Según Angulo y Olivares (2003), *C. decolora* se encuentra registrada en Venezuela, Uruguay, Perú, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Argentina y Chile (Anexo 3). Las larvas de *C. decolora* atacan cultivos de raps, vid, alfalfa, alcachofa, cebolla, frambuesa, fresa, garbanzo, jojoba, espárrago, maíz, girasol, papa, remolacha, col, tabaco, trigo, ajo (Castillo y Angulo 1991; Angulo y Olivares 2003). Los nombres científicos de los cultivos se detallan en el Anexo 2.



Espécimen adulto
de *Copitarsia decolora*

Clasificación taxonómica

Copitarsia decolora fue clasificada de la siguiente manera:

- Clase : Hexapoda
- Orden : Lepidóptera
- Familia : Noctuidae
- Género : *Copitarsia*
- Especie : *C. decolora* (Guenée, 1852)

Sinonimias dadas por Simmons y Scheffer 2004

Copitarsia turbata Hampson 1906

Descripción morfológica

Adulto, es de tamaño mediano de color claro a gris, con manchas orbiculares y reniformes bien definidas. La cabeza es de color marrón con antenas largas biserradas y ciliadas en los machos y filiformes y ciliadas en las hembras (Simmons y Pogue 2004).

Huevo, ligeramente aplastado en su base con un diámetro de 0.58 mm, con 34 costas radiales semi onduladas, de

las cuales 21 llegan al área micropilar (Olivares y Angulo 2004).

Las masas de huevos agrupan 40 ó más, aunque algunos son puestos aislados, en pares o en pequeños grupos.

Larva, la cabeza es de color castaño-rojiza de 2.8 mm de ancho, el cuerpo es de color amarillo blanquizco-rojizo de 40 mm de largo y 6 mm de ancho (Angulo y Olivares 2004).

Pupa, es obtecta, desnuda de color castaño rojiza oscura de 14-18 mm de largo y 4-5 mm de ancho (Artigas y Angulo 1973).

Ciclo biológico de *Copitarsia decolora*

Según Moreno y Serna (2006) *C. decolora* demora un promedio de 71.50 ± 7.22 días de huevo hasta la emergencia de los adultos cuando son criados en invernadero a una temperatura de $17.72 \text{ }^\circ\text{C}$ y 65.26% de humedad relativa.

La longevidad del macho es de 18.44 días y de la hembra 15 días. Cada hembra coloca unos 1.000 huevos.

De acuerdo a la figura 5, el ciclo biológico de *C. decolora*, de huevo a adulto (incluido su longevidad) tiene una duración de 88.22 ± 13.22 días.

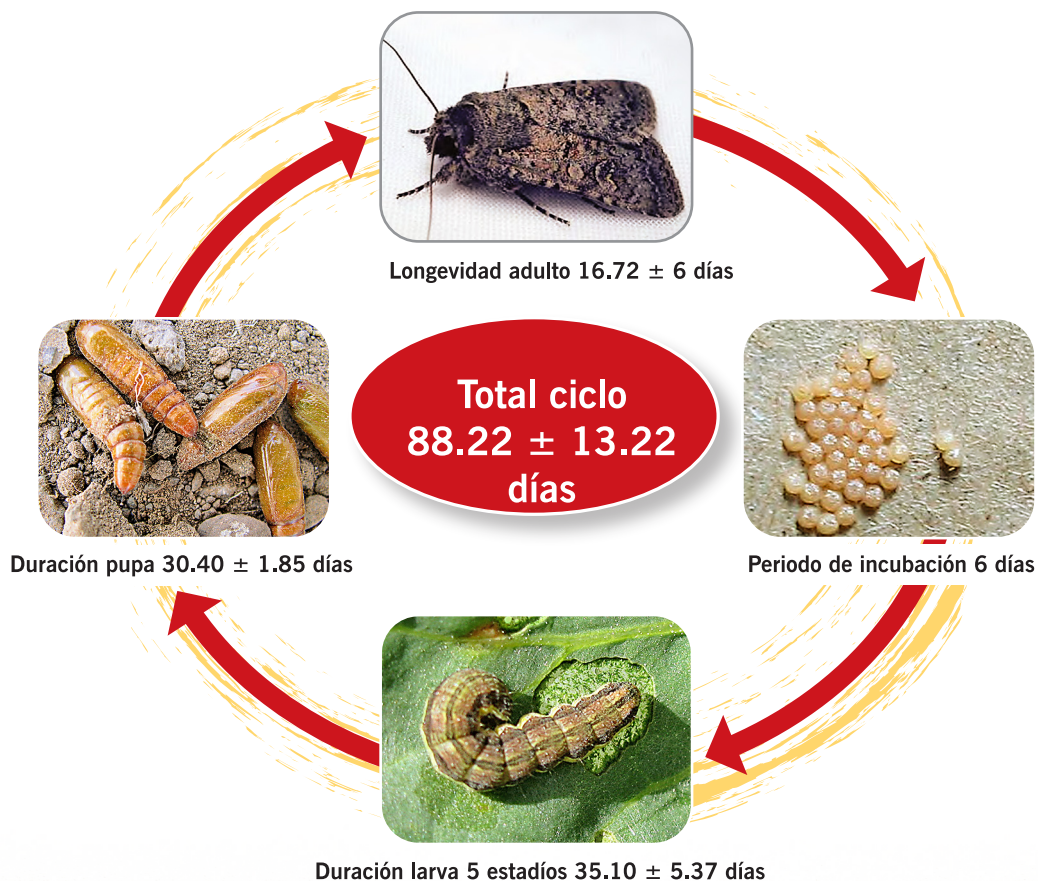


Figura 5. Ciclo biológico de *Copitarsia decolora*.

3.1.4.

Agrotis ipsilon

Las larvas de *Agrotis ipsilon*, conocidas comúnmente como gusanos de tierra o gusanos cortadores se encuentran ampliamente distribuidas en todo el mundo y particularmente en el área Andina donde son consideradas como insectos plaga de varios cultivos (Anexo 1). Las larvas atacan numerosas especies de plantas, entre las cuales se pueden citar a la lechuga, rábano, remolacha, espinaca, apio, acelga, ají, alfalfa, algodón, avena, brócoli, cebolla, maíz, crucíferas, dalia, espárrago, frambuesa, frutilla, maní, melón, papa, pimentón, repollo, sandía, tabaco, tomate, trébol, trigo, zanahoria, zapallo, entre otros (Artigas 1994; Pastrana 2004). Los nombres científicos de los cultivos se detallan en el Anexo 2.

La larva vive enterrada en el suelo, donde construye una celda protectora. Al crepúsculo y durante la noche sale para alimentarse de tallos, hojas y raíces de plantas jóvenes. Las larvas de los primeros estadios son principalmente comedores de hojas y en los últimos estadios cortadoras. Pueden pasar el verano como larva, fenómeno biológico conocido como diapausa estival. La pupación se realiza en la misma celda en el suelo. Los adultos pueden emerger en casi todo el año, pero principalmente en otoño. En invierno el insecto puede pasar como larva o pupa (Artigas 1994).



Espécimen adulto
de *Agrotis ipsilon*

Clasificación taxonómica

Agrotis ipsilon tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Clase	: Insecta
Orden	: Lepidóptera
Familia	: Noctuidae
Género	: <i>Agrotis</i>
Especie	: <i>A. ipsilon</i> Hufnagel

Descripción morfológica

Según San Blas (2014), *A. ipsilon* puede diferenciarse de otras especies de *Agrotis* por la siguiente combinación de caracteres: 1) Ala anterior más oscura entre la base y la línea postmedial; 2) margen externo de la reniforme con línea horizontal aguzada, proyectada entre venas M1-M2 hasta la línea postmedial; 3) línea subterminal clara, fuertemente cóncava entre venas, bordeada basal y apicalmente de negro, proyectándose hacia la base del ala como flechas, siendo las de mayor longitud las

ubicadas entre las venas M1-M2-M3; 4) uncus levemente curvado en toda su longitud y estrechado hacia el ápice y 5) vesica sin divertículos.

Adulto, es de color pardo grisáceo, posee una expansión alar de 45 a 50 mm y un cuerpo entre 22 a 26 mm de largo. Existen diferencias morfológicas y de coloración entre macho y hembra. Las antenas son bipectinadas en el macho y filiformes en la hembra; el macho tiene una coloración más clara que la hembra. Analizando el primer par de alas, en ambos sexos se puede observar una banda clara que corre paralela y próxima al margen externo. En el macho se pueden observar claramente tres rayas distales de forma triangular, menos perceptibles en las hembras debido a un sombreado oscuro en las 2/3 partes del ala. El segundo par de alas tiene un sombreado en el margen externo, que es más extendido y oscuro en las hembras. En ambos sexos el abdomen es más claro que el tórax (San Blas 2014).

Huevo, de color blanco, mide entre 0.5 a 0.6 mm de diámetro, tiene forma globular y ligeramente aplastado en su base, adornado por unas 40 líneas radiales y cubiertos de una secreción viscosa. Los huevecillos son colocados en el suelo en lugares húmedos (García, et al 2012).

Larva, mide entre 30 a 45 mm de largo en su último estadio. La cabeza es de color castaño rojizo. La cutícula es de color gris a casi negro de aspecto grasiento, en el lado ventral y lateral tiene adornos pálidos. En la línea media dorsal lleva una franja más clara, cuerpo con pocas cerdas, aunque tiene algunas dispuestas regularmente en cada segmento del abdomen, posee cinco pares de falsas patas y en cada una de ellas unos ganchitos dispuestos circularmente en su parte inferior.

Pupa, concluida la fase larvaria se introduce en el suelo donde empupa. Es de color café brillante, de aproximadamente 22 mm de largo. Cremaster terminado en dos puntas.

Ciclo biológico de *Agrotis ipsilon*

La figura 6 muestra la duración de los estados de desarrollo de *A. ipsilon* según Blenk, et al (1985) criados a 27 °C, 65-75% de humedad relativa y un fotoperiodo 14:10.

Según esta figura los huevos eclosionan en 3.83 ± 0.17 días, el periodo larval dura 20.6 ± 0.93 días, el de pre-pupa 2.11 ± 0.21 días, el de pupa 12.51 ± 0.36 días y el adulto vive 18.91 ± 3.36 días, totalizando su ciclo en 57.96 ± 5.03 días.

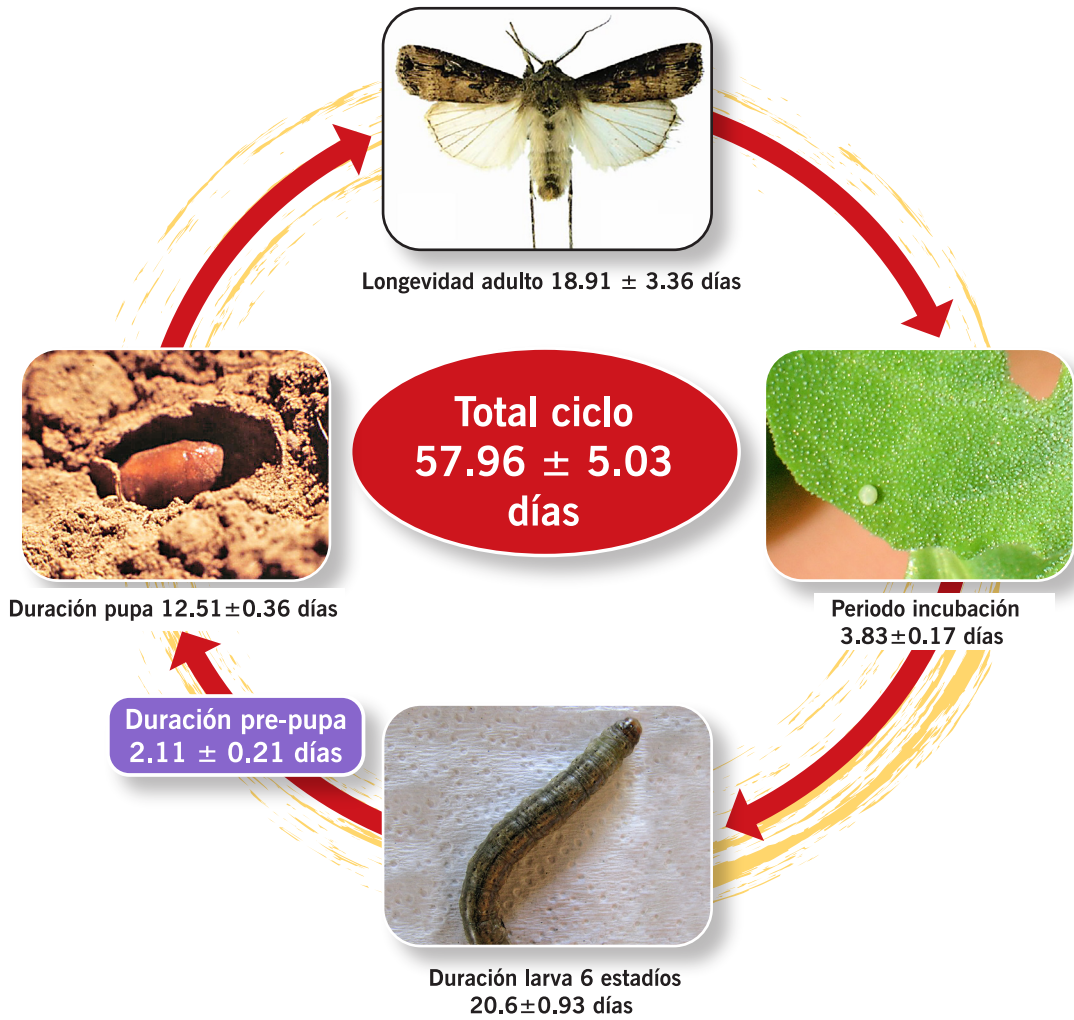


Figura 6. Ciclo biológico de *Agrotis ipsilon*.

3.1.5.

Enemigos naturales del Complejo Noctuido

En la quinua se presentan varios enemigos naturales de los noctuidos, los mismos se encuentran parcialmente estudiados. A la fecha no existe una producción ni uso extensivo de estos enemigos.

Los enemigos naturales de los insectos plaga se clasifican comúnmente en tres grandes grupos: depredadores, parasitoides y entomopatógenos (Alcázar, *et al* 2000; Brechelt 2004; Bahena 2008).

Depredadores

Son insectos que se alimentan de otros insectos denominados presas, los que están vivos al momento del ataque. Las presas son muertas inmediatamente, esta matanza ocurre para el propio consumo del depredador (en contraste con los parasitoides que atacan para el consumo de su descendencia).

El depredador para sobrevivir mata varias presas durante su vida, pero algunos depredadores pueden adicionalmente alimentarse de materiales vegetales como polen o néctar extra floral. Los depredadores pueden consumir una presa entera o de manera parcial.

Este estilo de vida se presenta en muchos órdenes de insectos, Ej. Odonatos (libélulas), Coleóptera (carábidos, cicindélidos, mariquitas),

Himenópteros (avispas cazadoras), Dermáptera (crisopas), Heteróptera (chinchas piratas, chinchas asesinos), Díptera (sirfidios, asilidos). Las especies de insectos depredadores que se alimentan de huevos, estados larvarios y adultos del complejo noctuido son *Notiobia shnusei*, *Notiobia laevis* y *Erax* sp. (Figs. 7, 8 y 9) (Saravia, *et al* 2011).



Figura 7.
Notiobia shnusei
(Coleóptera:
Carabidae).



Figura 8.
Notiobia laevis
(Coleóptera:
Carabidae).



Figura 9. *Erax* sp.
(Díptera: Asilidae).

Adicionalmente Bravo y Mamani (1992) reportan como depredadores de este complejo a *Homeotarsus* ssp. (Coleóptera: Staphilinidae), *Bemdidium quadrimaculatum*, *Stenolophus plebejus*, *Chlaeniu* ssp., *Ch. sericeus*, *Amara* sp. y *Pterostichus* ssp. (Coleóptera: Carabidae). Ortiz, (1993) también reporta los siguientes predadores: *Erax* sp. (Díptera: Asilidae), *Eriopis* ssp. y *Cycloneda* sp. (Coleóptera: Coccinellidae), *Stenolophus* ssp. y *Harpalus* ssp. (Coleóptera: Carabidae). Sin embargo la importancia en la reducción de la población del complejo noctuideo no ha sido cuantificada.

Parasitoides

Son organismos que ponen uno o más huevos dentro o sobre otro organismo (hospedero u hospedante) para completar su desarrollo. Solamente los juveniles de los parasitoides se alimentan del hospedante, ya que los adultos por lo general no necesitan de su tejido para sobrevivir, pues solamente atacan a fin de proveer alimento a su descendencia.

Los parasitoides adultos se alimentan generalmente de néctar, están presentes en su mayoría en el orden Himenóptera (avispa parasíticas) y en una familia del orden Díptera (Tachinidae).

Debido a que la introducción de huevos en los hospedantes es la actividad más importante de los parasitoides, las hembras de éstos presentan ovipositores generalmente alargados para realizar esta función. La diversidad de parasitoides que controlan las

poblaciones de larvas del complejo ticona se muestran en las figuras 10, 11, 12, 13, 14 y 15 (Saravia, et al 2011).

Figura 10.
Amnophila sp.



Figura 11.
Sphex sp.

Figura 12.
Sarcophaga sp.



Figura 13.
Meigenia mutabilis.

Figura 14.
Gymnosoma sp.





Figura 15. *Ruiziella* sp.

Por su parte Yabar y Baca (1981) citan como enemigos naturales de *Copitarsia turbata* a *Prosopochaeta setosa*, *Patelloa similis*, *Incamiya* sp., *Euphorocera peruviana*, *Winthemia* sp., *Dolichostoma arequipae* y *Peleteria robusta* (Dip. Tachinidae). Adicionalmente, Acatitla (2010) identificó a *Hyposoter*, *Netelia sayi* y *Euplectrus platyhypenae* como parasitoides de *C. decolora*.

Entomopatógenos

Son microorganismos (virus, bacterias, hongos, nematodos y protozoarios) que causan enfermedades en los insectos, desórdenes fisiológicos en una o varias partes del cuerpo del insecto. Los patógenos son una parte importante del control natural de algunas especies de insectos plaga.

Epizootias espontáneas de patógenos pueden ocurrir en las poblaciones de insectos plagas de lepidópteros cuando se presentan condiciones ambientales apropiadas.

Este es el caso del virus de la poliedrosis nuclear, que se presenta en algunas regiones del Altiplano boliviano parasitando larvas del complejo noctuideo (Fig. 16). También se han encontrado larvas parasitadas con la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Fig. 17).



Figura 16. Larvas de *Copitarsia incommoda* infectadas por el Virus de la Poliedrosis Nuclear.



Figura 17. Larvas de *Helicoverpa quinoa* infectadas por *Bacillus thuringiensis*.

3.1.6.

Dinámica poblacional del Complejo Noctuido

La fluctuación poblacional de los insectos es afectada por factores bióticos y abióticos, el conocimiento de la respuesta a estos factores permite entender el funcionamiento de una comunidad constituida por varias especies, que ocurren juntas en el espacio y en el tiempo (Begon, *et al* 1996). Asimismo, el conocimiento sobre la fluctuación poblacional es requisito indispensable para el establecimiento de un control eficiente y económico, permite planificar las medidas de control al conocer las épocas de aparición en el campo y el número de generaciones al año. Además, se puede estimar el número de aplicaciones de insecticidas o cualquier otra medida que se deba realizar durante el ciclo biológico del cultivo.

Fase adulta, bajo condiciones ambientales del Altiplano boliviano, donde la fase del cultivo comprende de septiembre a abril, los adultos se encuentran en el campo de septiembre a diciembre (Graf.1), (Saravia y García 2013).

La emergencia de los adultos en el campo guarda relación con las lluvias y el ciclo biológico del cultivo, las poblaciones de adultos en el campo se incrementan a partir de la emergencia de las plantas de quinua para alcanzar su mayor población a mediados de noviembre cuando las plantas se encuentran en despunte de panoja. Después de noviembre, las poblaciones de adultos empiezan a disminuir hasta el mes de diciembre.

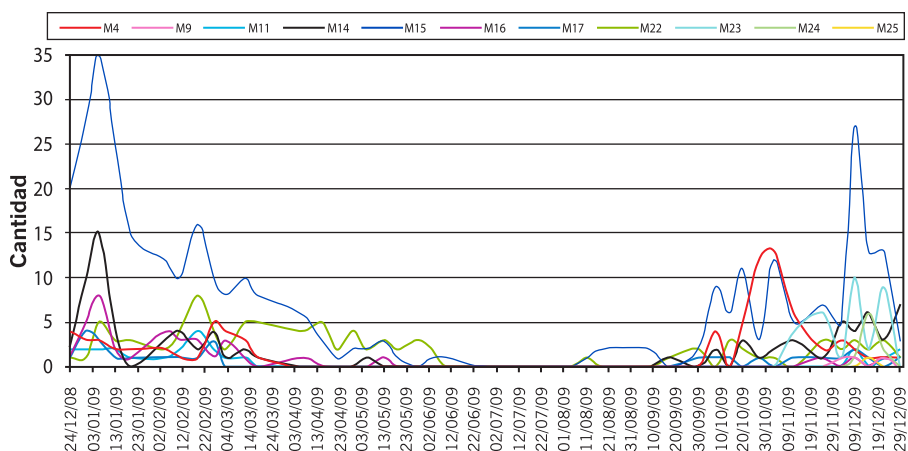


Gráfico 1. Fluctuación estacional del estado adulto del Complejo Noctuido en la zona agroecológica del Altiplano.

Como se observa, existe una sincronización biológica entre los noctuides, la planta y el medio ambiente.

Fase larval, el complejo noctuido está presente en el campo durante todo el ciclo vegetativo del cultivo.

La población de larvas se incrementa a partir del mes de febrero y su mayor población ocurre en marzo con 3 a 6 larvas por planta lo que coincide con el momento de maduración del grano.

La población de larvas disminuye en los meses de abril a mayo porque la mayor parte de ellas ingresan al estado de pupa, que es el estado en que pasan el periodo invernal.

Fase de pupa. Según Saravia y García (2013), los noctuides adultos están inactivos durante el invierno. Las pupas permanecen en el suelo entre abril y diciembre y algunas empiezan a eclosionar en noviembre (Graf. 2).

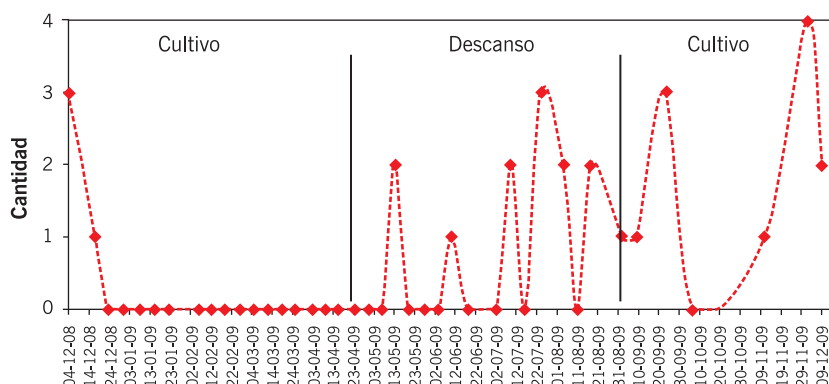


Gráfico 2. Fluctuación poblacional de las pupas de noctuides en la zona agroecológica de los Salares de Bolivia.

3.1.7.

Daños causados por larvas del Complejo Noctuido

Los insectos adultos no causan daño a los cultivos de quinua, éstos se alimentan del néctar de las flores y secreciones azucaradas de algunas plantas como la *T'ula* «fon. *T'ola*», Botón de Oro, *K'ishwara* «fon. *Khiswara*» y otros (nombres científicos en Anexo 2).

El tipo de daño causado por el complejo noctuido es variado, depende principalmente de la especie de noctuido, del estado fenológico de la planta y del estadio de la larva.

Las larvas de *Agrotis* cortan las plántulas a la altura del cuello de la plántula, pero también pueden comportarse como comedores de hojas.

Bajo las condiciones del Altiplano boliviano, las larvas de *Helicoverpa* y *Copitarsia* pueden estar presentes durante todo el ciclo vegetativo del cultivo causando daños múltiples.

Las larvas recién eclosionadas minan la inflorescencia en formación causando ramificaciones en la planta de quinua (Fig. 18), en estas ramas se formarán panojas de menor tamaño.



Figura 18. Larvas de *Helicoverpa quinoa* dañando la panoja en formación.

Durante la fase de desarrollo de la planta y cuando las larvas son más grandes se comportan como comedores de hojas (Fig. 19).



Figura 19. Larva de *Copitarsia incommoda* comiendo hojas.

Durante la fase fenológica de floración y madurez fisiológica del cultivo, las larvas producen importantes daños al taladrar el raquis de las panojas (Fig. 20), ocasionando su caída o al consumir los granos en formación.



Figura 20. Larvas de *Copitarsia incommoda* dañando el raquis de la panoja.

En consecuencia los mayores daños de estas especies de noctuidos son ocasionados en la fase de grano lechoso o grano masoso que es cuando actúan como consumidores de grano (Fig. 21), impactando directamente sobre el rendimiento.



Figura 21. Larva de *Helicoverpa quinoa* alimentándose de granos de quinua.

3.1.8.

Alternativas de Manejo Integrado del Complejo Noctuido

En el ámbito mundial se reconocen dos mercados de la quinua, el que demanda quinua proveniente de la producción orgánica y el que proviene de la producción convencional. Esta diferencia tiene implicancias en el manejo de las fincas, del cultivo y en el uso de bioinsumos. En el Anexo 4 se describen las diferencias fundamentales entre estos dos tipos de producción de quinua.

Producción Orgánica

Monitoreo de la presencia de larvas

Para el éxito en el manejo de los insectos plaga es muy importante el monitoreo y cuantificación de las mismas, información que ayuda a tomar decisiones del momento oportuno y tipo de medida de control que se debe implementar.

Dos parámetros utilizados al muestrear insectos plaga son la “incidencia” y “severidad”. La incidencia, es el número de plantas con insectos plaga sobre el total de plantas evaluadas (porcentaje). La severidad, es el número de insectos plaga por planta evaluada. Estos datos le permiten al agricultor definir niveles de daño y determinar la necesidad de implementar medidas de control para detener la severidad del insecto plaga (Rodríguez 2013). En caso de la quinua se recomienda muestrear 10 plantas por

hectárea y si el número promedio de larvas por planta es mayor a uno se recomienda aplicar algún método de control.

Son pocos los trabajos sobre este tema, pero es fundamental para decidir o no la aplicación de algún método de control.

Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es una práctica que se realiza con el propósito de evitar el agotamiento de la fertilidad de los suelos y romper el ciclo biológico de los insectos plaga. Tomando en cuenta que las mariposas nocturnas pasan el invierno en estado de pupa, la rotación de cultivos, que obliga a una remoción del suelo para implantar un nuevo cultivo, deja expuestas a las pupas al ataque de los pájaros y otros predadores.

Uso de trampas luz

La trampa luz es un dispositivo que atrae a los insectos adultos de mariposas nocturnas y en menor grado a polillas para capturarlos y matarlos.

Básicamente consiste en una fuente de luz clara y de un mecanismo de captura que contiene agua con un poco de detergente para romper la tensión superficial e impedir la fuga de los insectos (Fig. 22).



Figura 22. Trampa luz utilizada en la captura de insectos adultos del Complejo Noctuídeo.

Una desventaja del uso de la trampa luz es que atrae y captura una gran diversidad de mariposas nocturnas, muchas de las cuales no son insectos plaga. Por ello para que las trampas luz funcionen como un dispositivo de toma de decisiones, se debe tener conocimiento de los insectos plaga que son capturadas en dichas trampas.

Uso de trampas con feromonas

En los últimos años, en Bolivia, se ha incorporado dentro la estrategia de manejo de insectos plaga el uso de trampas con feromona sexual (Fig. 23).

Las feromonas sexuales fueron sintetizadas en un trabajo colaborativo entre los entomólogos de la Fundación PROINPA y la Empresa Pherobank de Holanda. Para la síntesis de dichas feromonas se realizaron crías de los insectos, se obtuvieron pupas y se enviaron glándulas genitales a Pherobank. En esta empresa, por métodos ya establecidos sintetizaron



Figura 23. Prototipo de trampa cebada con feromona sexual para *Helicoverpa quinoa*.

protoferomonas y en un trabajo conjunto entre Bolivia y Holanda se optimizaron las feromonas.

Actualmente se cuenta con feromonas para *Helicoverpa quinoa*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis andina*.

Las feromonas sexuales son secreciones glandulares de las hembras que causan reacciones específicas de atracción en machos de la misma especie. Las feromonas pueden ser utilizadas para el monitoreo de los insectos plaga, para el control de insectos adultos o para causar confusión en el proceso de apareamiento.

Una de las ventajas del uso de feromonas es que son específicas, es decir atraen y capturan a los individuos a los cuales están dirigidas. No causan daño al medio ambiente, son aceptados

en la producción orgánica y actúan en forma permanente por al menos tres meses.

Uso de bioinsecticidas y ecoplaguicidas

Los bioinsecticidas y ecoplaguicidas se utilizan generalmente en la producción orgánica, son biodegradables y no dañan el medio ambiente.

Los bioinsecticidas y ecoplaguicidas recomendados para el control de las larvas de mariposas nocturnas se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Bioinsecticidas y ecoplaguicidas recomendados para el control de larvas de ticona

Bioinsecticidas	Dosis/20	% de
Ingrediente activo	litros	eficiencia
<i>Bacillus thuringiensis</i>	90 g	63
Espinosad (*)	3 g	93,5
Caldo sulfocálcico	500 ml	35

*Producto registrado para producción orgánica

Para la producción orgánica de quinua en Bolivia, la Fundación PROINPA ha desarrollado una estrategia de manejo de insectos plaga que es implementada en miles de hectáreas con bastante éxito. El enfoque de la estrategia de manejo del “complejo noctuídeo o complejo ticona” se basa en: el monitoreo de larvas y adultos, tratamientos preventivos, alternancia de tratamientos (principios activos y modos de acción), aplicaciones oportunas, utilización de coadyuvantes y uso seguro de bioinsumos. Los componentes del manejo integrado son los siguientes:

- **Instalación de trampas con feromonas**, la instalación de cuatro trampas por hectárea al interior de la parcela (con una distancia de al menos 25 m entre sí) permitirá identificar el inicio de la presencia de los adultos y el inicio del periodo de oviposición. En zonas donde la población de noctuídeos es todavía baja, el uso de las cuatro trampas/ha permite mantener las poblaciones de larvas en niveles que no causen daños significativos (5 al 10% de daño).
- **Inspección de campo**, se deben realizar visitas de inspección periódicas en al menos cuatro etapas del desarrollo del cultivo (6 hojas verdaderas, inicio de panojamiento, formación de grano y grano lechoso). En cada inspección se debe tomar muestra de al menos 10 plantas al azar por hectárea. Si se observa la presencia de huevos y/o larvas de primeros estadios en 20% de plantas evaluadas se recomienda realizar aplicaciones preventivas, en caso de observarse larvas de estadios más avanzados ó en mayor incidencia se recomienda la aplicación de tratamientos de control.
- **Aplicación de tratamientos preventivos**, se recomienda la aplicación del caldo sulfocálcico, cuyo modo de acción de contacto (afecta el sistema nervioso central del insecto) permite un buen control de huevos y larvas de primeros estadios. Además este producto tiene un efecto repelente hacia los adultos protegiendo al cultivo de nuevas posturas por al menos 15 días.

- **Aplicación de tratamientos de control**, se recomienda un tratamiento de control al inicio de formación de panoja, en este período fenológico es muy importante la protección contra el insecto plaga, su daño provoca la proliferación de ramas laterales dando lugar a dificultades de manejo del cultivo y menor rendimiento. Cuando se observa presencia de larvas (al menos una larva por planta) se recomienda la aplicación de Spinosad.

Otro momento de cuidado corresponde al estado fenológico de grano lechoso cuando las larvas comienzan a alimentarse de los granos en formación y pueden ocasionar daños económicos considerables. En este momento es importante realizar la inspección de campo, si se observan dos larvas de tercer estadio o superiores (por panoja), se recomienda la aplicación del Spinosad que es un eco-insecticida de alta eficiencia (> 93%), cuyo modo de acción es de contacto e ingestión, permitiendo un eficiente control de larvas y un mínimo efecto en la entomofauna benéfica presente.

- **Alternancia de tratamientos**, por principios del Manejo Integrado de Plagas y con la finalidad de evitar la aparición de poblaciones resistentes, es recomendable practicar la alternancia de tratamientos, es decir, alternar la aplicación de bioinsecticidas tomando en cuenta principios activos y modos de acción diferentes, evitando la aplicación continua (dos veces seguidas) de un mismo producto por ciclo de cultivo.

- **Uso de coadyuvantes**, por las características del cultivo de la quinua de presentar gran cantidad de oxalatos en las superficies de hojas, tallos y panojas que dificultan la adherencia de los productos, es muy importante la aplicación de un adherente como el Aceite Agrícola Vegetal, que actúa como agente dispersante, mejora la cobertura de aplicación y evita la formación de gotas grandes. La aplicación del Aceite Agrícola asegura la eficiencia del producto.

Producción Convencional

El uso de insecticidas de síntesis química no está permitido en la producción orgánica, pero es utilizado en la producción convencional del cultivo de la quinua. Las ventajas de estos insecticidas son: control rápido, eficiente y con menor costo; sin embargo, como se conoce a largo plazo da lugar a un efecto negativo en la población de insectos benéficos, al medio ambiente y la salud de los agricultores.

Los componentes y estrategias para controlar las larvas del complejo noctuídeo, en el marco de la producción orgánica, son válidos para la producción convencional sustituyendo los ecoinsecticidas por insecticidas químicos.

Los productos más utilizados en Bolivia para la producción convencional son del grupo de los Piretroides: Cipermetrina, Lambda-cyhalotrina y Diamidas antranílicas.



3.2. EL COMPLEJO POLILLA

La polilla de la quinua corresponde al género *Eurysacca*, familia Gelechiidae, orden Lepidóptera. Actualmente se reconocen más de 20 especies del género *Eurysacca*, de las cuales tres de sus especies, *Eurysacca melanocampta*, *Eurysacca quinoae* y *Eurysacca media*, son reportadas como importantes plagas del cultivo de la quinua (Povolný 1997; Lamborot, et al 1999; Rasmussen, et al 2001a; Rasmussen, et al 2003; Saravia y Quispe 2003; PROINPA 2008; Valoy, et al 2011).

Estas especies de polillas se distribuyen a lo largo de la ecoregión Andina, que se caracteriza por tener hábitats áridos y semi áridos. La presencia de *E. melanocampta* está registrada en todas las zonas agroecológicas de la región Andina donde se produce quinua, comprendida entre 1.900 y 4.350 msnm, desde Argentina y Chile en el sur hasta Colombia en el norte (Povolný y Valencia 1986; Povolný 1990 y 1997;

Reinaldo Quispe
Raúl Saravia
Milton Villca
Vladimir Lino

Lamborot, et al 1999; Rasmussen, et al 2003; Valoy, et al 2011). En cambio, *E. quinoae*, tiene aparentemente una distribución más limitada, hasta la fecha, ha sido reportada sólo en Bolivia y Perú (Povolný 1997; Rasmussen, et al 2001b; PROINPA 2008) y *E. media* ha sido reportada como plaga de la quinua en Chile y Argentina (Lamborot, et al 1999; Valoy, et al 2011) (Anexo 5).

A continuación se describen las principales características de *E. melanocampta* y *E. quinoae*, que son las especies que mayor perjuicio económico causan a los agricultores de las zonas agroecológicas del Altiplano y los Salares donde se encuentra más del 80% de la producción mundial.

3.2.1.

Eurysacca melanocampta

La polilla de la quinua *Eurysacca melanocampta* es un microlepidóptero descrito en 1917 por el entomólogo inglés Edward Meyrick, de muestras procedentes del Perú, como *Phthorimaea melanocampta*. Posteriormente, fue identificado como *Gnorinoschema melanocampta* y *Scrobipalpula melanocampta* (Ortíz y Zanabria 1979) y actualmente ha sido clasificada como *E. melanocampta* Meyrick (Ojeda y Raven 1986), nombre técnico admitido para esta especie (Sánchez y Vergara 1991; Avalos 1996).

Las larvas de *Eurysacca* han recibido diferentes denominaciones de acuerdo al idioma, por ejemplo en español se las conoce como polilla de la quinua y pegador de hojas, en aymara como *Qh'una Qh'una* «fon. *Qhona Qhona*» y en quechua como *Qhaqo Khuru* «fon. *Qhaqo Khuru*», por su hábito de moler el grano de quinua (Saravia y Quispe 2003; PROINPA 2008).

Como ya se mencionó anteriormente, las larvas de *E. melanocampta* se constituyen en una de las plagas más importantes del cultivo de la quinua en la ecoregión Andina, particularmente en las zonas agroecológicas de los Salares, el Altiplano y los Valles Interandinos, esto no significa que no esté presente en los agroecosistemas del Nivel del Mar y los Yungas. En la medida que el cultivo se extienda en estas zonas, lo más probable es que esta polilla se constituya en un problema importante.



Especimen adulto de *Eurysacca melanocampta*.

En estas zonas *E. melanocampta*, ha sido reportada consumiendo plantas de varias especies de la familia Chenopodiaceae: quinua (*Chenopodium quinoa*) y cañahua (*C. pallidicaule*), así como varios parientes silvestres. También ha sido observada en *Vicia faba* (haba), *Lupinus mutabilis* (tarwi) y *Senecio* spp., las cuales podrían constituirse en plantas hospederas alternantes de *E. melanocampta*. Existen registros de su presencia en el cultivo de papa en Colombia y Perú; sin embargo, no tendrían importancia económica (Povolný 1979; Povolný y Valencia 1986).

Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la polilla de la quinua es la siguiente:

- Clase: Insecta
- Orden: Lepidoptera
- Familia: Gelechiidae
- Género: *Eurysacca*
- Especie: *Eurysacca melanocampta* (Meyrick, 1917)

Descripción morfológica

Adulto, es de color gris parduzco, de aspecto alargado, su tamaño varía entre 6 a 9 mm y tiene una expansión alar de 14 o 16 mm; su cabeza es relativamente pequeña, la cual está cubierta por abundantes escamas en la cara, frente y vértex; las antenas son filiformes y recubiertas por finísimas escamas; palpos labiales anchos, curvados hacia adelante y arriba, estos apéndices son bastante desarrollados. Presenta palpos maxilares sumamente pequeños los cuales también están recubiertos por escamas (Fig. 24).



Figura 24. Adulto de *E. melanocampta*.

El protorax en su región notal está recubierto por escamas dispuestas en forma de penacho, justamente en la base de la inserción de las alas anteriores, que le dan un aspecto característico a la polilla (Sánchez y Vergara 1991; Avalos 1996; Quispe 2002; Rasmussen, *et al* 2003). El ala anterior es de color gris parduzco oscuro, con una estrecha banda central aún más oscura a lo largo; dos manchas oscuras, ovoides, en el centro del ala, nítidamente rodeadas por escamas claras (Povolný 1997; Rasmussen, *et al* 2001a).

Huevo, se caracteriza por ser diminuto alcanzando unos 0,4 a 0,5 mm de longitud (Fig. 25), de forma subglobular y superficie lisa. Cuando los huevos están recién ovipositados presentan un color blanco cremoso, tornándose amarillos y luego blanco cenizos antes de la eclosión; donde es posible observar un punto negro que es la cabeza de la pequeña larva (Sánchez y Vergara 1991; Avalos 1996).



Figura 25. Huevos de *E. melanocampta*.

Larva, es del tipo eruciforme (tres pares de patas torácicas y cinco pares de pseudopatas abdominales) con el cuerpo de aspecto cilíndrico y alargado, el cual presenta una coloración que varía de amarillo verdoso a marrón oscuro con manchas difusas de color café oscuro o rojizo que se disponen sobre el dorso (región notal) de la larva (Fig. 26), dando el aspecto de bandas lineales características de esta especie (Sarmiento 1990).

Las larvas al eclosionar de los huevos son diminutas, durante su desarrollo pasan por cinco estadios larvales y en el

último estadio llegan a medir de 10 a 12 mm de longitud.



Figura 26. Larva de *E. melanocampta*.

Pupa, es de tipo obtecta o momificada (Fig. 27) inicialmente de color verde amarillento pasando rápidamente a un marrón claro y cuando esta próxima a la emergencia del adulto se torna de un color marrón oscuro y su tamaño oscila entre 6 a 7 mm (Barrientos 1985; Avalos 1996).



Figura 27. Pupa de *E. melanocampta*.

Ciclo biológico de *Eurysacca melanocampta*

La polilla de la quinua es una especie con metamorfosis completa, durante su vida pasa por cuatro estados: adulto, huevo, larva y pupa. La duración de

cada estado varía en función de las condiciones de cría. Bajo condiciones de campo del Altiplano boliviano, se reportan dos a tres generaciones durante el periodo de cultivo que comprende de septiembre hasta abril.

Recientemente, se ha comprobado que un gran porcentaje de las polillas de la segunda generación pasan el periodo invernal como adultos en diapausa refugiados particularmente en las matas de paja brava, un porcentaje menor pasa el periodo invernal en estado de pupa. Al mejorar las condiciones climáticas del medio ambiente, con la llegada de la primavera, también termina la diapausa de las polillas adultas.

La infestación de la polilla a los campos de quinua ocurre cuando la polilla adulta emerge de pupas localizadas en el suelo, y los adultos salen de la diapausa. Las polillas hembras ovipositan sobre la parte inferior de las hojas y/o entre los glómérulos de la panoja. La mayoría de los huevos eclosionan luego de una semana de maduración para dar paso a larvas que pasan por cinco estadios.

La literatura referente a este tema indica que la primera generación de polillas se registra de noviembre a diciembre, periodo en el cual la larva vive entre las hojas y el tallo de la quinua, donde defolia y enrolla sus hojas para alimentarse y protegerse (formando una estructura similar a un estuche, llamado *Q'ipicha* «fon. *Q'epicha*», mientras que la segunda y tercera generación se presenta de marzo a abril/mayo. La larva de la polilla vive entre los glómérulos al

interior de la panoja de la quinua donde se alimenta de los granos y se protege de las perturbaciones (clima, insecticidas, enemigos naturales, etc.).

En condiciones de laboratorio (20 ± 3 °C, $60 \pm 5\%$ HR y 12 horas luz de fotoperiodo), el ciclo biológico se reduce significativamente de 132 días registrado a nivel de campo a 75 días, (Fig. 28) (Quispe 2002).

Al respecto, estudios realizados por Flavio (1997) muestran que el ciclo

biológico de *E. melanocampta* es sólo de 28 días si son criados a 24 °C y de 56 días si son criados a 22 °C, mostrando de esta manera que el ciclo biológico de esta especie varía con la temperatura. Este mismo autor determinó que el máximo número de huevos por hembra es de 300; sin embargo, Mujica (1993) afirma que el tamaño de la postura promedio es de 30-40 huevos.

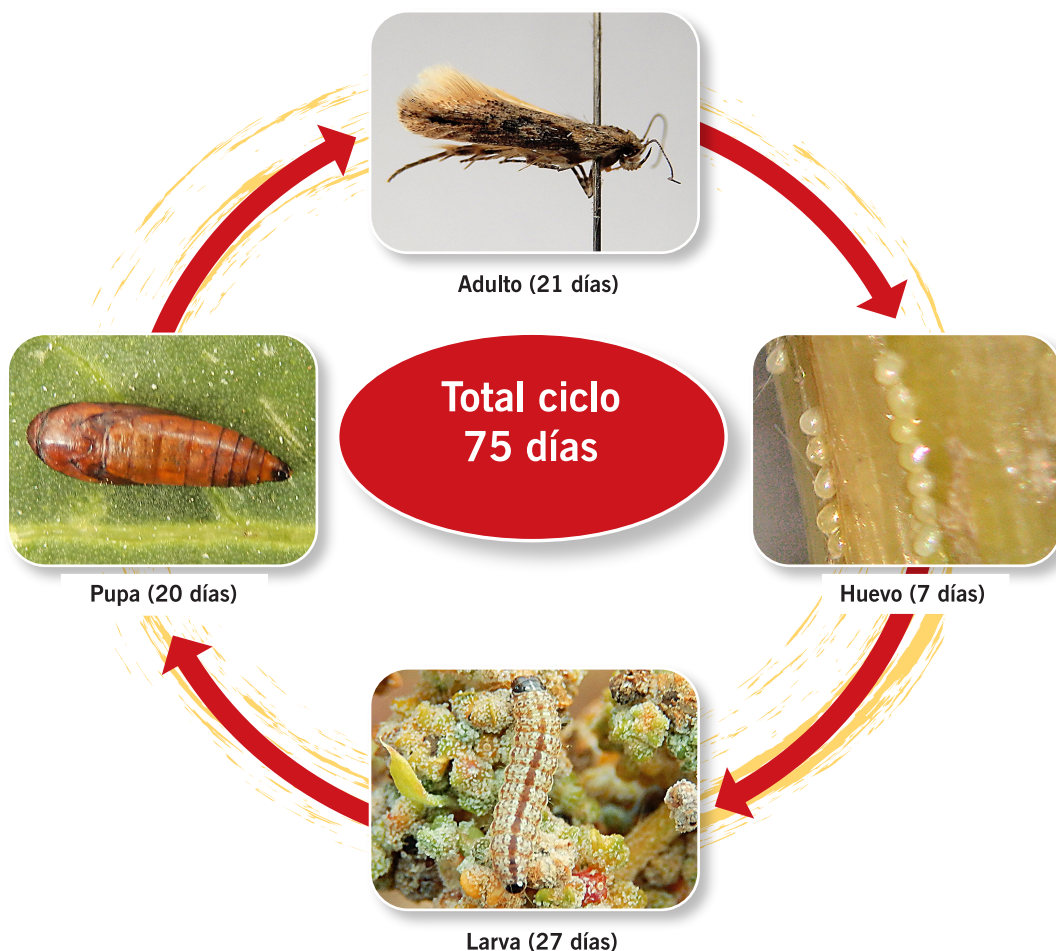


Figura 28. Ciclo biológico de *Eury sacca melanocampta* (Quispe 2002).

3.2.2.

Eurysacca quinoae

Eurysacca quinoae fue descrita y reportada como una plaga del cultivo de la quinua a partir de especímenes provenientes de La Paz, Bolivia por Povolný (1997). En la última década, la ocurrencia de esta plaga ha causado confusión sobre la verdadera identidad de las especies de polillas que atacan el cultivo de la quinua en las zonas agroecológicas del Salar y el Altiplano. La confusión se centra en la dificultad de reconocer en campo las especies locales, en estado de huevo, larva y pupa, aunque en estado adulto si es posible diferenciarlas.

Por otro lado, una característica particular de *E. quinoae* es su especialidad en cuanto a hospedero porque hasta la fecha ha sido reportado tanto en Perú como en Bolivia consumiendo únicamente quinua.

Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la polilla de la quinua es la siguiente:

- Clase : Insecta
- Orden : Lepidóptera
- Familia : Gelechiidae
- Género : *Eurysacca*
- Especie : *Eurysacca quinoae* Povolný 1997



Especimen adulto de *Eurysacca quinoae*

Descripción morfológica

En general la morfología y ecología de esta especie de polilla no difiere mucho de *E. melanocampta*.

Adulto, tiene una expansión alar de 14 a 18 mm. *E. quinoae* posee el ala anterior de color gris parduzco claro con dos manchas oscuras pequeñas, hacia el centro del ala; puntos oscuros y alargados en el ápice; escamas oscuras en el ápice, formando una raya conspicua (Fig. 29) (Rasmussen, et al 2001a; Rasmussen 2006).



Figura 29. Adulto de *E. quinoae*

Huevo, relativamente pequeño (0,6 mm de diámetro), de color blanquecino cuando son recién ovopositados, pasando gradualmente a color crema, y

finalmente a gris antes de eclosionar (Fig. 30).



Figura 30. Huevos de *E. quinoae*.

Los huevos son puestos por separado en grupos de 30 a 40 unidades, sobre todo en el envés de las hojas o en la inflorescencia (panoja) (Flavio 1997; Rasmussen 2006).

Larva, varía de color verde amarillenta (Fig. 31), característica que la distingue de otras especies de la familia Gelechiidae. La larva posee varias bandas o manchas longitudinales color rojo marrón, en el dorso de su cuerpo.



Figura 31. Larva de *E. quinoae*.

La cabeza y el pronoto es de color marrón oscuro. Pasa por cinco estadios. En el primer estadio las larvas miden un

poco más de 1 mm de largo y en el quinto puede llegar a 1.2 mm de longitud (Franco y Ochoa 1996; Rasmussen 2006).

Pupa, es de tipo obtecta, de 0.9 a 1.1 mm de largo, de color marrón oscuro y aspecto brillante (Fig. 32) (Rasmussen 2006).



Figura 32. Pupa de *E. quinoae*.

Ciclo biológico de *Eurysacca quinoae*

E. quinoae al igual que *E. melanocampta*, durante su vida pasa por cuatro estados: huevo, larva, pupa y adulto. La polilla adulta de *E. quinoae* emerge de las pupas ubicadas en el suelo, aunque también pueden encontrarse en la panoja en formación (inflorescencia).

Poco después de la emergencia las polillas se aparean y las hembras ponen huevos, principalmente en la parte inferior de las hojas o en la inflorescencia. Normalmente los huevos eclosionan en 5 - 7 días y las larvas inmediatamente comienzan a alimentarse de las hojas (Rasmussen 2006) para posteriormente consumir el grano de quinua en formación, larvas que al llegar a su quinto estadio empupan en el suelo al interior de una cámara pupal, para luego emerger el

adulto de la polilla. Según PROINPA (2014), el ciclo de vida de *E. quinoae* puede alcanzar 73 días (Fig. 33) en condiciones de laboratorio con $20 \pm 3^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ HR y 12 horas luz de fotoperiodo.

Al igual que *E. melanocampta*, *E. quinoae*, en la ecoregión Andina de Perú y Bolivia, registra dos a tres generaciones dependiendo de las condiciones climáticas (Zanabria y Banegas 1997; Mujica, *et al* 1998).

Avalos (1996) y Mujica, *et al* (1998) indican que la primera generación se encuentra de noviembre a diciembre, mientras que la segunda y tercera generación se encuentran de marzo a mayo/junio tanto en el Altiplano de Perú como de Bolivia. La distribución de ambas especies de polilla de la quinua no es uniforme en la ecoregión Andina. Según Rasmussen, *et al* (2003) y Delgado (2005), en el Altiplano peruano

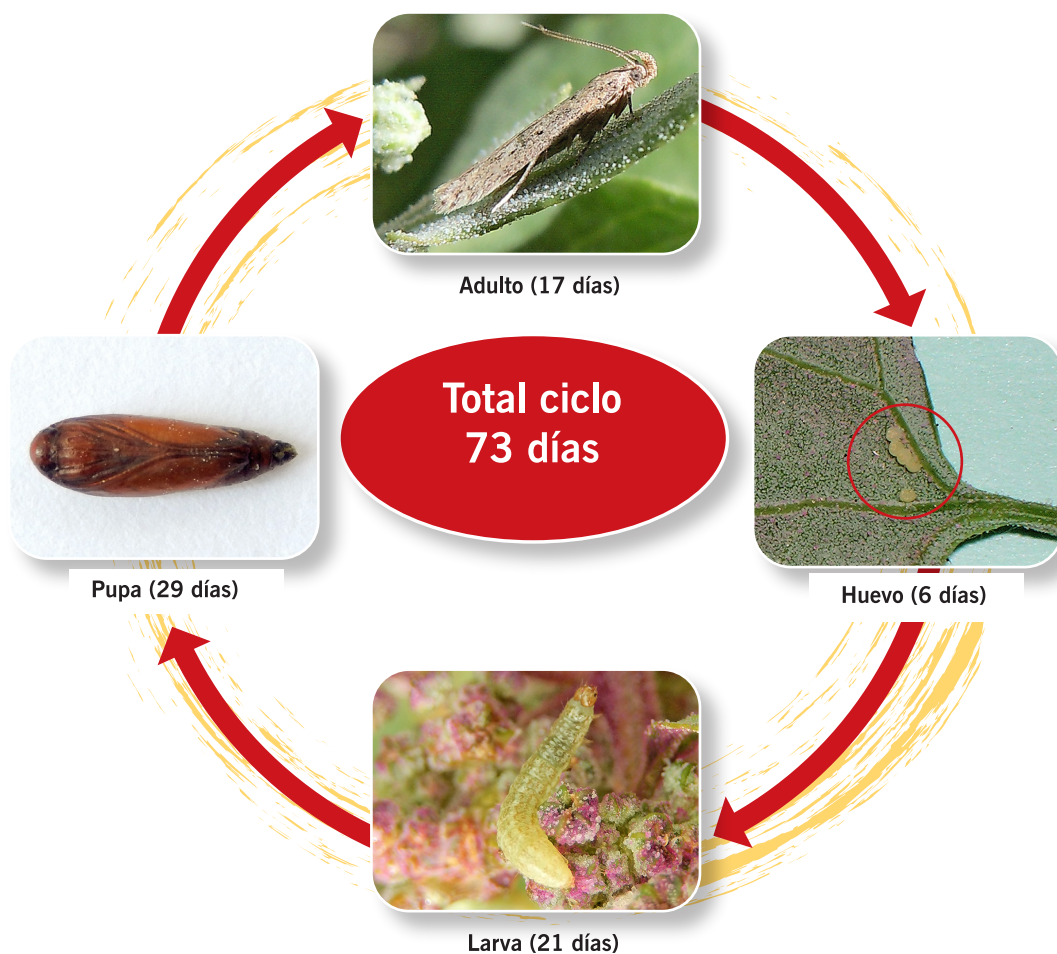


Figura 33. Ciclo biológico de *E. quinoae*.

están presentes ambas plagas existiendo una predominancia de *E. quinoae* en comparación de *E. melanocampta* en un 98% en la población de larvas colectadas de la segunda época de ataque.

En Bolivia *E. quinoae* está presente en todo el Altiplano (Norte, Centro y Sur) en poblaciones altas (70 – 90% de predominancia). En cambio, *E. melanocampta*, aparentemente tiene una distribución más limitada, hasta la fecha, ha sido registrada sólo en el Altiplano Norte y Centro en poblaciones medias y bajas tanto en larvas colectadas en el primer periodo de ataque (noviembre/diciembre) como en el segundo periodo de infestación (febrero/mayo).

El comportamiento larval de *E. quinoae* es similar a *E. melanocampta*, en los dos periodos de ataque, observándose entre noviembre y diciembre (primer periodo) a larvas de *E. quinoae* pegando hojas y formando estructuras a manera de estuche donde se protegen durante el día y por la noche salen del refugio para alimentarse de hojas de quinua provocando un daño indirecto al cultivo.

En cambio, de febrero a mayo (segundo periodo) larvas de *E. quinoae* abundan en las panojas de quinua donde se alimentan de los granos tiernos y maduros de quinua, causando un daño directo al cultivo por consumir el producto que se comercializa.

En el Altiplano boliviano se ha observado que *E. quinoae* al igual que

E. melanocampta pasa el periodo invernal en estado adulto (polilla) refugiado en la vegetación nativa (paja y thola) que abunda en este periodo del año.

Diferencias entre *E. quinoae* y *E. melanocampta*

Las dos especies conocidas de *Eurysacca* (*E. quinoae* y *E. melanocampta*) son fácilmente separadas por características morfológicas que presentan en el ala anterior (Fig. 34) según lo ilustrado por Povolný (1997) y Rasmussen, *et al* (2001a).



Figura 34. Detalle del ala anterior derecha, vista dorsal: 1. *E. melanocampta* (Fuente: Meyrick 1917); 2. *E. quinoae* (Fuente: Povolný, 1997).

3.2.3.

Dinámica poblacional de la Polilla de la Quinua

Según Ortiz (1993), en el agroecosistema del cultivo de la quinua la población de adultos y larvas de la polilla no es constante. La población de polillas adultas es variable y descendente (Graf. 3), la primera generación (septiembre a noviembre) es más numerosa en relación a la segunda generación (diciembre a enero), aparentemente, los factores climáticos y edáficos influyen positivamente en la emergencia de los adultos de pupas invernales de la primera generación, en cambio, la emergencia de adultos de la segunda generación son condicionadas adversamente por la alta humedad del suelo.

La densidad larval durante el desarrollo del cultivo es variable y ascendente, la primera generación es menor a diferencia de la segunda generación.

Los factores de densidad dependiente (predadores y parasitoides) son eficientes durante la primera generación y casi nula durante la segunda traslapada respectivamente. En consecuencia, la interacción hospedero-parasitoide y depredador-presa evidencia una respuesta funcional y numérica irregular en los índices de sobrevivencia de la polilla de la quinua al estado larval (Ortiz y Zanabria 1979). La fluctuación de la población de polilla está directamente influenciada por la resistencia ambiental biótica (de predadores y parasitoides), y abiótica (del clima y suelo). Las fuerzas bióticas y abióticas interactúan en forma compleja, sin embargo, el clima tiene efecto directo en el desarrollo del insecto e indirecto en la abundancia y escasez de alimentos de la polilla de la quinua (Ortiz 1993).

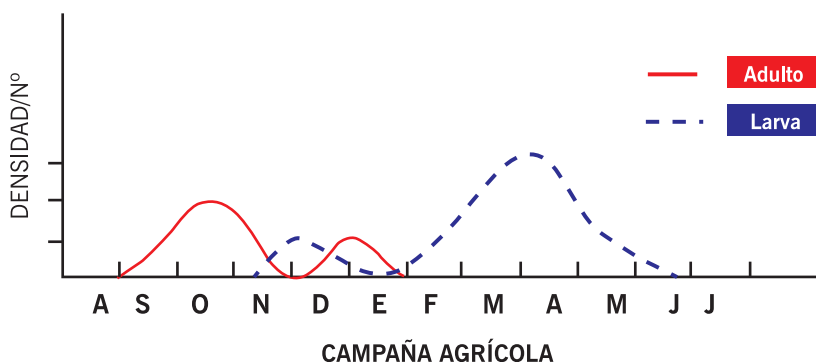


Gráfico 3. Fluctuación poblacional de la Polilla de la Quinua.

3.2.4.

Daños causados por larvas de Polilla de la Quinua

Larvas de *E. quinoae* y *E. melanocampa* inicialmente se encuentran entre las hojas apicales de las plantas en el estado fenológico de ramificación (Fig. 35). En esta etapa el daño ocurre sobre todo en la panoja en formación. Se observa mayor daño en el periodo de formación de grano y madurez fisiológica, donde las larvas se alimentan principalmente de las hojas tiernas (si están en los primeros estadios) y de los granos inmaduros y maduros (si están en los últimos estadios) (Fig. 36). (Mujica, *et al* 1998; Rasmussen, *et al* 2003).

El efecto nocivo de la polilla de la quinua se expresa en dos niveles: daño larval indirecto y daño larval directo; en el primer caso, la capacidad fotosintética de la planta se reduce, larvas de la primera generación se alimentan del parénquima de las hojas, pegan hojas y brotes tiernos y destruyen inflorescencias en formación. En cambio, las larvas de la segunda generación destruyen inflorescencias formadas, granos lechosos, pastosos y maduros de quinua, lo cual se refleja en la disminución del rendimiento entre 15 y 60% (Quispe 1979, Ortíz 1993, PROINPA 2008). Esta última generación alcanza una tasa de crecimiento porcentual de 30 a 35% (Ortíz 1993), habiéndose registrado más de 250 larvas de polilla por planta (Saravia y Quispe 2003). Medir las pérdidas es difícil, generalmente, se fundamenta en apreciaciones por expertos y métodos experimentales.



Figura 35.
Daño en panoja en formación causado por *E. quinoae*.



Figura 36.
Daño en panoja causado por *E. quinoae*.

3.2.5.

Enemigos naturales de las Polillas de la Quinua

Tanto *E. melanocampta* como *E. quinoae* tienen un complejo grupo de enemigos naturales. El parasitismo natural oscila entre 15 a 45% en Perú (Delgado 1989; Zanabria y Banegas 1997; Rasmussen, *et al* 2001b, Costa, *et al* 2009) y entre 5 a 60% en Bolivia (Mamani 1998; Quispe 2002; PROINPA 2004; Saravia y Quispe 2006; Saravia, *et al* 2008). Según investigaciones realizadas en el Perú, una especie no descrita del género *Phytomyptera* (Díptera: Tachinidae) es la especie más dominante del complejo de parasitoides de la polilla de quinua (*E. quinoae* y *E. melanocampta*). Menos importantes fueron los parasitoides *Copidosoma gelechiae* (Hymenóptera: Encyrtidae) y *Diadegma* sp. (Hymenóptera: Ichneumonidae).

En Bolivia, según Saravia y Quispe (2006) los parasitoides de la polilla de la quinua, descritos hasta el momento en las zonas agroecológicas de los Salares y del Altiplano de Bolivia son nueve, de los cuales siete corresponden al orden Hymenóptera y dos al orden Díptera. De los que corresponden al orden Hymenóptera tres pertenecen a la familia Braconidae (*Meteorus* sp., *Apanteles* sp., *Microplitis* sp.), tres a Ichneumonidae (*Deleboea* sp., *Venturia* sp., *Diadegma* sp.) y una a Encyrtidae (*Copidosoma* sp.) y los dos que corresponden al orden Díptera pertenecen a la familia Tachinidae

(*Phytomyptera* sp. y *Dolichostoma* sp.). De éstos sobresalen por su abundancia las especies *Venturia* sp. (Fig. 37), *Deleboea* sp. (Fig. 38) y *Meteorus* sp. (Fig. 39), en las zonas productoras de quinua orgánica del Altiplano (Saravia y Quispe 2006; PROINPA 2013), en cambio en los Valles Interandinos el parasitoides dominante fue *Phytomyptera* sp. (Fig. 40) (Figueroa, *et al* 2013). A este complejo de parasitoides se suma *Venanus kusikuyllurae* (Hymenóptera:

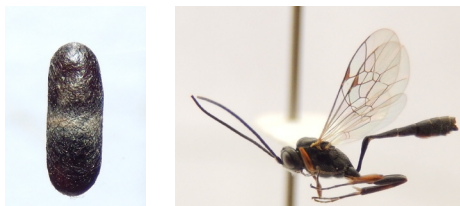


Figura 37. *Venturia* sp.

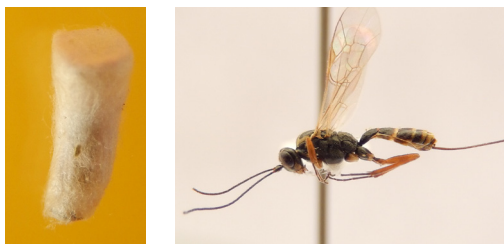


Figura 38. *Deleboea* sp.



Figura 39. *Meteorus* sp.



Figura 40. *Phytomyptera* sp.

Braconidae) especie recientemente descrita por Whitfield, *et al* (2011) a partir de larvas de *E. melanocampta* (Meyrick) y *E. quinoae* Povolný procedentes de Huancayo y Puno, Perú.

En la campaña agrícola 2012-2013, el porcentaje de parasitismo natural promedio fue del 28%, producto del muestreo de larvas en 12 comunidades del Altiplano boliviano (PROINPA 2013).

Los depredadores también se constituyen en importantes enemigos naturales de *Eurysacca*, tanto en Bolivia como en Perú, los reportes incluyen miembros de los órdenes Coleóptera (Carabidae, Cicindelidae y Coccinellidae), Hymenóptera (Sphecidae), Díptera (Asilidae), Neuróptera (Hemerobius tolimensis; Hemerobiidae) (Zanabria y Mujica, 1977; Rasmussen, *et al* 2003, Saravia y Quispe 2006, Bravo 2010, PROINPA 2013).

Entre los Carabidae están registrados *Notiobia schnusei* y *N. laevis*, en cambio, los Coccinellidae (Fig. 41) encontrados en las parcelas de quinua son *Eriopis* sp., *Hyppodamia* sp. y *Harmonia* sp.) y finalmente, las moscas depredadoras (Díptera) corresponden a la familia Asilidae (Fig. 42) (Bravo y Loza 2009, Bravo 2010; PROINPA, 2013).



Figura 41. Larva Coccinellidae predando larva de la Polilla de la Quinua.



Figura 42. Mosca Asilidae cazando un adulto de la Polilla de la Quinua.

Resultados que muestran una importante diversidad de parasitoides y depredadores en el agroecosistema del cultivo de la quinua, en la ecoregión Andina, mostrando un gran potencial para estudiar su biología y relaciones con su entorno y posteriormente plantear el desarrollo de programas de cría masiva y liberaciones de los controladores biológicos más eficientes. También se pueden implementar estrategias “*in situ*” para su conservación y multiplicación natural a través del manejo del hábitat, como un nuevo enfoque agroecológico del control biológico de conservación.

Por otra parte, hasta la fecha no existen reportes de entomopatógenos que estén causando enfermedades en las especies de la polilla de la quinua.

3.2.6.

Alternativas de Manejo Integrado de la Polilla de la Quinua

La polilla de la quinua es la especie más común y frecuente en los cultivos de quinua de las zonas agroecológicas de los Salares, el Altiplano y los Valles, donde por el incremento de las superficies cultivadas ha alcanzado niveles de gravedad, lo que exige aplicar medidas de control para evitar daños económicos considerables.

Los fundamentos y la estrategia descrita para el manejo del complejo noctuideo, en el marco de la producción orgánica y convencional, son válidos para el manejo del complejo polilla con algunas variantes en cuanto a las épocas y número de aplicaciones (Ver página 45 Alternativas de Manejo Integrado del Complejo Noctuideo). Por ejemplo en la zona Agroecológica de los Salares, las medidas para el manejo de esta plaga empiezan a partir de la fase fenológica de formación de grano, en la que ocurren abundantes posturas de huevos y presencia de larvas de primeros estadios, que si no son controlados oportuna y adecuadamente derivan en altas poblaciones del insecto, por lo cual es recomendable realizar aplicaciones preventivas con productos que tengan alta eficiencia en el control de huevos y larvas de primeros estadios, este es el caso del sulfocálcico para la producción orgánica, que tiene una eficiencia mayor al 60%.

En esta zona agroecológica, la fase de formación de grano se presenta entre los

meses de enero y febrero dependiendo de la época de siembra o resiembra (una actividad común en esta zona por el fenómeno de enterrado de plántulas por efecto de los fuertes vientos). Si la población de larvas sobrepasa el umbral de daño económico (3 a 6 larvas por planta en un muestreo de 10 plantas por hectárea), se recomienda el uso del Spinosad (un ecoinsecticida registrado para la producción orgánica), que presenta una eficiencia de control mayor al 90%.

En la zona agroecológica del Altiplano, generalmente se presentan dos generaciones bien diferenciadas, una en la fase fenológica de despunte de panoja y otra en la fase de formación de grano. En consecuencia, en esta zona es recomendable implementar medidas de control en estas fases críticas del crecimiento de las plantas, utilizando ecoinsecticidas o insecticidas dependiendo del destino de la producción.

En las zonas agroecológicas de los Salares y el Altiplano es frecuente que se presenten simultáneamente ambos insectos plaga (larvas de polilla y complejo noctuideo) en la fase de formación de grano, por lo que se recomienda combinar ambas estrategias de control.



3.3. INSECTOS PLAGA OCASIONALES EN EL CULTIVO DE QUINUA

Los insectos plaga, tomando en cuenta la frecuencia, se clasifican en: claves, ocasionales y potenciales. Las plagas claves o primarias son aquellas especies de insectos que, campaña tras campaña, están presentes en poblaciones altas ocasionando daños económicos importantes a los cultivos. Los insectos plaga ocasionales son aquellas especies de insectos que se presentan en poblaciones altas, sólo en ciertas épocas o años y/o en ciertas zonas, su importancia económica es mínima. Las plagas potenciales son aquellas poblaciones de insectos que bajo las condiciones existentes en el campo no afectan la cantidad ni la calidad de las cosechas porque se presentan en poblaciones bajas, pasando desapercibidas, por tanto carecen de importancia económica

La lista elaborada sobre los insectos plaga del cultivo de la quinua (Cuadro 1) incluye un grupo de insectos fitófagos considerados plagas ocasionales o potenciales, es decir que bajo condiciones normales de cultivo no son dañinas o se desconocen los daños que originan. Estas especies de insectos son

Luis Crespo
Raúl Saravia

generalmente plagas primarias de otros cultivos que forman parte del sistema productivo del Altiplano u otros agroecosistemas donde se produce la quinua. Un ejemplo de este tipo de plaga lo constituyen la presencia de trips, pulguitas y cigarritas que son plagas clave de diferentes cultivos andinos como la papa, haba, cebada, alfalfa y frutales de valle.

La presencia de este grupo de insectos es casi inexistente en la zona agroecológica de los Salares, poco frecuentes en zonas del Altiplano dependiendo de los cultivos que estén cercanos a las parcelas de quinua, en Valles Interandinos la presencia de este grupo de insectos puede ser más frecuente debido a la diversidad de cultivos de la zona, donde estos insectos son comunes. Sin embargo, varios insectos que se incluyen en este grupo, son considerados polífagos, es decir que se alimentan de varias especies

vegetales, por lo que eventualmente podrían tornarse en plagas de importancia en el cultivo de quinua, en varias zonas agroecológicas.

En términos generales para este grupo de insectos se cuenta con muy poca información generada en el cultivo de quinua, por lo que se ha recurrido a información generada en otros cultivos donde son plagas de importancia.

Manejo

El manejo de estos insectos, estará en función a la importancia económica que lleguen a tomar en cada zona de cultivo y del tipo de agricultura. Si la producción es orgánica, deberán ensayarse estrategias de manejo

integrado, que incluyan bio o eco insecticidas que cumplan con las exigencias de un proceso de certificación. Si la producción es convencional, el manejo incluirá el uso de productos químicos y la estrategia consistirá básicamente en la utilizada para los otros cultivos, aplicando las normas de buenas prácticas agrícolas y siguiendo las medidas de seguridad para el uso de estos productos químicos.

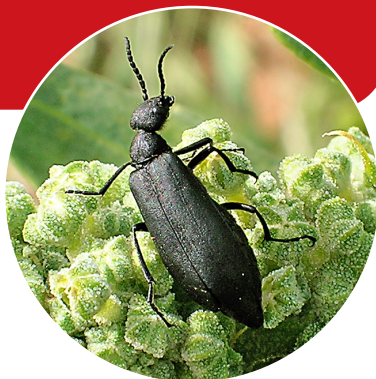
El listado de los insectos plaga ocasionales que están reportados en el cultivo de quinua, se presentan a continuación de forma alfabética según el orden al que pertenecen.



3.3.1. Escarabajo Negro

Orden: Coleóptera

Nombre científico: *Epicauta* spp.,
Epicauta latitarsis Haag, *Epicauta marginata* Fabricius, *Epicauta willei* Denier



Adulto de *Epicauta* sp.

Importancia

El escarabajo negro es un insecto con típico comportamiento gregario, que se alimenta especialmente de hojas de plantas jóvenes (hasta la fase de panojamiento) provocando defoliaciones localizadas. Sin embargo, su importancia económica es relativa, porque se presenta ocasionalmente en las zonas quinueras tradicionales, donde provoca daños serios (generalmente en pocas plantas) a manera de manchones, esto hace difícil cuantificar las pérdidas causadas por este insecto. En zonas tradicionales, su presencia está asociada a la época de lluvias (mayor humedad ambiental).

Daños

Los adultos son polívoros y de comportamiento gregario (Fig. 43), suelen encontrarse en grupos numerosos atacando intensamente las hojas y eventualmente flores; la cantidad de insectos sobre una misma planta y su voracidad da lugar al consumo de todas las hojas de la planta afectada. Se comportan como esqueletizadores y en ataques severos solamente quedan las



Figura 43. Comportamiento gregario en el ataque de adultos del Escarabajo Negro en el cultivo de la papa.

nervaduras de las hojas. También, pueden atacar a las inflorescencias tiernas, causándoles daños similares a los de las hojas.

Generalmente para su alimentación prefieren hojas jóvenes y succulentas, situadas en el tercio superior de la planta. Esta plaga usualmente se

presenta en forma localizada y rara vez el ataque es generalizado. Las larvas en cambio pueden ser consideradas benéficas al alimentarse de huevos de langostas (Gandarillas y Ortuño 2009).

Los escarabajos negros muestran una ligera preferencia por variedades dulces y blancas de quinua, la característica es que, hasta no terminar con una planta no pasan a otra, dejando sobre todo plantas tiernas totalmente defoliadas (Bravo 2010).

Diseminación y ciclo de la plaga

Son escarabajos de color negro y sin pelos, de cuerpo cilíndrico de 10 a 15 mm de largo. Las hembras colocan sus huevos en el suelo, en grupos de 50 a

80 unidades, al eclosionar, las larvas se encaminan a buscar cocones o paquetes de huevos de langostas, de los que se alimentan hasta su cuarto estadio, los dos últimos estadios son de reposo o de vida latente. Al final se transforman en pupa dentro una cavidad oval. El ciclo total del insecto dura un año. Los adultos se desplazan volando en grupos de una parcela a otra (Gandarillas y Ortuño 2009).

Existen diferentes especies de *Epicauta* distribuidas en todas las zonas quinueras.

Se presenta en cultivos de quinua en Bolivia, Perú y Argentina (Rasmussen, *et al* 2003; Valoy, *et al* 2011).



3.3.2. Pulguilla Saltona

Orden: Coleóptera

Nombre científico: *Epitrix* spp.



Adulto de *Epitrix* spp.

Importancia

La Pulguilla Saltona es un pequeño escarabajo que salta con mucha facilidad sobre el follaje por tener sus patas traseras bien desarrolladas. Los agricultores las conocen como *Piki Piki*, que en quechua se refiere a la pulga y su habilidad para saltar.

La pulguilla es una plaga importante en el cultivo de papa de donde se tiene información sobre su biología y comportamiento. En quinua es considerada una plaga ocasional, observada generalmente en parcelas de quinua próximas a parcelas de papa, puede tornarse de importancia en años secos alcanzando poblaciones altas que pueden reducir el área fotosintética de las plantas afectadas, obligando a los agricultores a usar medidas de control como el uso de insecticidas. Su presencia puede ser importante especialmente cuando se tiene cultivo de papa en la zona.

Daños

Los daños son causados por los adultos que comen las hojas de plantas tiernas, haciendo agujeros pequeños y redondos de menos de 3 mm de diámetro

semejantes a huecos causados por perdigones. Las hojas fuertemente dañadas pueden secarse completamente pudiendo afectar el rendimiento de la planta.

Diseminación y ciclo de la plaga

Los insectos adultos son pequeños escarabajos negros que miden de 2 a 3 mm, tienen vida diurna y saltan con mucha facilidad sobre el follaje.

Normalmente aparecen cuando el cultivo está en sus primeras etapas de crecimiento. Luego, las hembras colocan sus huevos en el suelo cerca de las plantas en grupos de 50 a 80 unidades. Las larvas son blancas y delgadas de hasta 4 mm de longitud con pequeñas patas torácicas, éstas se alimentan de las raíces, estolones (Gandarillas y Ortuño 2009).

En ausencia de papa este insecto puede alimentarse de otras plantas y malezas como el “nabo silvestre” (*Brassica campestris*) y también de la quinua. Cuando las larvas completan su

crecimiento empupan en el suelo, dentro de cortezas de árboles o bajo las piedras, pudiendo pasar el invierno en este estado hasta las primeras lluvias.

Su ciclo vital es de 4 a 6 semanas, pudiendo presentar de 1 a 4 generaciones al año.

La Pulguilla muestra gran capacidad de diseminación al desplazarse a grandes saltos de una planta a otra. La presencia

de hospedantes alternos, como otros cultivos y malezas facilita su multiplicación y diseminación.

Su presencia en cultivos de quinua en Bolivia, Perú y Argentina está reportada por Rasmussen, *et al* (2003) y Valoy, *et al* (2011).

3.3.3.

Mosca Minadora

Orden: Díptera

Nombre científico: *Liriomyza*

brasiliensis Frost, *Liriomyza*

huidobrensis Blanchard, *Liriomyza* sp.



Adulto de *Liriomyza* sp.

Importancia

Recibe el nombre común de "Mosca Minadora". Es una plaga secundaria de la quinua, se presenta en los meses de diciembre a enero en el Altiplano boliviano y el Sur del Perú especialmente en zonas secas. En Valles Interandinos y a Nivel del Mar, además de la quinua ataca al cultivo de papa, haba, arveja, cebolla, ajo, hortalizas y flores, de donde pueden pasar a la quinua y causar daño afectando su rendimiento. Los mayores ataques de esta plaga se reportan en invernaderos y carpas solares, donde se realizan trabajos de mejoramiento e investigación de este cultivo.

Daños

Causan daños en las hojas y a veces en los tallos. Las larvas perforan la epidermis de las hojas para alcanzar el tejido parenquimático, del cual se alimentan produciendo galerías o minas en zig-zag que forman al comer (Fig. 44); siendo



Figura 44. Daño de la mosca minadora en hoja de quinua

éstas de color blanco sucio, en forma serpenteada, que luego se alarga en forma de manchas de aproximadamente 1 cm de diámetro.

Infestaciones bajas y medianas no afectan seriamente el cultivo, pero, si la densidad de minas es muy alta, provoca la mortalidad de hojas reduciendo el área fotosintética de la planta, pudiendo afectar el rendimiento.

Diseminación y ciclo de la plaga

Los adultos son pequeñas mosquitas de color negro brillante, con puntos amarillos en la parte dorsal y posterior del tórax, miden aproximadamente 6 mm de longitud. Son muy activas entre las plantas de quinua y se desplazan de una planta a otra volando.

Las larvas son pequeñas, sin patas de color blanco cremoso y de unos 3 mm de longitud de forma alargada y cónica.

La duración del ciclo biológico de *Liriomyza huidobrensis* es de aproximadamente 40 días, el huevo incuba en seis días, la larva desarrolla en 13, la pupa en 21, completando el ciclo biológico en 40 días. Este tiempo puede acortarse en condiciones de mayor temperatura.

3.3.4.

Cigarritas

Orden: Hemiptera

Nombre científico: *Anacuerna centrolinea* Melichar, *Bergallia* sp., *Berogonia* sp., *Paratanus* sp.



Adulto de *Anacuerna centrolinea*

Importancia

En el cultivo de quinua están reportadas varias especies de cigarritas. Puede ser encontrada con mayor frecuencia en los Valles Interandinos aunque últimamente *A. centrolinea* ha sido reportada en el Altiplano Sur de Bolivia, posiblemente debido al efecto del calentamiento global que favorece su establecimiento. Su incidencia y tipo de daño no afecta de manera significativa al rendimiento de la quinua, por lo que al presente no se tienen reportes de pérdidas económicas importantes. Las especies mencionadas están reportadas en zonas quinueras de altura de Argentina, Bolivia, Chile y Perú. En Valles Interandinos y a Nivel del Mar pueden presentarse otras especies relacionadas a otros cultivos característicos de estas zonas.

Daños

Generalmente están presentes en las hojas, donde se alimentan de la savia de las plantas, introduciendo su estilete, en este proceso inyectan toxinas causando encrespamiento de las hojas y muerte de la planta (Fig. 45).

En otros cultivos como la papa, el síntoma típico a causa de las toxinas que segrega el insecto es el “quemado” de los bordes de las hojas con enrollamiento hacia abajo y amarillamiento de la lámina foliar. Este síntoma no ha sido observado ni reportado en el cultivo de quinua.

En algunos nichos ecológicos del Altiplano Sur de Bolivia, *A. centrolinea* causa puntos amarillos en las hojas atacadas y es considerada de importancia económica.



Figura 45. Adultos de *Anacuerna centrolinea*.

Diseminación y ciclo de la plaga

Estos insectos tienen una metamorfosis incompleta, los adultos son como maripositas de color oscuro y de forma cónica; sus ninfas, de color claro, muy parecidas a los adultos; los huevos, alargados en uno de sus extremos y de color blanco sucio; también miden unos 0.3 mm de diámetro. Tanto las ninfas como los adultos causan daños en las hojas y a veces en los tallos y las panojas.

Las cigarritas, como se los conoce comúnmente, son insectos chupadores ampliamente distribuidos en el mundo, de tamaño pequeño (3 mm) y muy móviles, vuelan a gran velocidad al ser

molestados. La hembra pone sus huevos en el peciolo y la nervadura central de las hojas mediante su ovopositor puntiagudo, que le permite cortar longitudinalmente la epidermis e introducir el huevo debajo de la misma.

Las ninfas y los adultos viven en la cara inferior de las hojas, donde se alimentan picando y chupando la savia de la planta. La longevidad del adulto varía entre los 20 a 22 días, y su ciclo completo tiene una duración aproximada de 30 días.

Este insecto tiene la capacidad de volar, puede diseminarse con ayuda del viento de una parcela a otra.

3.3.5.

Pulgones



Adulto de áfido alado.

Importancia

Los pulgones son insectos comunes en muchos cultivos, se alimentan chupando savia de las plantas hasta debilitarlas. En el caso de la quinua los pulgones son considerados una plaga ocasional, eventualmente podrían tomar importancia por efecto del calentamiento global y por la ampliación de las áreas de cultivo de quinua.

En la zona Andina es común la rotación de cultivos que incluye papa y quinua, la especie de pulgón *M. persicae* frecuentemente reportada en papa y conocida por su alta eficiencia como vector de virus, pasa a campos de quinua próximos. Los áfidos al ser vectores de enfermedades virales merecen especial atención, aunque a la fecha no han sido reportadas en quinua enfermedades virales de importancia económica. En campo, las colonias de pulgones se observan fácilmente en los brotes y las panojas (Fig. 46).

Orden Homóptera

Nombre científico: *Myzus persicae*

Sulzer, *Macrosiphum euphorbiae*

Thomas



Figura 46. Pulgones en la panoja de quinua.

Daños

La forma de alimentación de los áfidos debilita las plantas, paralizando su desarrollo, producen secreciones azucaradas que favorecen el desarrollo de un hongo negro sobre las hojas y las panojas (*Cladosporium* sp.), que afecta directamente a la calidad de los granos.

Se sabe que los áfidos al momento de alimentarse de la planta segregan toxinas que pueden deformar los brotes tiernos (Bravo 2010).

Diseminación y ciclo biológico

Los pulgones son insectos comunes en muchos cultivos. Son de tamaño pequeño (de 1 a 2 mm), de cuerpo blando y generalmente verdes. Existen individuos con alas que inician las infestaciones e individuos sin alas que forman colonias en las partes tiernas de las plantas y en el envés de las hojas. Los individuos alados pueden ser llevados por el viento a grandes distancias.

El grupo de áfidos en general suele ser polífago, por lo que en zonas más bajas y templadas pueden presentarse otras especies de áfidos, que eventualmente pueden constituirse en plagas de importancia.

Este insecto puede presentar especímenes alados lo que hace muy fácil su diseminación a través de vuelos que pueden ser favorecidos por los vientos, debido a su tamaño pequeño.

Las especies mencionadas están reportadas en zonas de altura de Bolivia, Argentina y Perú en todas las zonas donde se produce quinua.

Enemigos naturales

En muchos lugares donde se cultiva quinua y se reporta la presencia de pulgones, también se reporta la presencia de sus enemigos naturales como los Coccinelidos: *Eriopsis* sp. *Eriopsis connexa* Germar, y *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Valoy, et al 2011).



3.3.6. Gusano Medidor

Orden: Lepidóptera

Nombre científico: *Perizoma sordescens* Dognin, *Perizoma* sp.



Larva de *Perizoma* sp.

Importancia

El Gusano Medidor es una plaga considerada ocasional. Las larvas de este insecto son las que causan daños en las hojas cuando están tiernas al alimentarse de ellas; de igual manera afecta los granos cuando están pastosos o secos.

Daños

Las larvas destruyen hojas verdes (Fig. 47), granos pastosos y granos secos. En caso de ataques severos, se observan inflorescencias vacías y panojas laxas.



Figura 47. Larva de Gusano Medidor alimentándose de hoja de quinua

Las hembras realizan las posturas aisladas en la cara inferior de las hojas tiernas o en las inflorescencias, los huevos son ovoides, de 3 mm de longitud, color amarillo blanquecino cuando están frescos y anaranjados cuando están próximos a la eclosión.

Las larvas son polífagas, de cuerpo delgado con sólo dos pares de patas en el abdomen. Su color varía desde verde claro a azul oscuro, amarillo pálido a gris oscuro y de marrón a negro azulado.

Tiene seis estadios larvales, en el último alcanza unos 20 mm de longitud. Las pupas son de color marrón y miden hasta 10 mm de longitud. Los adultos poseen gran capacidad de migración hacia los cultivos vecinos.

Diseminación y ciclo de la plaga

Los adultos son mariposas nocturnas de color gris pajizo, miden 20 mm de longitud y 30 mm de expansión alar (Fig. 48).



Figura 48. Adulto de Gusano Medidor

3.3.7. Trips

Orden Thysanóptera

Nombre científico: *Frankliniella tuberosi* Moulton, *Frankliniella* sp.



Adulto de *Frankliniella* sp.

Importancia

Los trips son insectos muy pequeños que normalmente son observados en cultivos de quinua, se encuentran en las panojas, sin embargo no existen reportes sobre daños y pérdidas causadas al cultivo de la quinua. Esta plaga es muy común en cultivos de papa donde causa raspaduras en el follaje

La plaga se encuentra distribuida en todas las zonas quinueras, donde las condiciones de sequía favorecen su proliferación. Las especies mencionadas están reportadas en zonas quinueras de altura de Argentina, Bolivia y Perú (Rasmussen, *et al* 2003, Valoy, *et al* 2011), en Valles Interandinos y a Nivel del Mar pueden presentarse estas especies y otras que están relacionadas a otros cultivos característicos de las zonas mencionadas, las condiciones climáticas son favorables para su establecimiento y proliferación. Los trips se encuentran ampliamente distribuidos y tienen una extensa gama de hospederos.

Daños

Las ninfas y los adultos de trips están generalmente presentes en la panoja desde el inicio de la floración, también pueden estar presentes en las hojas (Fig. 49).



Figura 49. Trips en la panoja de la quinua.

Diseminación y ciclo de la plaga

Los trips son insectos de 1 a 2 mm de longitud, delgados, tienen dos pares de alas con gran cantidad de flecos (Fig. 50).

Se alimentan del contenido celular en el envés de las hojas. La coloración del adulto varía de amarillo a pardo oscuro.

Las ninfas son amarillas o anaranjadas, se pueden observar en el envés de las hojas, donde producen pequeñas manchas plateadas. La pupación ocurre



Figura 50. Trips adulto.

en el suelo, de donde emerge el adulto después de 2 a 4 días en busca de especies vegetales aptas para la reproducción. Invernan en diferentes especies vegetales como ninfas y adultos.

La biología de esta plaga es favorecida por condiciones de sequía, en las que se reproduce muy rápidamente, en cambio se ve perjudicada en periodos de lluvia. El ciclo de vida de este insecto dura de 30 a 60 días, pudiendo existir de 2 a 5 generaciones por año.

En estado adulto este insecto tiene la capacidad de realizar vuelos cortos por lo que puede trasladarse de una planta a otra por sí mismo, y debido a su pequeño tamaño, este desplazamiento es favorecido por el viento. También puede ser transportado en material vegetal (Gandarillas y Ortuño 2009).

Referencias Bibliográficas

- Acatitla, C. 2010. *Copitarsia decolora* Guenée: Su preferencia por brócoli, col y coliflor, su caracterización molecular y de tres de sus himenópteros parasitoides. Tesis Ph. D., especialista en Entomología y Acarología. Montecillos, MX. Colegio de Postgraduados. 68 p.
- Alcázar, MD; Belda, JE; Barranco, P; Cabello, T. 2000. Lucha integrada en cultivos hortícolas bajo plástico en Almería. *Vida Rural*. 118: 51-55.
- Angulo, A; Weigert, G. 1975. Noctuidae (Lepidóptera) de interés económico del Valle del Ica, Perú: clave para estados inmaduros. *Revista Peruana de Entomología*. 18 (1): 98-103.
- Angulo, A; Olivares, T. 2003. Taxonomic update of the species of *Copitarsia* Hampson 1906. (Lepidoptera: Noctuidae: Cucullinae). *Gayana Zoológica*. 67(1): 33-38.
- Angulo, AO; Olivares, TS. 2005. Guía de Practica del Primer Curso Internacional de Noctuideos (Lepidóptera: Noctuidae). Facultad de Ciencias Naturales Departamento de Zoología. Concepción, CL.
- Angulo, A; Olivares, T. 2009. La polilla *Copitarsia decolora*: revisión del complejo de especies con base en la morfología genital masculina y de los huevos (Lepidóptera: Noctuidae). *Rev. Biol. Trop.* 58 (2): 769-776.
- Artigas, J; Angulo, A. 1973. *Copitarsia consueta* (Walter) Biología e Importancia Económica en el cultivo de Raps (Lepidóptera: Noctuidae). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*. 46: 199-216.
- Artigas, JN. 1994. *Entomología Económica*. Universidad de Concepción. Concepción, CL. 1: 1126,2: 943.
- Avalos, F. 1996. Identificación y dinámica poblacional de la polilla de la quinua *Eurysacca melanocampta*. Tesis Ing. Agr. La Paz, BO. Facultad de Agronomía, UMSA. 121 p.
- Barrientos, RM. 1985. Dinámica poblacional de ciclos biológicos de insectos en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). **In** Convención Nacional de Entomología, (XXVIII, 1985, Puno, PE). Resúmenes. p. 1-15.
- Bahena, JF. 2008. Enemigos Naturales de las Plagas Agrícolas. Del maíz y otros cultivos. SAGARPA – INIFAP. Uruapan, Michoacán, MX. Libro Técnico no. 5: 180 p.
- Begon, M; Harper, JL; Townsend, CR. 1996. *Ecology*. Blackwell Science, Oxford. 1068 p.
- Blenk, RG; Gouger, RJ; Gallo, TS; Jordan, LK; Howell, E. 1985. *Agrotis ipsilon*. Eds. R Singh y R Moore. Elsevier. *Handbook of insect rearing II*: 177-187.
- Bravo, R; Mamani, F. 1992. Diagnóstico, identificación y clasificación de los insectos en especies arbóreas nativas. Proyecto Arbol Andino. Puno, PE. 48 p.
- Bravo, R; Loza, A. 2009. Predadores de plagas en cultivos andinos del Altiplano Peruano. *Journal de Ciencia y Tecnología Agraria*. 1 (4): 124-129.
- Bravo, R. 2010. Manejo Agroecológico de Plagas Andinas. 1ra. Ed. Altiplano EIRL. Puno, PE. p. 52-63.
- Brechelt, A. 2004. El manejo ecológico de plagas y enfermedades. Fundación Agricultura y Medio Ambiente, Santo Domingo, RO. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL). Santiago de Chile, CL. 35 p.
- Castillo, E; Angulo, A. 1991. Contribución al conocimiento del género *Copitarsia* Hampson, 1906 (Lepidóptera: Glossata: Cucullinae). *Gayana Zoológica* 55 (3): 227-246.

- Choquehuanca, M. 2011. Ciclo biológico de *Copitarsia incommoda* Walker plaga del cultivo de la quinua en condiciones de laboratorio. Tesis Ing. Agr. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica.
- Costa, F; Yabar, E; Gianoli, E. 2009. Parasitismo sobre *Eurysacca melanocampta* Meyrick (Lepidóptera: Gelechiidae) en dos localidades de Cusco, Perú.
- Delgado, PE. 1989. Determinación taxonómica y porcentaje de parasitismo de insectos benéficos sobre *Eurysacca melanocampta* Meyrick "Kcona Kcona" en quinua. Tesis Lic. Puno, PE. Universidad Nacional del Altiplano.
- Delgado, P. 2005. Plagas y Enfermedades de la Quinua. Manejo y Mejoramiento de Quinua Orgánica. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. INIA. Estación Experimental Agraria Illpa-Puno. Puno, PE. p. 80-111.
- Figuroa, I; Ríos, B; Crespo, L; Saravia, R; Quispe, R. 2013 Parasitoides de larvas de polilla de la quinua (*Eurysacca quinoae* P.) perspectiva de control biológico en quinua orgánica. In Congreso Científico de la Quinua (2013, La Paz, BO). Ed. M Vargas. 682 p.
- Flavio, T. 1997. Biología de la *Eurysacca melanocampta* Meyrick en laboratorio, Huancayo. Tesis Ing. Ag. Huancayo, PE. Universidad Nacional del Centro.
- Franco, J; Ochoa, R. 1996. La polilla de la quinua *Eurysacca melanocampta* Meyrick 1917, (Lep. Gelechiidae) en Cusco, Perú. Kente, Cusco: 17-20.
- Gandarillas, A; Ortuño, N. 2009. Compendio de enfermedades, insectos, nematodos y factores abióticos que afectan el cultivo de la papa en Bolivia. Fundación PROINPA. Cochabamba, BO. p. 94-132.
- García-Gutiérrez, C; González, MB; Cortez, E. 2012. Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. Ra Ximhai. 8 (3).
- Lamborot, L; Guerrero, MA; Araya, JE. 1999. Lepidópteros asociados al cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la zona central de Chile. Bol. San. Veg. Plagas. 25: 203-207.
- Mamani, D. 1998. Control Biológico en forma Natural de la Polilla de la Quinua (*Eurysacca melanocampta* Meyrick) por Parasitoides y Perspectivas de Cría para su Manipulación en el Altiplano Central. Tesis Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 90-91.
- Moreno, OL; Serna, FJ. 2006. Biología de *Copitarsia decolora* (Lepidóptera: Noctuidae: Cucullinae), en flores cultivadas del híbrido comercial de *Alstroemeria* spp. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín. 59 (1): 3257-3270.
- Mujica, A. 1993. Manual del cultivo de quinua. Proyecto TTA-AID-INIA. PIVA. Lima, PE. p. 32-46.
- Mujica, A; Jacobsen, SE; Izquierdo, J; Marathee, J. 1998. Field Book of the American and European Test of Quinoa, Lima, PE. FAO, UNA-Puno, CIP.
- Ojeda, D; Raven, K. 1986. Contribución al estudio de los Gelechiidae (Lepidóptera) peruanos. In Convención Nacional de Entomología, (XXIX, 1986, Lima, PE). Resúmenes. p. 10.
- Olivares, S; Angulo, A. 2004 Descripción de los huevos de *Copitarsia incommoda* (Walker) y *Copitarsia turbata* (Herrich-Scheffer) (Lepidóptera: Noctuidae: Cucullinae). Gayana Concepción 68(1):1-6.
- Ortiz, R; Zanabria, E. 1979. Plagas. Quinua y kañiwa, cultivos andinos, CIID. Bogotá, CO. Serie: Libros y Materiales educativos.
- Ortiz, R. 1993. Insectos plaga en Quinua. Cultivos Andinos. FAO, Oficina Regional para las Américas. Consultado 15 noviembre 2013 Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/pro>

du/cdrom/contenido/libro14/cap2.3.htm
#Top.

- Ortiz, R. 2001. Insectos plaga en quinua. In Taller Internacional sobre Quinua-Recursos Genéticos y Sistemas de Producción, (1er, 2001, Lima, PE). Memorias. p. 115-118.
- Pastrana, J. A. 2004. Los lepidópteros argentinos. Sus plantas hospedadoras y otros sustratos alimenticios. 1ra. Ed. Sociedad Entomológica. Buenos Aires, AR. 350 p.
- Pogue, MG; Simmons, RB. 2008. A new pest species of *Copitarsia* (Lepidoptera: Noctuidae) from the Neotropical Region Feeding on *Asparagus* and Cut Flowers. *Annals of the Entomological Society of America* 101(4): 743-762.
- Pogue, M. 2014. Primer reporte aún no publicado. Febrero 2014.
- Povolny, D. 1979. On some little known moths of the family Gelechiidae (Lepidoptera) as pests of crops. *Acta Universitatis Agriculturae, Facultas Agronomica*, 27(2):139-165; [52 fig.]; 26 ref. View Abstract
- Povolny, D; Valencia, L. 1986. Una palomilla de papa nueva para Colombia. In curso sobre control integrado de plagas de papa, (1986, Bogotá, CO). Memorias. p. 33-35, 113.
- Povolny, D. 1990. Gnorimoschemini of Peru and Bolivia (Lepidoptera, Gelechiidae). *Steenstrupia*. 16:153-223.
- Povolny, D. 1997. *Eurysacca quinoae* sp. a new quinoa-feeding species of the tribe Gnorimoschemini (Lepidoptera, Gelechiidae) from Bolivia. *Steenstrupia*. 22:41-43.
- PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). 2004. Estudio de los impactos sociales, ambientales y económicos de la promoción de la quinua en Bolivia. La Paz, BO.
- PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). 2008. In Herramientas Para el Desarrollo del Manejo Integrado de Plagas en la Producción de Quinua Orgánica, (Nov 2007-Junio 2008, La Paz, BO). Informe Proyecto. Fundación AUTAPO. 53 p.
- PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). 2013. Informe Anual 2012-2013 del Proyecto Desarrollo y validación participativa de las innovaciones tecnológicas que mejoren las estrategias para manejo sostenible del sistema centrado en quinua en el Altiplano boliviano. Fundación McKnight. La Paz, BO. 145 p.
- PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos, BO). 2014. Desarrollo del protocolo de cría de la polilla de la quinua *Eurysacca* spp. bajo condiciones de laboratorio. Informe de avance. Centro Quipaquipani, Regional Altiplano, Fundación PROINPA. (no publicado).
- Quispe, H. 1979. Biología y comportamiento del minador pegador de hojas y destructor de panojas *Scrobipalpula* sp. (Lepidoptera, Gelechiidae) en quinua. Tesis Ing. Agr. Puno, PE. Universidad Nacional del Altiplano (UNA).
- Quispe, R. 2002. Dosis de *Baculovirus phthorimae* para el control biológico de *Eurysacca melanocampta* Meyrick en el cultivo de la quinua. Tesis Ing. Agr. La Paz, BO. Facultad de Agronomía. UMSA. 88 p.
- Quispe, R; Saravia, R. 2006. Validación de una estrategia MIP-polilla de la quinua para la producción de quinua orgánica. In Congreso de la Asociación de Protección Vegetal, (IV, 2006, Oruro, BO). Memorias. p. 56-59.
- Rasmussen, C; Jacobsen SE, Lagnaoui A, 2001a. Las polillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Perú: *Eurysacca* (Lepidoptera: Gelechiidae).

- Revista Peruana de Entomología. 42:57-59.
- Rasmussen, C; Lagnaoui, A; Delgado, P. 2001b. *Phytomyptera* sp. (Diptera: Tachinidae): an important natural control agent of the quinoa moth, *Eurysacca quinoae* (Lepidoptera: Gelechiidae) in the central Peru. Tachinid Times. 14:5-6.
- Rasmussen, C; Lagnaoui, A; Esbjerg, P. 2003. Advances in the Knowledge of Quinoa Pests. Food reviews international. 19 (1 y 2): 61–75.
- Rasmusen, C. 2006. Crop Protection Compendium. Report Genus Eurysacca. CPC – Datasheet – Eurysacca. CAB International. Consultado 15 diciembre 2013. Disponible en <http://www.cabicompendium.org/cpc/report.asp?Criteria=T/NAM;T/TX1&CCODE=EUR64/6/2006>.
- Rodríguez, GA. 2013. Insectos plagas en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow) en el Ecuador. Monografía. Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil, EC.
- Rodriguez, M. 2013. Guía de identificación y manejo integrado de plagas y enfermedades en piña. Consultado 15 diciembre 2013. Disponible en <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-de-mostrativos/costa-rica-1/publicaciones-banacol/guia%20identificacion5.pdf>
- San Blas, D. 2014. Revisión sistemática y análisis cladístico del género *Agrotis* Ochsenheimer (Lepidoptera: Noctuidae) en Argentina. Tesis Ph.D. Tucumán, AR. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán.
- Sanchez, G; Vergara, C. 1991. Plagas de cultivos andinos. Departamento de Entomología y Fitopatología. UNALM. Lima, PE. 186 p
- Saravia, R; Quispe, R. 2003. Ciclo biológico de la polilla de la quinua *Eurysacca melanocampta* Meyrick. Ficha técnica No. 6. Fundación PROINPA. Cochabamba, BO. 4 p.
- Saravia, R; Quispe, R. 2006. Manejo Integrado de las Plagas Insectiles del Cultivo de la Quinua. In Manejo Agronómico de la Quinua Orgánica, (2006, La Paz, BO). Fascículo 4. Módulo 2. Programa Apoyo a la Quinua Altiplano Sur. Fundación AUTAPO, Fundación PROINPA. 105 p.
- Saravia, R; Mamani, A; Bonifacio, A; Alcon, M. 2008. Diagnóstico de los enemigos naturales de las plagas del cultivo de quinua. Fundación PROINPA. Informe Anual 2008-2009. Rubro Granos Altoandinos. Cochabamba, BO. 215 p.
- Saravia, R; Mamani, A; Bonifacio, A; Alcon, M. 2011. Diagnóstico de los enemigos naturales de las plagas del cultivo de quinua. Fundación PROINPA. Informe Anual 2010-2011. Rubro Granos Altoandinos. Cochabamba, BO. 215 p.
- Saravia, R; García, J. 2013. Las plagas de la quinua: Comportamiento de las plagas en el periodo invernal. Consultado 10 diciembre 2013. Disponible en http://www.proinpa.org/phocadownload/articulos/Quinua/Raul%20Saravia_Las%20plagas%20de%20la%20quinua.pdf
- Sarmiento, J. 1990. Guía para el manejo de plagas en cultivos andinos subexplotados. Preparado por Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago de Chile, CL. 116 p.
- Serna, FJ. 1996. Entomología general: guías para el reconocimiento de familias de insectos. Medellín: PV Gráficas. 110 p.
- Simmons, RB; Scheffer, SJ. 2004. Evidence of cryptic species within the pest *Copitarsia decolora* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae). Annals of the Entomological Society of America 97: 675-680.

- Simmons, RB; Pogue, MG. 2004. Redescription of two often-confused noctuid pests, *Copitarsia decolora* and *Copitarsia incommoda* (Lepidoptera: Noctuidae: Cucullinae). Ann. Entomol. Soc. Am. 97:1159-1164.
- Valoy, M; Bruno, M; Prado, F; González, J. 2011. Insectos asociados a un cultivo de quinoa en Amaicha del Valle, Tucumán, AR. Acta zoológica Lilloana 55 (1): 16-22.
- Vélez, R. 1997. Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado. Medellín: Universidad de Antioquia. 68 (1): 112-116.
- Whitfield, J; Rasmussen, C; Arias Penna, C. 2011. Review of the New World Genus *Venanus* (Hymenoptera: Braconidae: Microgastrinae), With a New Key and Descriptions of Three New Reared Neotropical Species. Ann. Entomol. Soc. Am. 104(6): 1119 - 1127.
- Yabar, E; Baca, B. 1981. Algunos lepidópteros que atacan al tarwi (*Lupinus mutabilis*) en el Cusco. Rev. Per. Ent. 24(1): 81-85.
- Zanabria, E; Mujica, A. 1977. Evaluación de insectos plaga de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el departamento de Puno. In Convención Nacional de Entomología, (XX, 1977, Arequipa, PE). p. 36-37.
- Zanabria, E; Banegas, M. 1997. Entomología económica sostenible. Puno, PE. Universidad Nacional del Altiplano del Perú.





IV. LAS ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE LA QUINUA

La mayor parte de las enfermedades que afectan al cultivo de la quinua están ocasionadas por hongos, en menor número por bacterias, nematodos y virus. La incidencia y severidad varían en función a la variedad, estado fenológico y condiciones ambientales. En términos generales las enfermedades han recibido poca atención, los primeros reportes están contenidos en el libro “La Quinua y la Kañiwa” del año 1979 (Tapia, *et al* 1979).

La enfermedad más importante y conocida a nivel global es el Mildiu, aunque existen otras de menor importancia como: Marchitez a la Emergencia, Moho Verde, Mancha Foliar, Podredumbre Marrón del Tallo, Mancha Ojival, Mancha Bacteriana, Ojo de Gallo, Nematodos y Virosis. En general, estas enfermedades no son

**Giovanna Plata
Alejandro Bonifacio
Oscar Navia
Antonio Gandarillas**

consideradas de importancia económica, pero, debido a la rápida expansión del cultivo en la zona Andina y a efectos del cambio climático, eventualmente estas enfermedades podrían tornarse prevalentes. Por otro lado, debido al desarrollo del cultivo en diferentes países del mundo, con características agroecológicas y ambientales diferentes, es probable que se presenten nuevas enfermedades.

En este capítulo se dará énfasis al Mildiu y se hará una descripción de lo que se conoce hasta la fecha de las otras enfermedades.



4.1. HONGOS



4.1.1.

El Mildiu

La enfermedad más importante del cultivo de la quinua a nivel mundial es el Mildiu (Fig. 1), ocasionada por el oomycete *Peronospora variabilis*¹.

El Mildiu fue reportado por primera vez en Perú en 1947, luego en varios países y continentes: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú en Sud América (Anexo 6); México, Canadá y Estados Unidos en Norte América; Portugal, Francia, Holanda, Inglaterra, Suecia, Italia y Dinamarca en Europa; India en Asia y Kenia en África (Danielsen, *et al* 2000; Choi, *et al* 2010; INIA 2012; Mújica, *et al* 2013).

P. variabilis es un oomyceto de fácil dispersión (viento y lluvia), durante el desarrollo del cultivo las estructuras de



Figura 1. Plantas de quinua severamente afectadas por Mildiu.

¹ Anteriormente denominado como *Peronospora farinosa* f. sp. *chenopodii* (Fr.) Fr., trabajos del 2008 y 2010 de Choi, *et al* han reclasificado la especie mediante técnicas moleculares utilizando las regiones intergénicas del ADNr.



Mancha clorótica ocasionada por *Peronospora variabilis*.

diseminación son principalmente las esporas; en cambio a la senescencia o ausencia de cultivo la enfermedad se disemina mediante oosporas (estructuras de reproducción sexual) que pueden estar adheridas a la superficie del grano o en el interior del rastrojo que se queda en el campo. Por lo tanto, la diseminación a cortas distancias es mediante esporas y a largas distancias bajo la forma de oospora.

El hecho de que en los últimos años exista un interés mundial por el cultivo de quinua, está dando lugar a un movimiento intenso entre continentes y países, de semilla que no siempre cumple estándares de sanidad, en este marco la probabilidad de mover granos de quinua con oosporas es muy alta (Danielsen y Ames 2003; Danielsen, *et al* 2004; Testen 2012). Podemos señalar con bastante certeza que el Mildiu se hará presente en todos los lugares donde se cultive quinua, la incidencia y severidad será de mayor o menor grado en función de las variedades, las condiciones ambientales y el manejo. Las pérdidas que ocasiona el Mildiu dependen de la fase fenológica

en la que la planta es atacada y del grado de resistencia de la variedad. Cuando se cultivan variedades susceptibles y se presentan condiciones de clima favorables, particularmente alta humedad relativa, los efectos del Mildiu son severos.

Si el ataque ocurre en fases iniciales de desarrollo de la planta, se puede perder completamente la producción; en variedades resistentes las pérdidas oscilan entre 20 y 40% (Danielsen, *et al*/ 2003; Danielsen y Munk 2004) (Fig. 2).

El principal efecto de la enfermedad sobre la planta es la reducción del área foliar fotosintéticamente activa (aparición de manchas cloróticas o necróticas

en las hojas) causando defoliación parcial o total. Como se observa en la figura 3, existe atrofia en el desarrollo de la planta, reducción de tamaño de la panoja y menor rendimiento (granos pequeños y/o vanos).

Las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad son: alta humedad relativa (>80%) y temperaturas entre 18 a 22 °C, que favorecen la formación de las esporas y el crecimiento del micelio; sin embargo, estos procesos pueden interrumpirse al presentarse períodos prolongados de insolación y sequía. En zonas donde las plantas amanecen con una delgada capa de agua de rocío, es suficiente para



Figura 2. Plantas afectadas por Mildiu después de la emergencia (izq.) y plantas afectadas por la enfermedad en la fase de panojamiento (der.).



Figura 3. Defoliación de plantas de quinua, variedad resistente (izq.) y variedad susceptible (der.).

que el patógeno pueda desarrollarse y provocar la enfermedad. También se ha observado que períodos con nubosidad, aunque no llueva, favorecen a la aparición de la enfermedad. En cambio, el desarrollo de la enfermedad es menos sensible a la temperatura, los procesos de infección pueden tener lugar en un amplio rango que oscila entre 0 a 25 °C.

Las opciones de manejo de la enfermedad están a su vez relacionadas con el tipo de producción (orgánica o convencional). Dentro de una producción convencional, la disponibilidad de fungicidas de última generación permitirán controlar satisfactoriamente a la enfermedad, sí los productos son aplicados preventiva y oportunamente. En cambio, dentro de una producción orgánica se deberá considerar una serie de componentes que ayuden a mantener en niveles aceptables la severidad de la enfermedad, entre ellas la utilización de variedades resistentes, siembras tempranas, densidades bajas de siembra y biofungicidas aceptados por la certificación orgánica.

En la zona agroecológica de los Valles Interandinos donde la lluvia promedio es de 500 mm, necesariamente se requiere implementar medidas de manejo y

además sembrar variedades resistentes o tolerantes. Debido al interés de sembrar quinua en otras zonas del mundo, el Mildiu se constituirá en un factor restrictivo, principalmente en zonas con precipitaciones mayores a los 500 mm, donde ocurrirán ataques severos.

La zona agroecológica de los Salares es la principal zona de exportación de quinua de Bolivia, donde la precipitación promedio varía entre 200 a 250 mm. En esta zona, extremadamente seca, el Mildiu no reviste mayor importancia, lo cual también favorece a la producción con certificación orgánica y además a la producción de semilla libre de enfermedades.

Síntomas

La enfermedad afecta principalmente el follaje (hojas) aunque también se pueden encontrar síntomas en tallos, ramas, inflorescencia y granos. Los síntomas iniciales aparecen en las hojas como manchas pequeñas de forma irregular cuya coloración puede ser clorótica o amarilla, rosada, rojiza, anaranjada o parda, dependiendo del color de la planta (Fig. 4). A medida que progresa la enfermedad estas manchas



Figura 4. Manchas típicas ocasionadas por *Peronospora variabilis* que varían en su coloración según el color de la planta de quinua.

se unen (coalescen), la hoja se torna clorótica y posteriormente se cae (defoliación). Si las condiciones son muy favorables para la enfermedad (alta humedad relativa, nubosidad y precipitación continua), la planta puede quedar enferma en casi la totalidad de sus hojas, defoliarse completamente y detener su crecimiento.

La esporulación del hongo se presenta en el envés de las hojas y su abundancia está relacionada a la resistencia o susceptibilidad de las variedades. En los ecotipos susceptibles es frecuente observar una esporulación abundante como un micelio de color grisáceo (Figs. 5 y 6); en los ecotipos resistentes puede presentarse o no el micelio.



Figura 5. Esporulación grisácea abundante en el envés de la hoja de quinua.



Figura 6. Esporulación en el haz (izq.) y el envés (der.) de una variedad roja.

Cuando la enfermedad se presenta al inicio de formación de la panoja, se atrofia el desarrollo de la misma (crecimiento lento), se afecta el llenado y el tamaño del grano. Si las condiciones climáticas son favorables durante la fase de grano masoso puede ocurrir el ennegrecimiento del grano. En ecotipos de grano grande (Quinua Real) se ha observado la reducción del tamaño del grano y la aparición de granos vanos; en cambio, en las variedades criollas y resistentes no se afecta el tamaño.

En esta etapa es cuando las oosporas se forman en la superficie del grano, constituyéndose en una importante fuente de inóculo inicial, si estos granos son utilizados como semilla.

Cuando la enfermedad se presenta pasada la floración puede ser confundida con la senescencia natural (amarillamiento generalizado) de las plantas, en esta etapa no se presentan pérdidas de importancia.

Descripción del patógeno:

Peronospora variabilis (Choi, et al 2008 y 2010), es un parásito obligado biotrófico del grupo de los Oomycetes, familia Peronosporaceae y orden Peronosporales.

P. variabilis posee los dos tipos de reproducción asexual y sexual. La fase asexual se caracteriza por presentar esporas de forma ovoide cuya germinación es directa, las hifas son cenocíticas y el micelio es dicotómico (Fig. 7).

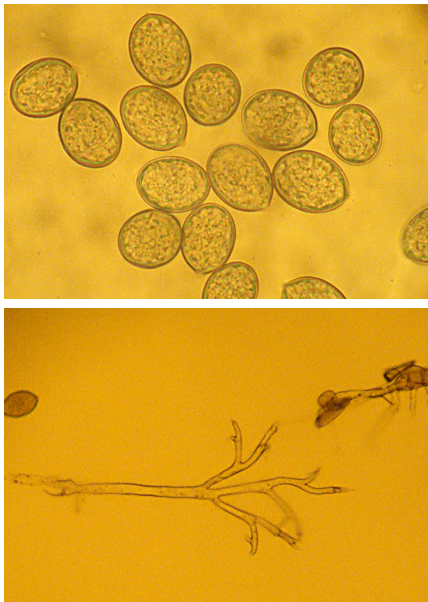


Figura 7. Esporas (arriba) y micelio dicotómico (abajo) de *Peronospora variabilis*.

La reproducción sexual se caracteriza por la formación de la oospora (estructura sexual de sobrevivencia) en ausencia de hospedero. El patógeno es heterotálico, para que se forme la oospora se requiere la presencia de dos tipos de apareamiento, P1 y P2 (talos genéticamente distintos pero sexualmente compatibles), para que se forme el oogonio y el anteridio.

El oogonio crece a través del anteridio, permitiendo la fertilización y convirtiéndose en una oospora (estructura de paredes gruesas). Cuando las condiciones son favorables esta oospora germina y da lugar a la formación de una espora. Las oosporas pueden ser observadas mediante tinciones en el interior de las hojas y en la superficie de los granos (Fig. 8).

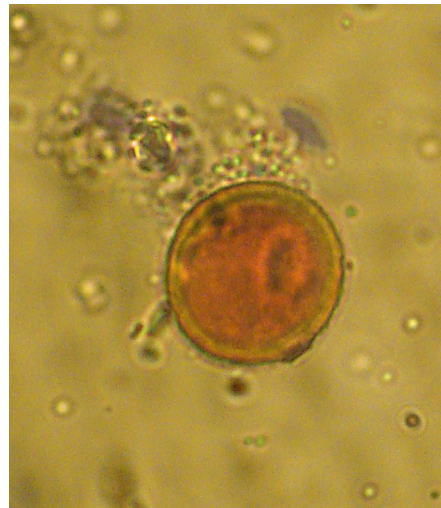
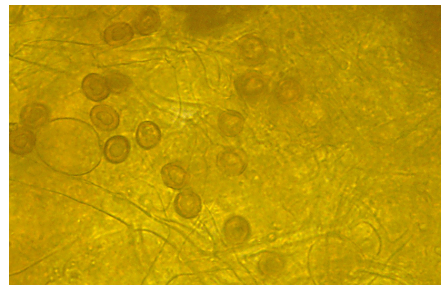


Figura 8. Oosporas de *Peronospora variabilis* en el interior de las hojas (arriba) y sobre la superficie de los granos (abajo).

Ciclo de la enfermedad

La fuente de inóculo inicial son las oosporas que se encuentran en la semilla o en el rastrojo de campañas anteriores (Fig. 9), las oosporas se activan cuando se presentan las condiciones favorables óptimas (humedad relativa >80%), que estimulan su germinación y la formación de esporas. Cuando las esporas llegan sobre la hoja forman el tubo germinativo, el haustorio y el apresorio que le permite ingresar dentro de la hoja, después de cinco días se observa la decoloración del tejido acompañado de la esporulación.

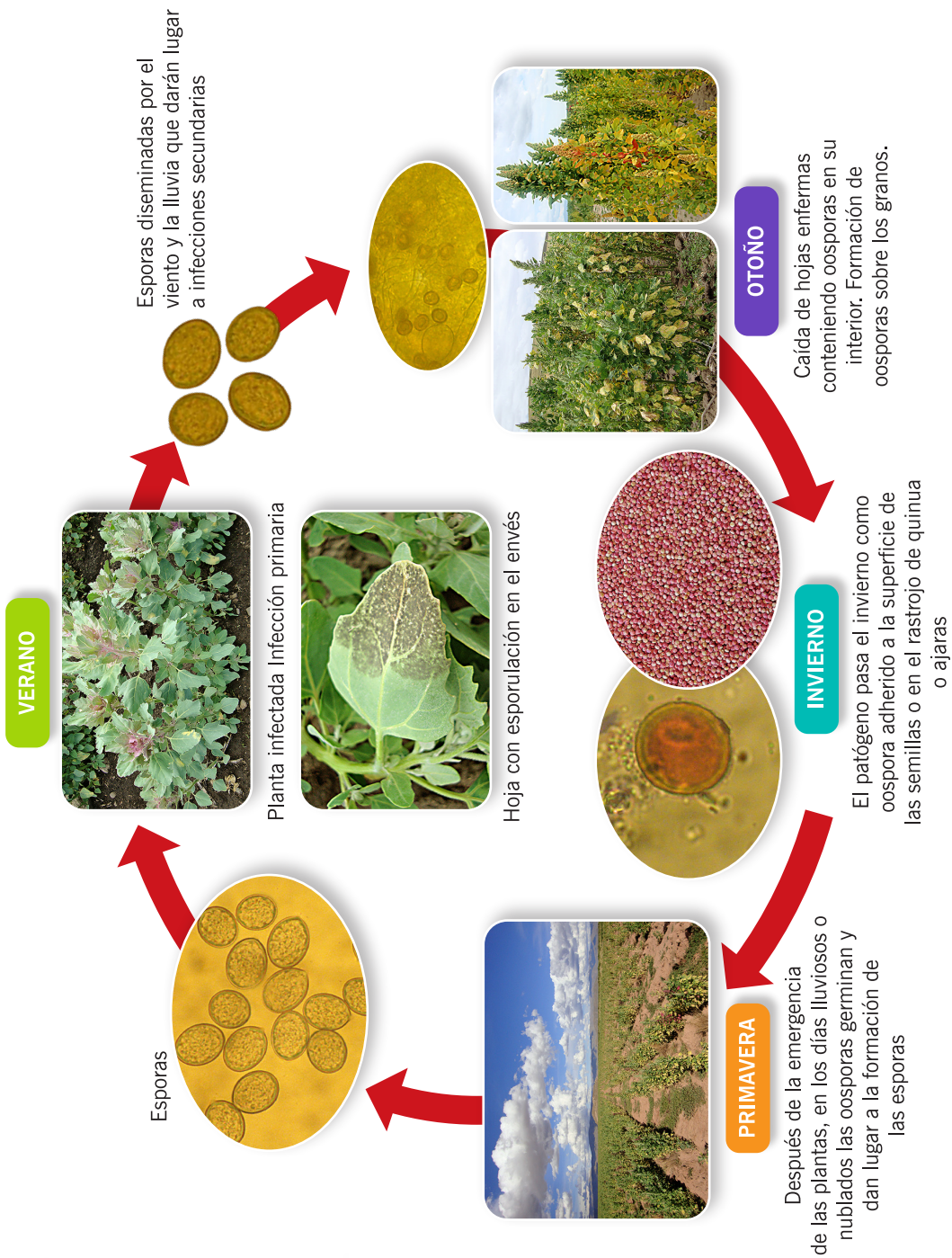


Figura 9. Ciclo del Mildiu de la quinua.

Durante el desarrollo del cultivo, el proceso de infección es continuo, se suceden varias generaciones del patógeno que corresponden a la reproducción asexual (sólo se producen esporas) y por esto se lo considera como un patógeno policíclico. Cuando las manchas comienzan a necrosarse, ocurre la reproducción sexual, aparecen los dos tipos de apareamiento y dan lugar a la formación de la oospora, estructura de conservación del patógeno por largos períodos en ausencia del hospedero.

Epidemiología

Cuando se habla de la epidemiología, se debe considerar los tres pilares de la enfermedad: patógeno (*P. variabilis*), hospedero (quinua) y condiciones medioambientales favorables.

En el caso del Mildiu el factor más importante son las condiciones ambientales, donde se destacan la humedad (>80%) y las temperaturas frescas. Estas son condiciones básicas para la germinación de oosporas y esporas, multiplicación y la diseminación de la enfermedad. Si las condiciones ambientales favorables persisten por un período prolongado permiten la propagación policíclica.

Las esporas se diseminan principalmente por el viento y la lluvia además la diseminación en una misma planta se da por el lavado o por salpicadura. También el rocío de las mañanas facilita a que el patógeno colonice y se establezca perfectamente en el interior de las hojas (Fig. 10). Pero si las condiciones de humedad bajan, las



Figura 10. Hoja con rocío a primeras horas de la mañana.

esporas se deshidratan y la esporulación desaparece.

La principal fuente de inóculo son las oosporas, que han quedado adheridas a los granos de semilla de quinua y las que quedan en los residuos de cosecha en la parcela. Una fuente de inóculo inicial en la región Andina son las quinuas silvestres (llamadas ajaras en Bolivia, ayara en Perú, quinua malla en Ecuador y quingüilla en Chile) que en mayor o menor grado son susceptibles a la enfermedad.

El hecho de que estas especies silvestres se encuentren prácticamente en todas las zonas agrícolas del mundo, puede constituir una importante fuente de inóculo en las nuevas zonas de introducción del cultivo.

La época de siembra también puede ser determinante para la aparición de la enfermedad, en las zonas donde se espera las primeras lluvias para la siembra, éstas estimulan la germinación de las quinuas silvestres al mismo tiempo que las quinuas cultivadas, lo

cual favorece el desarrollo de la enfermedad en estadíos muy tempranos del cultivo.

MANEJO INTEGRADO DEL MILDIU DE LA QUINUA

El manejo del Mildiu está en función a las zonas de producción y sus condiciones climáticas, las variedades y su tolerancia a la enfermedad, además del tipo de producción si es orgánico o convencional. En este sentido, se proponen varias prácticas de manejo y su implementación estará en función a cada zona. Por otro lado, dado que la resistencia genética reviste una importancia central para el manejo del Mildiu, se presenta un mayor desarrollo de este punto.

Resistencia genética

La resistencia genética es una de las alternativas más eficientes para el manejo del Mildiu, los agricultores cuentan con una variedad resistente a la enfermedad y la pueden remultiplicar por varias generaciones. Una variedad resistente requiere menos o ninguna aplicación de fungicidas, reduce el costo de producción y es más fácil integrarla con otros componentes de manejo del cultivo.

En zonas endémicas de la enfermedad como la zona agroecológica de Valles Interandinos es prácticamente indispensable el uso de variedades resistentes o parcialmente resistentes, de otra manera la enfermedad puede diezmar los cultivos.

En la producción orgánica que restringe el uso de fungicidas sintéticos, se deben usar bio o ecofungicidas de menor efectividad en el control del Mildiu; variedades con resistencia genética se constituyen en una gran alternativa.

En el caso de Bolivia, el Mildiu es un factor restrictivo del cultivo en las zonas agroecológicas de Valle y Altiplano, por lo que se ha desarrollado un programa de mejoramiento basado en la gran diversidad genética existente en el país. Actualmente, se cuenta con variedades de diferente ciclo productivo (tardíos, semi-precoces y precoces), colores, tamaño, contenido de saponina y tipo de resistencia (susceptibles, parcialmente resistentes, hipersensibles y resistencia combinada).

El nivel de resistencia al Mildiu puede estar gobernada por genes mayores (resistencia vertical), por genes menores (resistencia horizontal) y por la combinación de genes mayores y menores que dan lugar a una resistencia parcial o duradera. Estos genes de resistencia se encuentran en variedades tardías de quinoa y en otras especies Chenopodiáceas: (*Chenopodium hircinum*, *Ch. nuttalliae*, *Ch. petiolare*, *Ch. album* y *Ch. ambrosioides*).

Al momento de la selección, es importante considerar algunos criterios de evaluación como la fase fenológica en la cual aparecen los primeros síntomas (puntos, manchas, clorosis, etc.), esporulación (factor que determina o no el avance de la enfermedad) y la defoliación (Bonifacio 1997).

El tipo de resistencia más común es la resistencia horizontal (también conocida como resistencia parcial, de genes menores, cuantitativa o duradera). El nivel de resistencia varía desde susceptible a resistente según el número de genes de resistencia presentes en la variedad. Además, la resistencia está relacionada con el ciclo de la variedad; variedades de ciclo largo tienen mayor resistencia al Mildiu que las variedades precoces. De la misma forma, las variedades susceptibles presentan granos más grandes que las variedades resistentes.

Es factible obtener mediante el mejoramiento genético una selección de variedades con características de resistencia, ciclo precoz y grano grande. La resistencia vertical (conocida también como resistencia hipersensible, resistencia de genes mayores, resistencia no duradera o resistencia cualitativa) se caracteriza por una reacción rápida cuando la planta es infectada, aísla el sector afectado, que en las hojas se observan como puntos necróticos deteniendo el avance de la enfermedad. Este tipo de resistencia puede perderse en el tiempo, por eso se la conoce como no duradera. Algunos ecotipos de Valle, accesiones de germoplasma y líneas de mejora presentan el tipo de resistencia vertical; sin embargo, variedades con este tipo de resistencia aún están en proceso de selección. Teóricamente es posible combinar la resistencia vertical con la resistencia parcial, pero aún no se tiene variedades de quinua con resistencia combinada.

Se ha observado que las siembras tempranas de quinua en el Altiplano (septiembre a octubre) sufren menor ataque del Mildiu frente a siembras retrasadas (noviembre o diciembre). Aunque no se tienen evidencias científicas, se asume que este hecho se debe a la exposición de las plantas por mayor tiempo a la radiación ultravioleta, que actúa como agente activador de tipo físico para la resistencia contra enfermedades (Ruiz García y Gómez Plaza, 2013), mediante el estrés a tejidos expuestos como una barrera adicional contra los patógenos (Guest y Brown, 1997).

Si consideramos que los trabajos a nivel molecular han demostrado que las poblaciones de *P. variabilis* de Bolivia, Ecuador y Estados Unidos son idénticas, las fuentes de resistencia identificadas en Bolivia podrían servir de base a programas de mejoramiento de otros países.

En el caso de países donde la quinua no es originaria deben sembrar materiales resistentes de la región Andina o caso contrario realizar hibridaciones de las variedades susceptibles adaptadas a su zona y combinarlas con otras variedades del lugar.

Control químico: Estrategia

Investigaciones realizadas por PROINPA (Fernández-Northcote, *et al* 1999 y 2000), durante varias campañas agrícolas en diferentes zonas productoras de quinua de Bolivia, han permitido desarrollar estrategias de manejo integrado del Mildiu en la

producción convencional, que permiten un control eficiente de la enfermedad.

La estrategia está basada en el uso de fungicidas químicos (sistémicos y de contacto) y además la adición de un adherente, en cinco momentos críticos del desarrollo fenológico del cultivo y en función al ciclo y epidemiología de la enfermedad (Fig. 11).

Un aspecto fundamental de la estrategia, es la aplicación preventiva, es decir, hacer las aplicaciones de productos antes de que se presente la enfermedad (debido a que la enfermedad tiene un periodo de desarrollo invisible dentro de la planta, que no es visto ni considerado por el productor). Por esta razón, el manejo empieza desde la siembra (incorporando biofungicidas), y continuando después de la emergencia con aplicaciones foliares, alternando fungicidas sistémicos (que penetran en la planta y se movilizan translaminarmente del haz al envés o viceversa, o con movimiento acropétalo, es decir del punto donde cayeron hacia arriba de la planta, o con movimiento basipétalo, es decir, de donde penetra hacia abajo de la planta, dependiendo del producto) con fungicidas de contacto (que afectan las estructuras del patógeno sólo en la superficie de la planta actuando en sus fases de germinación y penetración, ya que una vez que el patógeno ha entrado en la planta estos fungicidas no lo afectan).

Los cinco momentos de aplicación de la estrategia cuando las condiciones son favorables (alta humedad relativa en el

ambiente, continua nubosidad o períodos lluviosos alternados con períodos soleados) son:

1.- Tratamiento a la semilla:

Un aspecto fundamental e innovador para el manejo de la enfermedad es activar el mecanismo de defensa propio de las plantas, llamado Resistencia Sistémica Inducida (proceso de protección activa de la planta, el cual es activado por un agente inductor que es aplicado a las plantas), incorporando microorganismos controladores biológicos de patógenos de suelo (Zehnder y Yao 1998). Para conseguir esto, se debe aplicar a la siembra, microorganismos benéficos que tengan este mecanismo de acción, como la bacteria *Bacillus subtilis* y el hongo *Trichoderma* spp. (producido como TRICOBAL, en Bolivia) junto con abono orgánico.

2.- Primera aplicación foliar:

Es la aplicación más importante y está relacionada con las condiciones ambientales, cuando las regiones de producción son muy lluviosas y además se siembran variedades susceptibles; se deben realizar aplicaciones preventivas con un Fungicida Sistémico, antes de que se presente la enfermedad. Dependiendo de la humedad ambiental (>80%) esta aplicación puede ser realizada a partir de la fase cotiledonal hasta la fase de ramificación.

Cuando se siembran variedades resistentes ésta primera aplicación puede ser realizada en forma preventiva o cuando se observan los primeros síntomas.

Estrategia del Manejo Integrado del Mildiu

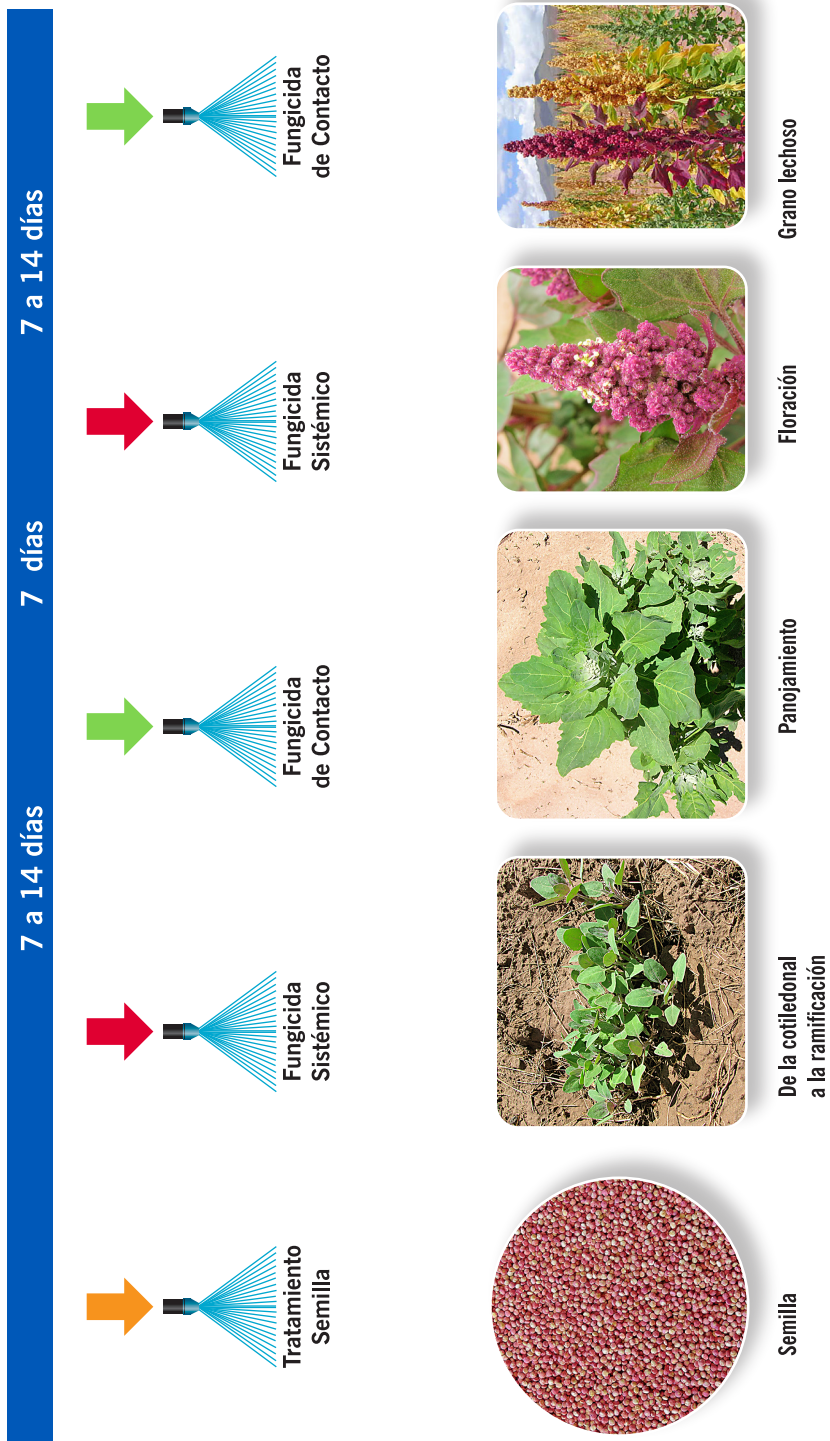


Figura 11. Esquema de la estrategia de Manejo Integrado del Mildiu para la producción convencional de quinua.

Se recomienda el uso de fungicidas como el Metalaxil más Mancozeb; Dimethomorph más Mancozeb, etc. Adquirir productos registrados ante las autoridades competentes (ejemplo SENASAG en Bolivia), leer las instrucciones del fabricante y seguir las recomendaciones de dosis, medidas de protección, reingresos, compatibilidad, etc.

3.- Segunda aplicación foliar:

Aplicar al inicio de panojamiento, un Fungicida de Contacto (como Mancozeb, Metiram, etc).

4.- Tercera aplicación foliar:

Utilizar al inicio de la floración, un Fungicida Sistémico (como Metalaxil-M más Mancozeb, Dimethomorph más Mancozeb, etc).

5.- Cuarta aplicación foliar:

Esta aplicación se la realiza a la formación de grano lechoso (Fig. 12), pero depende del vigor de la planta.



Figura 12. Parcelas bajo la estrategia de manejo del Mildiu, mostrando un control eficiente de la enfermedad.

Cuando las plantas han cubierto el espacio entre plantas y entre surcos es imposible realizar la aplicación con maquinaria se puede realizar manualmente utilizando equipos de protección (lentes, guantes, botas, etc.) por la alternancia corresponde a un Fungicida de Contacto (como Mancozeb, Metiram, etc).

En vez de fungicidas de contacto, se pueden utilizar eco o biofungicidas (Anexo 7) combinándolos con preparaciones de plantas con propiedades adherentes (Anexo 8).

Semilla de calidad

Por el hecho de que las oosporas se conservan y diseminan adheridas a la semilla, se debe obtener semilla de parcelas donde no se ha presentado la enfermedad. Es recomendable, en la producción convencional o cuando se traslada la semilla entre zonas, que la misma sea desinfectada. Algunas alternativas para este tratamiento son los siguientes fungicidas: CTC (mezcla de tres ingredientes activos: Carbendazim, Thiram y Carbofuran), Acronis Top (Fipronil más Thiophanatemethyl y Pyraclostrobin), Dividend (Difeconazole) y otros.

Una alternativa orgánica es el uso de biofungicidas en base a microorganismos como *Trichoderma* spp., *Bacillus subtilis* u otros.

Estos competirán con los patógenos que se encuentren sobre la superficie de la semilla además promoverán un mejor desarrollo radicular.

Prácticas culturales

Como se conoce, las plantas vigorosas toleran mejor el estrés y el ataque de enfermedades, en este sentido es recomendable realizar una buena preparación del suelo, la incorporación de abono orgánico y el uso de fertilizantes. En la agricultura orgánica se tiene muy buenos resultados con biofertilizantes foliares basados en ácidos húmicos, debido a que activan los procesos bioquímicos de las plantas (respiración, fotosíntesis y el contenido de clorofila) y además aportan nutrientes esenciales, vitaminas y oligoelementos que permiten que las plantas sean más vigorosas y por ende resistan mejor al ataque de enfermedades.

Dado que la quinua es el único cultivo hospedero de *P. variabilis*, prácticamente todas las rotaciones de cultivos son aconsejables.

Es importante considerar, la fecha adelantada de siembra como una forma de escape a la enfermedad, evitando la coincidencia entre períodos de alta precipitación y las fases más sensibles a la enfermedad (a partir de la formación de las dos hojas verdaderas hasta el “inicio del panojamiento”).

La densidad de siembra es una práctica también importante para desacelerar o evitar el desarrollo de la enfermedad, esto dependerá de las condiciones climáticas de cada zona, el grado de resistencia de la variedad y el nivel de fertilidad del suelo. En lugares favorables a la enfermedad (humedad

relativa de 80% o mayor) la distancia entre surcos no debería ser menor a 0.50 m y entre plantas 0.15 m.

También se debe tomar en cuenta el drenaje apropiado y la orientación de los surcos respecto del viento y a la pendiente del suelo, así como el método de siembra (en surcos, voleo-surco y en hoyos).

Control biológico

Como control biológico se puede utilizar microorganismos (hongos y bacterias) benéficos que compitan por espacio y nutrientes y además produzcan sustancias tóxicas para eliminar al patógeno. PROINPA ha realizado ensayos utilizando metabolitos de *Bacillus* sp. y de *Trichoderma* sp. producidos en medios líquidos, los cuales fueron utilizados por aspersión al follaje de manera preventiva y en una relación de 1:10 (un litro de metabolito por 9 litros de agua). Este tipo de soluciones tiene un efecto directo sobre las esporas que se encuentran sobre la superficie de las hojas, producen lisis de las paredes de las esporas, es decir, actúan como un fungicida de contacto y además como promotores de crecimiento (las plantas fueron más altas en relación a otros tratamientos: fungicidas sintéticos, ecofungicidas y al testigo sin ningún tratamiento).

Ecofungicidas

Desde la antigüedad hasta nuestros días, el uso de las plantas para contrarrestar enfermedades relacionadas a

la salud humana, animal o para las plantas es reconocido. En la producción orgánica es muy aceptado porque no contamina el ambiente, no son tóxicos, no crean resistencia, son de bajo costo, se degradan rápidamente, etc.

Por todas estas ventajas varios países, han recurrido al uso de extractos de plantas para aprovechar sus propiedades fúngicas en el control de enfermedades. En el caso específico del Mildiu se ha tenido relativo éxito empleando extractos acuosos de cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) y ajo (*Allium sativum*). Una vez identificada la especie correcta se formulan ecofungicidas y se los registran para su uso en la producción orgánica (Anexo 1).

Al igual que los fungicidas sintéticos éstos pueden ser utilizados en mezclas,

se han realizado ensayos alternándolos con metabolitos producidos por hongos y bacterias benéficas.

Es imprescindible que estos preparados sean aplicados de manera preventiva o a la aparición de síntomas (5 a 10% de infección), adicionar un adherente al preparado (dentro de la producción orgánica se lo puede preparar en base a cactáceas) y es imprescindible mojar muy bien la planta. La ventaja del uso de plantas medicinales o silvestres, es que no dejan residuos tóxicos en el producto, en el aplicador ni en el medio ambiente; son de bajo costo, fáciles de conseguir y los mismos productores pueden elaborar sus fungicidas en forma artesanal (Anexos 7 y 8).

4.1.2.

Marchitez a la Emergencia

La enfermedad de Marchitez a la Emergencia o Pudrición del Tallo de la plántula (comúnmente llamado Mal de Almacigueras o Damping off en hortalizas) es una enfermedad que afecta en pre y post emergencia, puede ser importante en muchas zonas donde se cultiva quinua, aunque por desconocimiento está siendo subestimada por los productores. Con frecuencia, se presentan parcelas de quinua con “fallas” o con una emergencia pobre o irregular, sí se observa con detenimiento, existe pudrición de las semillas, o plántulas con daño en las raíces y a nivel del cuello, lo que da lugar a plantas con poco desarrollo y bajo rendimiento (Figs. 13 y 14).

Esta enfermedad es causada por patógenos de suelo, que pueden constituirse en un importante factor



Figura 13. Parcelas de quinua con baja emergencia de plantas.



Muerte de plántulas por *Fusarium* sp.



Figura 14. Parcelas de quinua con buena emergencia de plantas.

restrictivo del cultivo en parcelas con suelos pesados y húmedos, en años con alta precipitación, en sistemas de producción donde se incluyen hortalizas o en suelos con alto contenido de materia orgánica.

En el cultivo de quinua la “marchitez o muerte de plántulas” se atribuye principalmente a varios patógenos: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp. (Barboza, *et al* 2000; Danielsen, *et al* 2003) y a *Pythium* sp., la especie involucrada de acuerdo a Ikeda e Ichitani (1985) es *Pythium zingiberum*.

Síntomas

Los síntomas varían en función a la fase de desarrollo de la planta y al patógeno involucrado en el problema. Los síntomas característicos de la enfermedad se presentan en la fase cotiledonal (emergencia) con un estrangulamiento en el tallo de las plántulas a nivel del suelo. El estrangulamiento avanza y al no haber circulación de nutrientes y agua en el tallo se produce la caída masiva de las plántulas esto se debe a *Fusarium* spp. (Fig. 15).



Figura 15. Estrangulamiento de plántulas a nivel del cuello causado por *Fusarium* spp.

En la figura 16 se observan plántulas con germinación y vigor normal comparadas con plántulas débiles y un sistema radicular de desarrollo pobre a consecuencia de la enfermedad.

Las plántulas que logran sobrevivir quedan afectadas y muestran un desarrollo pobre. Cuando este problema se expresa en plantas adultas, recibe el nombre de “Marchitez o Fusariosis”, en este caso está asociado exclusivamente a *Fusarium*; al inicio la marchitez es sólo



Figura 16. Plántulas sanas (izq.) y plántulas enfermas (der.).

apical y posteriormente es generalizada. En parcelas con mal drenaje se observa la muerte de las plantas, revisando el sistema radicular se observan lesiones hundidas a nivel del cuello, necrosis de la raíz principal y de las raicillas, si sobre este estado ocurren vientos fuertes se produce la caída de plantas (Fig. 17).



Figura 17. Muerte de plantas adultas por Fusariosis en suelos anegados.

Por el exceso de humedad la parte superficial (epidermis) de la raíz se descompone muy rápidamente dejando expuesto el tejido interno al ataque de otros patógenos (Fig. 18).



Figura 18. Descomposición de la epidermis y muerte de raicillas debido a Fusariosis en suelos anegados.

En la zona agroecológica de los Valles, también se ha observado la presencia de raíces y raicillas rosadas (Fig. 19) asociado a fusariosis.



Figura 19. Raíz rosada por ataque de Fusariosis.

Los síntomas pueden presentarse también en pre emergencia, pudriendo la radícula, la enfermedad avanza hasta podrir completamente la semilla, las “fallas” se presentan en manchones a lo largo de los surcos, que frecuentemente son atribuidos a problemas mecánicos al momento de la siembra; estos síntomas corresponden a *Rhizoctonia solani*.

En California, el año 1980 se reportó a *Sclerotium rolfsii* como agente causal de la pudrición de semillas de quinua (Beckman y Finch 1980).

Descripción del patógeno

Esta enfermedad es ocasionada por un complejo de hongos: *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*.

Rhizoctonia es un hongo polífago capaz de acumular propágulos infectivos (microesclerocios) en el suelo tras continuas campañas de cultivos susceptibles (como papa); es un saprófito facultativo en ausencia de hospederos sobrevive en los rastrojos o como una estructura de sobrevivencia (microesclerocios). Afecta principalmente el sistema radicular de las plantas. En el año 1901 se reporta la presencia de *Rhizoctonia* sobre *Chenopodium album* (Duggar y Stewart 1901).

Pythium tiene características muy similares a *Rhizoctonia*, también es un patógeno del suelo, de una campaña a otra puede sobrevivir en el rastrojo o como oosporas (estructura de sobrevivencia). Es polífago pero las especies del hongo son específicas a los diferentes cultivos.

Fusarium es un patógeno vascular que obstruye o desintegra los vasos conductores e impide la libre circulación de agua y nutrientes dentro de la planta. Este patógeno al igual que los otros dos también vive en el suelo y se lo considera como un patógeno oportunista. Las estructuras de sobrevivencia son las clamidosporas.

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

La enfermedad en la quinua se presenta en años de excesiva humedad, suelos con mayor contenido de arcillas y materia orgánica, abonados con estiércol parcialmente descompuesto y deficiente drenaje.

Los hongos sobreviven en el rastrojo que queda en el suelo o por sus propias estructuras de conservación, con la humedad germinan y se inicia la infección. Siendo infecciones de pre o post emergencia, generalmente a manera de manchones en el suelo. Las plántulas que sobreviven a la enfermedad, si posteriormente sufren un encharcamiento se marchitan y se acelera el amarillamiento. En caso de estar a inicio del panojamiento o en estado lechoso, los granos quedan vanos, pero si están en estado pastoso o masoso se acelera la madurez.

En Bolivia, esta enfermedad es poco común en la zona agroecológica de los Salares, por las condiciones de muy baja humedad en que se siembra la quinua; sin embargo, pueden ocurrir condiciones favorables en las re-siembras tardías de noviembre y diciembre. En otras zonas

agroecológicas como el Altiplano Norte y los Valles Interandinos, que son más húmedos la enfermedad es frecuente. Podemos anticipar que la muerte de plántulas será un problema serio en muchos lugares del mundo donde se introduzca la quinua.

Manejo

El manejo de la muerte de plántulas como enfermedad causada por patógenos de suelo debe ser dirigido principalmente a la protección de la semilla (antes de la siembra) y de las plántulas (desde la emergencia hasta la fase de ramificación).

Experimentos realizados por PROINPA (Navia, *et al* 2010 y 2013), han evaluado exitosamente un “biofungicida” en base a microorganismos benéficos: *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp., el cual se aplica a la siembra junto con abonos orgánicos. Estos microorganismos actúan como biofungicidas contra hongos de suelo y favorecen el desarrollo radicular, haciendo que éstas sean más fuertes y resistentes a la enfermedad (Figs. 20 y 21).

Otras prácticas de manejo

- Uso de semilla sana.
- Evitar sembrar en suelos pesados, la humedad favorece la aparición del complejo de *Fusarium* y *Rhizoctonia* agentes causales de la muerte de plántulas a la emergencia.



Figura 20. Parcela aplicada con microorganismos mostrando buena emergencia y un desarrollo vigoroso (izq.). Parcela testigo mostrando baja emergencia de plantas y poco desarrollo del cultivo (der.).



Figura 21. Productores evaluando plantas con y sin tratamiento. Planta tratada (izq.), mostrando buen desarrollo radicular y foliar. Planta testigo sin tratamiento (der.) con poco desarrollo radicular y foliar.

- Adoptar el método de siembra que evite el encharcamiento, lo cual se puede lograr con la orientación apropiada de surcos, voleo surcado o el emparejado del suelo antes de la siembra. Sembrar en el sentido de la pendiente para evitar encharcamiento.
- Se recomienda el uso de fungicidas sintéticos para evitar esta enfermedad (Benomyl, Captan o Carboxim más Thiram) para la producción convencional y si es orgánica se recomienda el uso de biofungicidas en base a *Trichoderma* sp. o la mezcla de *Trichoderma* sp. y *Bacillus* sp.

4.1.3.

Moho Verde

En los años muy lluviosos después de la aparición de los síntomas del Mildiu de la quinua se puede presentar un hongo que acelera la caída de las hojas, se lo reconoce porque presenta una esporulación verdosa, que se denomina “Moho Verde”, cuyo agente causal es *Cladosporium* sp.

Esta enfermedad es predominante en las zonas agroecológicas de Valles Interandinos y Altiplano, es probable que con los cambios climáticos se acentúe el problema o se presente ocasionalmente en zonas secas debido a la concentración de períodos de lluvia. No se tienen reportes de que ocasione pérdidas económicas. Los productores no realizan ningún manejo.

Síntomas

La enfermedad afecta principalmente el follaje (hojas) desde la fase de panojamiento hasta la madurez fisiológica, se presenta simultáneamente o posterior a la aparición del Mildiu. Los síntomas iniciales aparecen en las hojas basales como pequeñas manchas de color verde, a manera de una esporulación felposa sobre el haz. Es un patógeno de importancia secundaria, puesto que por lo general coloniza sobre las manchas necróticas que ocasiona *Peronospora variabilis* (Fig. 22).



Panoja con enmohecimiento por *Cladosporium* spp.



Figura 22. Esporulación verdosa sobre manchas ocasionadas por *Peronospora variabilis*.

A medida que progresa la enfermedad, estas manchas coalescen cubriendo la totalidad de la lámina foliar sobre la cual se observa una abundante esporulación, posteriormente la hoja se amarillea y se cae (Fig. 23).

Por la acción del viento, la enfermedad sube de las hojas a la panoja ocasionando el enmohecimiento parcial o total de la panoja (Fig. 24). Este proceso puede ser lento en ausencia de humedad pero es rápido cuando llueve continuamente.

En laboratorio se ha evidenciado la presencia de este patógeno en granos obtenidos de estas panojas.



Figura 23. Hoja con abundante esporulación (arriba) y caída de hojas por amarillamiento (abajo) ocasionada por *Cladosporium* sp. y *Peronospora variabilis*.



Figura 24. Panojas con diferente grado de enmohecimiento ocasionado por *Cladosporium* sp.

Descripción del patógeno:

Cladosporium pertenece a clase Euascomycetes, orden Dothideales y familia Mycosphaerellaceae. Es un hongo dematiáceo, posee un micelio filamentososo con conidióforos con cadenas ramificadas de conidios elipsoides o cilíndricos (Fig. 25). El color del micelio es pardo oliva (Aristegui 2002). Este hongo produce abundante cantidad de conidias que permanecen en el rastrojo todo el año.



Figura 25. Conidias de *Cladosporium* sp. observadas al microscopio.

Cuando se lo cultiva en medio Papa Dextrosa Agar el color de la colonia es verde oliva a negro.

Cladosporium es un hongo cosmopolita y el más abundante en los recuentos aerobiológicos, algunas especies son patógenas pero la mayoría son saprófitos (Bensch, et al 2010).

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

El patógeno permanece de una campaña a otra en el aire o en tejidos en descomposición (Fig. 26), en el caso de la quinua se lo considera como un patógeno secundario, puesto que aparece sobre las manchas ocasionadas por Mildiu, es más bien un saprófito que acelera la caída y la descomposición de las hojas.

El inóculo, para poder dar inicio a una nueva infección requiere de una humedad relativa mayor a 80%.

Dependiendo de los sistemas de rotación, la cantidad de inóculo puede ser baja ó alta, debido a que este patógeno afecta diversos cultivos como frutales, hortalizas y cereales.

Manejo

El hecho de que el Moho Verde se encuentre tan asociado al Mildiu, las prácticas de manejo que se implementen para el manejo del Mildiu también serán efectivas para *Cladosporium*. Por ejemplo la siembra de densidades bajas para que exista una buena aireación, la aplicación de fungicidas químicos en la producción convencional, reducirá la incidencia tanto en follaje como en panoja.

En otros cultivos destinados a la producción orgánica se ha logrado un control exitoso mediante el uso de diferentes cepas de *Trichoderma* (Sandoval, *et al* 2009).



Figura 26. Ciclo del Moho Verde en quinua.

4.1.4.

Mancha Ojival del Tallo

Esta enfermedad también es llamada Mancha Oval del Tallo y es ocasionada por el hongo *Phoma* sp., aunque de menor incidencia que la Podredumbre Marrón del Tallo (*Phoma exigua* var. *foveata*) parece estar ampliamente distribuida. Fue reportada en 1974 en el Perú (Tapia, *et al* 1979). Es una enfermedad de fin de ciclo, se presenta cuando el tallo está lignificado, dependiendo de la severidad de la enfermedad puede llegar a la panoja (Fig. 27). Cuando las condiciones de humedad son continuas la Mancha Ojival afecta los tallos y las hojas, causando manchas foliares y defoliación intensa. Es más frecuente en zonas agroecológicas de Altiplano y de Valles Interandinos.



Mancha Ojival ocasionada por *Phoma* sp.

Síntomas

El hongo afecta principalmente los tallos y pecíolos, en menor grado hojas, ramas y pedúnculos florales, causando estrangulamiento y muerte. Los tallos presentan lesiones ojivales de color gris claro en el centro y bordes marrones, rodeados de un halo de apariencia vítrea (Salas y Otazú 1975; Otazú y Salas 1977). En el interior de las lesiones se



Figura 27. Planta madura con síntomas característicos en el tallo (izq.) y en raquis de la panoja (der.).

pueden notar puntitos negros que corresponden a las picnidias del hongo (Figs. 28 y 29).



Figura 28. Mancha Ojival en hoja con picnidias dispuestas en forma circular en su interior.



Figura 30. En un solo tallo un sin número de Manchas Ojivales.



Figura 29. Mancha Ojival en tallo con picnidias en su interior.

El tamaño de estas lesiones puede variar de 2 a 3 cm. Cuando las condiciones son favorables, en un mismo tallo se pueden observar un sin número de manchas (Fig. 30) y en ataques severos estas manchas llegan a juntarse, abarcando toda la circunferencia del tallo.

Descripción del patógeno

El hongo produce picnidias de consistencia pseudoesclerenquimatosa (Fig. 31), las cuales se tornan rojas al aplicárseles una solución de iodo-lugol (prueba diagnóstica). Las conidias son particularmente pequeñas (Fig. 32): $3,33 \times 1,52 \mu$ en promedio, variando de 3 a 5 x 1,5 a 2 μ . En las mismas picnidias existen también conidias más grandes (15 x 4 μ).

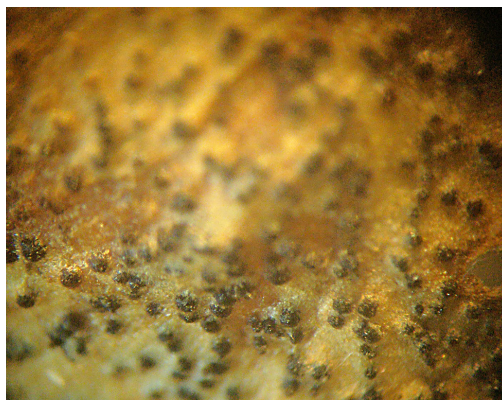


Figura 31. Picnidias vistas al estereoscopio.

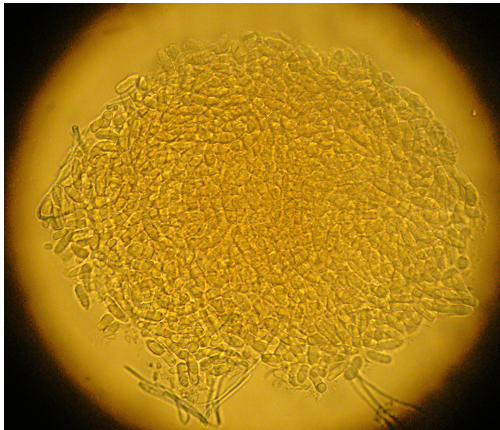


Figura 32. Picnidia reventada vista al microscopio.

Las picnidiosporas son hialinas, con dos a tres septos (Fig. 33). Debido a que es un patógeno secundario que no ocasiona pérdidas considerables, aún no se ha completado su taxonomía específica.



Figura 33. Picnidiosporas de dos y tres septos característicos de Mancha Ojival.

Dado que la enfermedad aparece a final de ciclo, cuando las plantas son muy altas puede predisponer a la ruptura de los tallos.

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

De una campaña a otra el hongo sobrevive en el rastrojo que se queda en el campo (Fig. 34). El hongo no requiere de heridas mecánicas para penetrar en tallos y pecíolos. Plantas expuestas a humedad relativamente alta por un periodo prolongado resultan con infecciones severas. La concentración de los periodos de lluvia por efecto del cambio climático puede favorecer la enfermedad y eventualmente incrementar su importancia en zonas agroecológicas con mayor precipitación y humedad relativa alta (85%) y además podría exigir el manejo de la enfermedad.

La diseminación se realiza principalmente por la salpicadura de la lluvia.

Raramente se encuentran picnidias en hojas bajo condiciones naturales, por lo general éstas resultan del lavado por la lluvia. Se han realizado algunos trabajos para conocer el comportamiento de las variedades frente al ataque de la enfermedad, encontrándose variedades con tolerancia y resistencia (Salas y Otazú 1975).

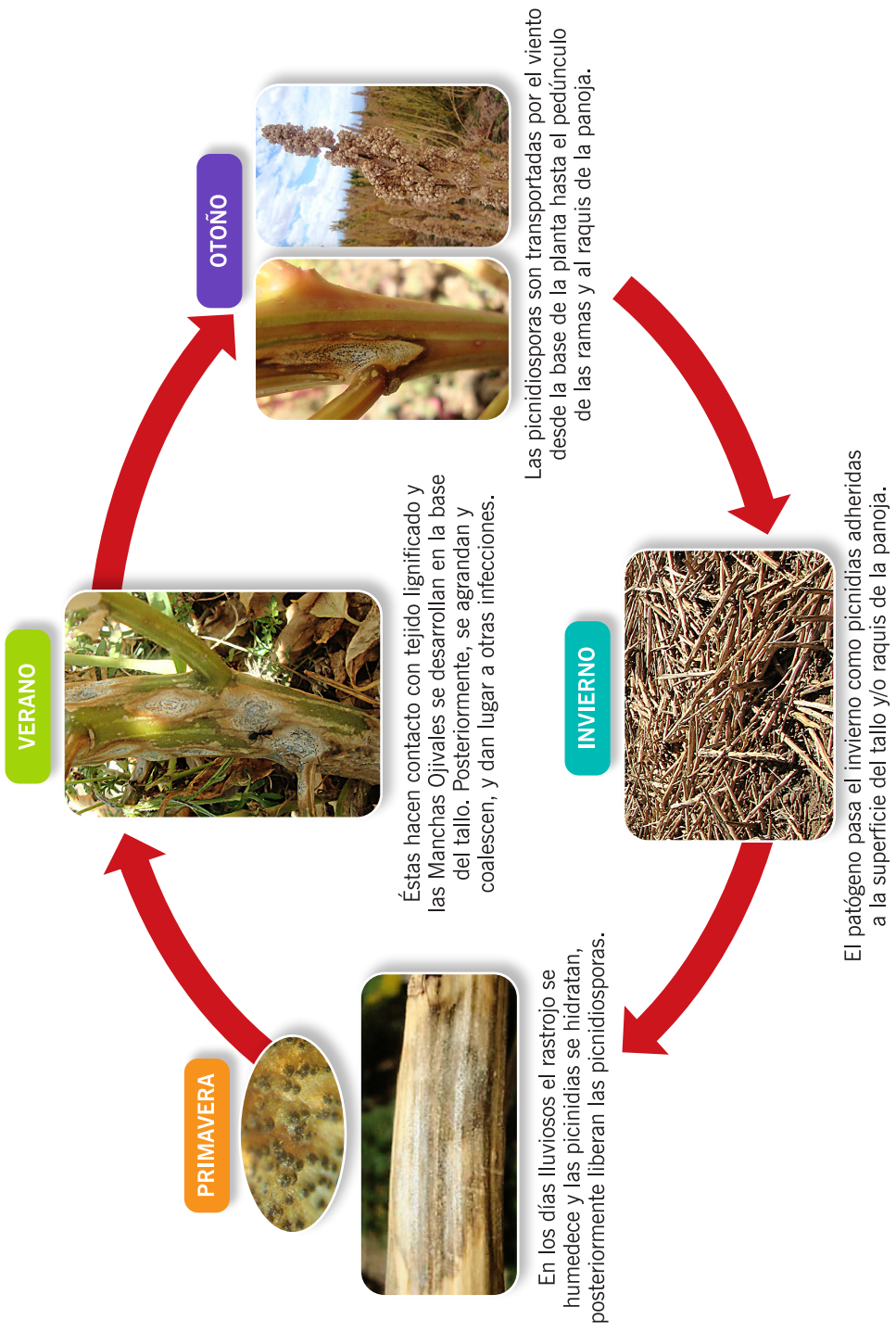


Figura 34. Ciclo de Mancha Ojival en parcelas de quinua.

Manejo

Actualmente, no se realiza ningún manejo de la enfermedad, si eventualmente se torna más importante sería recomendable la búsqueda de resistencia genética y el uso de fungicidas sintéticos u orgánicos.

Se recomienda la eliminación del rastrojo enfermo (Fig. 35).



Figura 35. Rastrojo abandonado en campo.

4.1.5. Mancha Foliar

La Mancha Foliar causada por el hongo *Ascochyta hyalospora* (Cooke y Ell) fue caracterizada en forma preliminar por Vilca (1972). No se conoce exactamente la distribución geográfica de esta enfermedad y aparentemente no representa mayor importancia económica (Tapia, *et al* 1979; Danielsen, *et al* 2003; Tapia y Fries 2007). En muestras analizadas de semillas bolivianas se han observado niveles de infección que oscilan entre 7.8 a 26.3% (Boerema, *et al* 1977).

El 2003, en la República Checa se realizó el primer reporte de la presencia de *Ascochyta caulina* en semillas de quinua procedentes de Sud América y posteriormente en hojas y tallos de *Chenopodium glaucum* L., *C. murare* L. y otra *Chenopodiaceae Atriplex sagittata* Borkh (Drimalkova 2003).

Recientemente Testen y Backmann (2013), han intentado identificar al agente causal de la Mancha Foliar (*A. hyalospora*, *A. chenopodii* o *A. caulina*) por métodos moleculares pero como no existen secuencias de estos patógenos en el banco de genes (Gene Bank) todavía queda la incógnita si el agente causal corresponde a *A. hyalospora* o *A. chenopodii*, este trabajo descarta que el agente causal sea *A. caulina*.

Se ha reportado la presencia del hongo en semillas de quinua tanto en Norte como en Sud América.



Manchas marrones con picnidias.

Síntomas

Esta enfermedad afecta el follaje, los síntomas iniciales son manchas necróticas de forma más o menos circular a irregular, con centros de color crema y bordes ligeramente marrones (OPD, 2010). En el interior de estas lesiones se presentan picnidios (puntos negros) (Fig. 36). El tamaño de las lesiones varía desde 5 a 10 mm de diámetro.



Figura 36. Mancha color crema con bordes ligeramente marrones en cuyo interior se presentan las picnidias.

Cuando los ataques son severos se produce una intensa defoliación y por lo tanto se reduce la capacidad

fotosintética y si la panoja está en formación afecta la calidad de los granos (coloración marrón).

En estudios realizados en laboratorio, se ha observado que el hongo produce abundante cantidad de picnidiosporas en semillas de quinua no germinadas o anormales, por tanto, cuando se observa una baja germinación en parte podría ser causada por este patógeno.

Otros estudios de germinación han demostrado que el hongo produce un necrosamiento suave a severo a nivel radicular y/o del hipocótilo; las plántulas muy afectadas mueren.

Descripción del patógeno

Ascochyta pertenece a los Ascomycetes, clase Dothideomycetes y orden Pleosporales. Las picnidias son de color marrón oscuro con un diámetro variable entre 180 a 270 μ .

Cuando se revientan las picnidias se observan picnidiosporas cilíndricas a ovoides (Fig. 37), son mayormente

hialinas a marrón claras, típicamente bicelulares (aunque también puede observarse algunas con tres a cuatro septos).

Estas picnidiosporas pueden medir de ancho 5 a 10 μ m y de largo 13 a 25 μ m. La temperatura óptima de crecimiento *in vitro* oscila entre 20 a 25°C. El tamaño de la conidia está en relación a las condiciones medio ambientales.

En medio de cultivo, el hongo produce colonias de color verde oscuro con bordes blancos irregulares. Estas características coinciden con el organismo descrito por Boerema, *et al* (1977) quienes lo describen como *Ascochyta hyalospora* (Cooke y Ellis).

En ensayos de germinación de semilla, se notó que un 6 a 10% de las semillas presentaban una coloración marrón de las raíces y el hipocótilo, las cuales vistas en el microscopio presentaban picnidias oscuras con picnidiosporas similares a las encontradas en las hojas. Esto indica que la enfermedad se transmite a través de granos de quinua.



Figura 37. Picnidiosporas de *Ascochyta* sp. observadas al microscopio. Fuente: Testen y Backman, 2013.

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

Dado que la enfermedad se transmite por semilla, la fuente primaria de inóculo tanto a distancias cortas como largas es la semilla. En los países andinos centro de origen, el inóculo permanece adherido a la semilla y también se queda en el rastrojo.

En caso de permanecer en la semilla, cuando las condiciones son favorables

(18 a 24 °C y una humedad relativa mayor a 80%), las picnidias germinan y dan origen a las picnidiosporas y se inicia la infección primaria.

Esta enfermedad puede ser de gran importancia en zonas agroecológicas de Valles y Altiplano, cuando se presentan períodos muy húmedos.

Manejo

- Una medida de manejo es el empleo de semilla sana o semilla desinfectada.
- Después del beneficiado se debe eliminar los granos manchados.

4.1.6.

Podredumbre Marrón del Tallo

Esta enfermedad es de mucha importancia en Perú; sin embargo, en Bolivia es de incidencia esporádica. Fue reportada por primera vez en Puno, Perú el año 1974 (Tapia, *et al* 1979), debido a los síntomas observados en el tallo se la denominó “Podredumbre Marrón del Tallo”, el agente causal fue clasificado como *Phoma exigua* var. *foveata*. Otros autores la citan como “Punta Negra” (León 2003). Es un patógeno de suelo que se presenta en áreas con alta humedad relativa y bajas temperaturas que corresponden a las zonas agroecológicas de Valles Interandinos y el Altiplano.

Síntomas

El hongo afecta principalmente el tallo y las panojas. Los síntomas iniciales son manchas pequeñas ubicadas en el tercio superior del tallo. En estos órganos se observan lesiones, de color marrón oscuro y bordes de aspecto vítreo, que pueden abarcar todo el diámetro del tallo. En el interior de estas lesiones, se pueden observar puntos negros llamados picnidios (Fig. 38).

El tamaño de las lesiones varía de 5 a 15 cm, con frecuencia el tallo presenta un aspecto "chupado" (el tejido enfermo se deshidrata y se contrae), por encima de esta lesión se presenta clorosis intensa (amarillamiento) en las hojas,



Podredumbre Marrón del Tallo.



Figura 38. Tallo con Podredumbre Marrón en cuyo interior se observan picnidias.

luego una defoliación progresiva hacia el ápice y este tejido muere lentamente.

Aparentemente, este hongo reblandece el tejido, porque el tallo suele doblarse y puede quebrarse con facilidad en los puntos de infección. Si la planta ya tenía formada la panoja ocasiona la caída de los granos. Cuando el ataque ocurre al momento del despunte, evita la formación de la panoja dando origen a panojas secundarias.

Descripción del patógeno

Phoma corresponde a la División Ascomycota, Clase Dothideomycetes y orden Pleosporales. Este hongo fue caracterizado por Boerema en 1967 (Boerema 1976), presenta picnidias de consistencia pseudo parenquimatosa de forma globosa y color marrón oscuro con un diámetro promedio de 101 a 116 μ .

Las conidias son hialinas, unicelulares en su mayoría, bigutuladas y de forma elipsoidal. En agar-harina de avena, su tamaño es de 6.0 x 2.2 μ y en tallos naturalmente infectados es de 6.8 x 2.3 μ en promedio.

Pruebas de patogenicidad han demostrado que para su manifestación se requiere de heridas ocasionadas por daño mecánico, las cuales se manifiestan después de una granizada, el golpe de los granizos o pedriscas ocasionan las heridas y estas son las puertas de ingreso del hongo (Otazú y Salas 1977).

Inoculaciones cruzadas han demostrado que *P. exigua* var. *foveata* es el mismo patógeno que en papa ocasiona la

gangrena de papa. Por lo tanto, aquellos sistemas de producción donde se incluye papa y se presenta esta enfermedad, la concentración del patógeno en suelo podría incrementarse rápidamente (Danielsen, *et al* 2003).

Manejo

- Evitar la siembra en suelos pesados, debido a que el encharcamiento favorece la aparición de la enfermedad. Realizar drenajes adecuados.
- La rotación de cultivos rompe el ciclo del patógeno. El nivel de infección se reduce a niveles muy bajos pero persistentes. En caso de la aparición de la enfermedad no rotar con papa.
- En producción orgánica se recomienda la aplicación de Hidróxido de Cobre (3 kg/ha).
- Cuando se realizan aplicaciones de fungicidas, se recomienda leer las instrucciones de uso y la dosificación recomendada por el fabricante. Sólo aplicar cuando se presenta el problema.

4.1.7.

Ojo de Gallo

La Cercosporiasis ocasionada por *Cercospora* sp. fue reportada por Falconi y Ruales el año 1983 en una publicación de LATINRECO (Wahli 1983). Al presente este patógeno fue reclasificado y denominado como *Passalora dubia* (Riess) U. Braun (sinónimo de *Cercospora dubia*), su presencia fue reportada en parcelas de quinua en el Ecuador, donde se la conoce como Mancha Circular u Ojo de Gallo, por la forma de la mancha (MAG 1986; INIAP 2002; Peralta 2011; Peralta, *et al* 2012; comunicación personal del Ing. José Ochoa).

En los Estados Unidos la enfermedad fue reportada tanto en quinua como en la especie silvestre *Chenopodium album* (Testen, *et al* 2013). En la zona agroecológica del Altiplano suele presentarse en algunas variedades, asumiéndose diferencias varietales atribuibles a la resistencia. En los Salares, la enfermedad se presenta rara vez.

Síntomas

Los síntomas iniciales se presentan en las hojas inferiores a manera de pequeñas lesiones de color marrón claro, aumentando de tamaño a medida que crece la infección llegando incluso a medir casi un cm (Fig. 39).

En las lesiones se forman las fructificaciones (estroma) del hongo a



Perforaciones ocasionadas por *Passalora dubia*.



Figura 39. Manchas circulares ocasionadas por *P. dubia* en el Ecuador. Fuente: Ing. E. Peralta-INIAP-Ecuador.

manera de una capa compacta de conidióforos de apariencia afelpada de color gris claro (Whali, *et al* 1990). Cuando las condiciones son favorables las manchas coalescen.

Las porciones externas de la lesión son de color marrón o rojizas según el color de planta, posteriormente se desprenden dando lugar a perforaciones (Fig. 40). La enfermedad se hace mucho más evidente en períodos secos o de prolongada sequía. Sin embargo, su aparición en forma severa es después del ataque del Mildiu o cuando la planta está próxima a la madurez.



Figura 40. Perforaciones ocasionadas por *P. dubia*.
Fuente: Ing. E. Peralta-INIAP-Ecuador.

Descripción del patógeno

Passalora dubia, taxonómicamente está clasificada dentro el phylum Ascomycota, clase Dothideomycetes, orden Capnodiales y la familia Mycosphaerellaceae.

Passalora posee conidias hialinas de tamaño variable (25 a 98 μm de largo x 5 a 10 μm de ancho), septadas (un promedio de 6 septos) (Fig. 41), que se forman sobre esporóforos ramificados que emergen del micelio a través de los estomas.

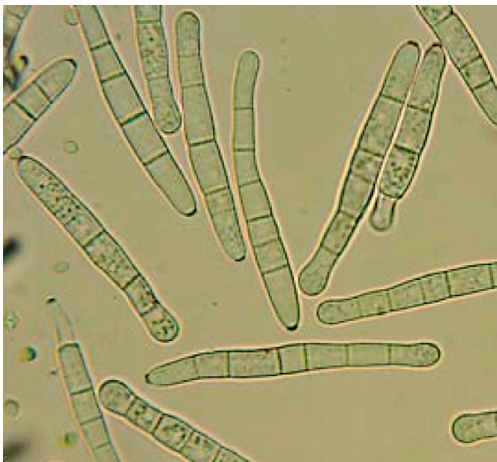


Figura 41. Conidias de *Passalora dubia* vistas al microscopio. Fuente: Testen, et al 2013.

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

La fuente de inóculo de una campaña a otra son las hojas enfermas que quedan en el suelo, las conidias germinan a partir del estroma o de los esclerotes y la enfermedad puede diseminarse mediante la lluvia o el viento. Las condiciones óptimas de desarrollo están entre los 25 a 30°C y humedad relativa mayor al 90%. Las conidias ingresan directamente a las hojas por los estomas abiertos.

El hongo puede sobrevivir en los residuos vegetales por lo menos dos años, alcanza niveles altos de infección con pocas plantas enfermas debido a que se producen abundantes conidias. Cuando las condiciones son favorables se pueden suceder muchos ciclos en una misma campaña.

Manejo

- Rotación de cultivos durante dos a tres años con cualquier otro cultivo que no pertenezca a la familia de las Chenopodiáceas.
- Para el manejo del Ojo de Gallo se recomienda la aplicación de Benomyl a la aparición de los síntomas en la dosis de 0,8 kg/ha cada 21 días hasta la floración. Se puede rotar con Clorotalonil, Difenconazol ó Tiabendazol. Antes de utilizar el fungicida leer la etiqueta y seguir las indicaciones de uso y dosis recomendada por el fabricante.
- En plantas jóvenes o cuando el tercio inferior está afectado se recomienda aplicar Metalaxil en dosis de 2 kg/ha (experiencia del Ecuador).

4.2. BACTERIAS



4.2.1.

Mancha Bacteriana

La Mancha Bacteriana es ocasionada por *Pseudomonas* sp., fue reportada por Otazú y Salas (1975). En la actualidad está ampliamente distribuida, causando daños ocasionales, desde la fase de grano lechoso hasta la madurez fisiológica.



Mancha Bacteriana en hoja.

Síntomas

Los síntomas de la enfermedad son pequeñas manchas irregulares, humedecidas al comienzo, tanto en hojas como en tallos (Fig. 42).

Las manchas en hojas se tornan posteriormente de un color marrón oscuro y las del tallo se necrosan, dejando lesiones profundas. También se

observa un ataque sistémico, en tal caso todo el tallo toma un aspecto vítreo y una consistencia fofa y las hojas presentan necrosis apical (Tapia, *et al* 1979).

Descripción del patógeno

Taxonómicamente esta bacteria está clasificada dentro el phylum: Proteobacteria, clase: Gamma



Figura 42. Manchas irregulares en el tallo de aspecto aceitoso (izq.) y manchas en fases más avanzadas (der.).

proteobacteria, orden: Pseudomonadales y familia: Pseudomonaceae.

Pseudomonas, es una bacteria Gram negativa, tienen la forma de bacilos, oxidasa negativa y son aerobios estrictos. Posee plásmidos pero no forma endospora (estructura de conservación).

Ciclo de la enfermedad y Epidemiología

Heridas mecánicas en tallos y hojas (causadas por granizadas) juegan un papel importante en el ingreso y la propagación de la enfermedad en campo, mientras que las semillas pueden transmitirla de campaña en campaña.

La diagnosis de la enfermedad se puede realizar mediante la técnica de flujo: sumergir un trozo de tallo en un frasco que contiene agua limpia, al cabo de uno o dos minutos se observa descender un fluido blanquecino (exudado bacteriano) que se precipita al fondo del recipiente y corresponde a la bacteria. (Fig. 43) (Tapia, *et al* 1979).



Figura 43. Prueba del exudado bacteriano en tallo.

Manejo

Esta es una enfermedad de incidencia ocasional, debido a que no forma una estructura de sobrevivencia (endospora) y la radiación en la zona Andina es elevada, podemos asumir que la persistencia en campo de la bacteria es baja. Sin embargo, se recomienda no utilizar semillas de plantas con esta sintomatología.

4.3. NEMATODOS



En la zona Andina se han reportado tres nematodos en las raíces de la quinua: *Globodera* spp., *Nacobbus aberrans* y *Thecaverniculatus andinus*; los dos últimos son considerados como patógenos porque ocasionan daños significativos (hasta un 10% del rendimiento) en cambio para el primero ciertas quinuas se comportan como un cultivo trampa, porque estados juveniles de este género ingresan al sistema radicular pero no se multiplican (Franco 2003).

Estos nematodos afectan a cultivos andinos, son propios de la papa en el caso de *N. aberrans* y *T. andinus* al tarwi y la oca; sin embargo, también atacan a la quinua por ello es importante considerar los sistemas de producción donde se va introducir quinua. Estos nematodos se diferencian por características morfológicas y biológicas (Cuadro 1), en el caso de la hembra permiten identificar la especie.

Cuadro 1. Características morfológicas y biológicas de los tres nematodos que fueron reportados en quinua

Característica	<i>N. aberrans</i>	<i>T. andinus</i>
Origen	Los Andes	Los Andes
Distribución	Argentina, Bolivia, Chile, Perú y México	Bolivia y Perú
Morfología	Dimorfismo (hembra alargada)	Dimorfismo (hembra esférica)
Hospederos	17 Fam; 69 sp., (quinua) Solanáceas	11 Fam; 86 sp., quinua
Ciclo de vida	Dos generaciones/campaña	Dos generaciones/campaña
Diseminación	Tejido de planta	Tejido de planta
Sobrevivencia	Residuos de raíces	Residuos de raíces

Fuente: Franco, 2003.

A continuación se describirán los dos nematodos patogénicos.

4.3.1.

Falso Nematodo del Nudo

El Falso Nematodo del Nudo o también llamado Rosario de la Papa corresponde a *Nacobbus aberrans*, cuya característica es la de formar agallas pequeñas en el sistema radicular en el cultivo de la quinua. Esto ha sido observado en campo y corroborado con inoculaciones artificiales en invernadero. Este nematodo tiene una amplia gama de hospederos, que incluye a 17 familias con 69 especies cultivadas, a excepción de las gramíneas. En el caso de la quinua se hace presente cuando en el sistema de rotación se considera a la papa (Fig. 44) como cultivo anterior.



Figura 44. Parcela de quinua junto a parcela de papa.

Sintomatología

Este nematodo sólo afecta el sistema radicular de manera directa, las raíces infectadas con *N. aberrans* muestran

nódulos, y dentro de éstos se encuentran las hembras alargadas junto con una matriz gelatinosa que contienen los huevos, estos nódulos se quedan en el suelo en pequeñas raíces durante el estado de sobrevivencia. A menudo los nódulos sólo se desarrollan en raíces primarias y secundarias debido a que la invasión de los J2 causan la muerte de las raíces más pequeñas. Los J2 pueden estimular la formación de agallas. Los síntomas que se presentan son nódulos redondeados y dispuestos lateralmente a lo largo de las raíces. El tamaño de estos nódulos o agallas dependerá de la densidad poblacional en el suelo. No hay evidencias de que este nematodo afecte el follaje.

Descripción del patógeno

N. aberrans presenta dimorfismo sexual marcado. Su ciclo de vida dura de 25 a 59 días, variando en función al tipo de hospedante y condiciones ambientales.

El primer estadio larval (J1) y la primera muda ocurren dentro del huevo. La larva que emerge del huevo es el segundo estadio (J2) e infecta la raíz penetrando por la zona de elongación.

En la raíz ocurre una segunda muda que origina el tercer estadio larval (J3) que se distingue por adoptar forma de "C" abierta o en espiral. En el cuarto estadio (J4) experimenta la cuarta muda, se desarrollan las gónadas y tanto las

hembras jóvenes y machos abandonan la raíz en estado pre-adulto, copulan y las hembras invaden nuevamente las raíces donde se establecen e inducen la formación de las agallas o nudos.

La hembra madura deposita sus huevos en una masa gelatinosa llamada "matriz". Una de las características particulares de este nematodo es que presenta anhidrobiosis, estado que le permite sobrevivir bajo condiciones de desecación del suelo por más de ocho meses.

La hembra inmadura es vermiforme y migratoria se la puede encontrar en las raíces y en el suelo. La forma de la cola de la hembra y de los juveniles es redondeada.

Manejo

- Cuando el sistema de rotación incluye a papa, se debe evitar sembrar quinua sí en el suelo se observó la presencia de nematodos. Cuando se introducen nematodos en una parcela es imposible erradicarlos, sólo se reduce la población por medio de programas de manejo.
- Las prácticas culturales son la rotación de cultivos, barbechos, cultivos trampa, variedades resistentes o tolerantes, eliminación de malezas hospedantes, enmiendas orgánicas, etc.
- Se recomienda eliminar las siguientes malezas hospederas: *Calandrina* sp., *Brassica* sp. (colza), *Tagetis mandonii* y *Brassica campestris*.

4.3.2.

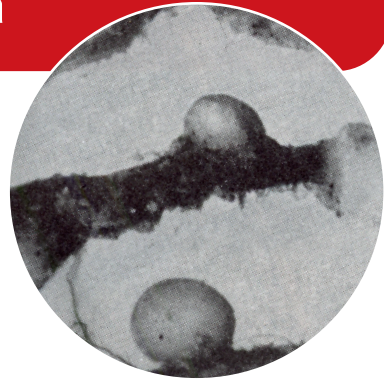
Nematodo de la Oca

Thecavermiculatus andinus, conocido con el nombre común de “Nematodo de la Oca” (*Ullucus tuberosus*) está distribuido en las áreas localizadas al contorno del Lago Titicaca y afecta principalmente cultivos andinos como: oca (*Oxalis tuberosa*), papalisa (*Ullucus tuberosus*), papa (*Solanum tuberosum* subsp. *andigena*), tarwi (*Lupinus mutabilis*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y quinua silvestre (*Chenopodium amaranticolor*) (Franco y Mosquera 1993 a; Franco 2003).

La papalisa es el cultivo más eficiente para la multiplicación de este nematodo, seguido por tarwi y oca; el cultivo menos eficiente para su multiplicación es la quinua (Franco y Mosquera 1993 b).

Este nematodo juega un rol importante dentro los sistemas de producción donde se incluyen los cultivos antes mencionados. En Bolivia, en muchas de las ecoregiones de producción de quinua la cosecha de la quinua es realizada mediante corte, dejando el sistema radicular dentro el suelo.

Este nematodo tiene la capacidad de tolerar condiciones adversas (sequías, bajas temperaturas y radiación solar) y por lo tanto permanece como fuente de inóculo en las raíces por varios años.



Thecavermiculatus andinus
en raíces de oca.

Sintomatología

T. andinus aun cuando afecta el desarrollo de la planta, sólo ataca el sistema radicular, donde se observa la presencia de las hembras de forma esférica y color blanquecino, semejante a pequeñas “perlas”, no forman “quiste” y se encuentran adheridas al sistema radicular (Fig. 44).

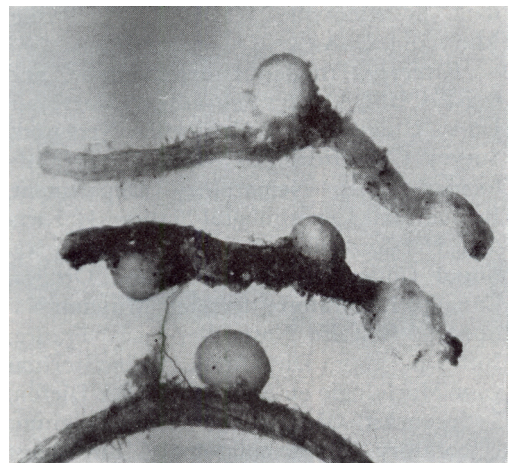


Figura 45. *Thecavermiculatus andinus* adherido a las raíces de oca. Fuente: Golden, et al 1983.

Descripción del patógeno

T. andinus puede ser fácilmente confundido con *Globodera* spp., el cuerpo de la hembra es blanco de forma redonda a esférica y se encuentran adherido a las raíces del hospedero. La diferencia es que *T. andinus* no cambia de color y no tiene el estado de quiste; los huevos eclosionan rápidamente en estados juveniles J2 en el interior de la hembra (no tienen diapausa a diferencia de *Globodera* spp.) y la emergencia de los J2 es a las 24 horas de maduración del huevo.

El cuerpo de las hembras jóvenes que emergen de las raíces es de color

blanquecino y en algunos especímenes al envejecer pueden tornarse de color amarillento. Los cuerpos de hembras maduras están llenos de juveniles J2.

Manejo

En la zona Andina la presencia de este nematodo es de muy baja importancia, por este motivo no se ha desarrollado ninguna estrategia de manejo. Sin embargo, se lo debe considerar en aquellos sistemas de producción donde se incluye a papalisa, tarwi y oca.

4.4. VIRUS



Planta con amarillamiento.

En todas las zonas agroecológicas donde se cultiva la quinua, en campo se observan algunas plantas con síntomas característicos a los ocasionados por los virus: amarillamientos, arrosetamientos, plantas atrofiadas, acortamiento de entrenudos, hojas coriáceas e incluso formación de panoja pequeña y rala.

El porcentaje de plantas con estos síntomas no supera al 0.5%. A la fecha no se conoce con precisión a los virus involucrados.

Una de las técnicas de diagnóstico de virosis es el empleo de “plantas indicadoras” en viveros, la quinua es

una de ellas. Estas plantas son inoculadas artificialmente por medios mecánicos o mediante insectos vectores, luego se observan los síntomas (localizados o sistémicos) (Valenzuela y Redondo 2003). Bajo estas condiciones la quinua es infectada por varios virus, varios de ellos muy comunes a otros cultivos, con los cuales la quinua comparte sistemas de producción. A continuación se describen los virus que infectan quinua en ambientes controlados y que son comunes en la zona Andina, por lo cual asumimos que están involucrados en los síntomas observados en campo.

Cuadro 2. Listado de posibles virus que podrían presentarse en quinua por el sistema de rotación

Género	Virus	Formas de Transmisión	Síntoma en quinua
Carlavirus	<i>Potato Virus S</i> (PVS)	Transmisión mecánica y mediante áfidos	Puntos necróticos ó lesiones cloróticas
Comovirus	<i>Ullucus Virus C</i> (UVC)	Propagación vegetativa, contacto y escarabajos	Lesiones cloróticas y clorosis
Nepovirus	<i>Arracacha Virus A</i> (AVA)	Propagación vegetativa, nematodos, semilla sexual	Lesiones cloróticas locales, moteado sistémico, deformación de las hojas y necrosis
Cucumovirus	<i>Cucumber Mosaic Virus</i> (CMV)	Transmisión mecánica, por áfidos y por semilla	Lesiones cloróticas y necróticas locales

Género	Virus	Formas de Transmisión	Síntoma en quinua
Potyvirus	<i>Amaranthus Leaf Mottle Virus</i> (ALMV)	Transmisión mecánica y la más eficiente mediante áfidos	Lesiones locales
Alfamovirus	<i>Alfalfa Mosaic Virus</i> (AMV)	Mediante áfidos	Lesiones locales y clorosis sistémica
Tymovirus	<i>Potato Andean Latent Virus</i> (APLV)	Transmisión por contacto y escarabajos (<i>Epitrix</i> sp.)	Lesiones locales
Potyvirus	<i>Potato Virus Y</i> (PVY)	Transmisión mecánica y la más eficiente mediante áfidos	Lesiones locales

Fuente: Antoniw y Adams 2014; Lane 2014.

Síntomas

En parcelas de quinua de las zonas agroecológicas de Altiplano y Valles Interandinos se observan con mayor frecuencia plantas con amarillamiento parcial (Fig. 45) o generalizado, estos síntomas dependiendo de la concentración del virus se hacen visibles desde fases tempranas y se acentúan a medida que las plantas desarrollan. Por lo general, estos síntomas están acompañados de hojas coriáceas y en algunos casos se observa un acortamiento de entrenudos (Fig. 46).



Figura 45. Amarillamiento de plantas de quinua en fases muy tempranas.



Figura 46. Planta adulta con amarillamiento, arrosamiento y hojas coriáceas.

Manejo

En la zona Andina la incidencia de virus es muy baja, por lo que no merece implementar prácticas de manejo. Sin embargo, en zonas donde las poblaciones de áfidos son elevadas, el riesgo de infección de enfermedades virales puede ser alto, por lo que se deberán tomar medidas de manejo de los vectores.

Referencias Bibliográficas

- Antoniw, J; Adams, M. 2014. Descriptions of Plant Viruses. (en línea). Association of Applied Biologists. Consultado 13 marzo 2014. Disponible en <http://www.dpvweb.net/dpv/dpvnameidx.php>
- Aristegui, B. 2002. *Cladosporium herbarum* (Persoon) Link: Fries. Revista Iberoamericana de micología. p. 27-28.
- Barboza, J; Ames, T; Jacobsen, SE. 2000. Reducción de la germinación y muerte de plantas de *Chenopodium quinoa* causadas por *Rhizoctonia* y *Fusarium*. Consultado 20 noviembre 2013. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/prod/du/cdrom/contenido/libro14/cap2.9.htm>
- Beckman, PM; Finch, HC. 1980. Seed rot and damping off of *Chenopodium quinoa* caused by *Sclerotinia rolsii*. Plant disease. no. 64:497-498.
- Bensch, K; Groenewald, J; Dijksterhuis, M; Starink-Willemse, M; Andersen, BA; Summerell, H; Shin, FM; Dugan, H. 2010. Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (Davidellaceae, Capnodiales). In Studies in Mycology 67:1-94.
- Boerema, GH. 1976. The *Phoma* species studied in culture. Trans. RW Dennis. Br. Mycol. Soc. 67:28.
- Boerema, GH; Mathur, SB; Neergaard, P. 1977. *Ascochyta hyalospora* (Cooke & El.) comb.nov.in seeds of *Chenopodium quinoa*. Netherlands Journal Plant Pathology. 83 (4):153-159.
- Bonifacio, A. 1997. Mejoramiento de la quinua para resistencia a factores adversos en Bolivia. In: Primer Taller de PREDUZA en resistencia duradera en cultivos altos en la zona Andina. Daniel Danial (Ed.). Proyecto de Resistencia Duradera en la Zona Andina, PREDUZA. Quito, EC. p. 75-78.
- Choi, YJ; Denchev, CM; Shin, HD. 2008. Morphological and molecular analyses support existence of host-specific *Peronospora* species infecting *Chenopodium*. Mycopathology. no. 165:155-164.
- Choi, YJ; Danielsen, S; Lubeck, M; Hong, SB; Delhey, R; Shin, HD. 2010. Morphological and molecular characterization of the causal agent of downy mildew on quinoa (*Chenopodium quinoa*). Mycopathology. no. 169:403-412.
- Danielsen, S; Jacobsen, SE; Echegaray, J; Ames, T. 2000. Impact of downy mildew on the yield of quinoa. In Program Report 1999-2000. Lima, PE. p. 397-401.
- Danielsen, S; Ames, T. 2003. El Mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en la zona Andina. Manual práctico para el estudio de la enfermedad y el patógeno. Centro Internacional de la Papa. Lima, PE. 32 p.
- Danielsen, S; Bonifacio, A; Ames, T. 2003. Diseases of Quinoa (*Chenopodium quinoa*). Food Reviews International. 19 (1 y 2): 43-59.
- Danielsen, S; Mercado, VH; Munk, L; Ames, T. 2004. Seed transmission of downy mildew (*Peronospora farinosa* f. sp. *chenopodii*) in quinoa and effect of relative humidity on seedling infection. Seed Sci Technol. no. 32:91-98.
- Danielsen, S; Munk L. 2004. Evaluation of disease assessment methods in quinoa for their ability to predict yield losses caused by downy mildew. Crop Prot. no. 23: 219-228.
- Drimalkova, M. 2003. Mycoflora of *Chenopodium quinoa* Willd. Seeds. Short Communication. Department of Plant Protection, Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech

- Republic. Plant Protection Science. 39(4): 146–150.
- Duggar, BM; Stewart, FC. 1901. The sterile fungus *Rhizoctonia* as a cause of plant diseases in America. New York Agricultural Experiment Station. Bulletin 186, January 1901. 30 p.
- Fernández - Northcote, EN; Navia, O; Gandarillas, A. 1999. Bases de las estrategias de control químico del tizón desarrolladas por PROINPA en Bolivia. Revista Latinoamericana de la Papa. no. 11: 1-25.
- Fernandez-Northcote, EN; Navia, O; Gandarillas, A. 2000. Basis of strategies for chemical control of potato late blight developed by PROINPA in Bolivia. Fitopatología. 35(3): 137-149.
- Franco, J; Mosquera, P. 1993 a. Ampliación de la gama de hospedantes del -nematodo de la oca- *Thecavermiculatus andinus* sp. n (Golden, *et al* 1983) en los Andes Peruanos. Revista Latinoamericana de la Papa 5/6: 39-45.
- Franco, J; Mosquera, P. 1993 b. Patogenicidad del “nematodo de la oca” (*Thecavermiculatus andinus* sp. n) en cuatro cultivos andinos. Revista Latinoamericana de la Papa 5/6: 30-38.
- Franco, J. 2003 El cultivo de la quinua y los nematodos fitoparásitos en la Región Andina de Bolivia. FAO. p. 77-85.
- Golden, AM; Franco, J; Jatala, P; Astocaza, E. 1983. Description of *Thecavermiculatus andinus* n. sp. (Meloidoderidae) a round cystoid nematode from the Andes Mountains of Peru. Journal of Nematology. 15(3): 357-363.
- Guest, D; Brown, J. 1997. Plant defenses against pathogens. Plant Pathogens and Plant Diseases. Eds. JF Brown y H. Ogle. Rockvale, University of New England, AU. p. 265-286.
- Ikeda, A; Ichitani, T. 1985. Density of *Pythium zingiberum* oospores in relation to infection of *Chenopodium quinoa* seedlings. Bull. Univ. Osaka Pref. Ser. B 37:13–18.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria, PE). 2012. Importancia del Cultivo de Quinua hacia el año Internacional 2013. (video conferencia). Cuzco, 25 de octubre de 2012.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigadores Agropecuarias, EC). Departamento de Protección Vegetal. Informes anuales 2002.
- Lane, L. 2014. *Chenopodium quinoa* as a “universal” plant virus host. (en línea). Consultado 13 marzo 2014. Disponible en <http://lclane.net/text/quinoa.html>
- León, J. 2003. Cultivo de la Quinua en Puno-Perú. Descripción, Manejo y Producción. Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Ciencias Agrarias. p. 37-38.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, EC). 1986. Inventario de Plagas, Enfermedades y Malezas del Ecuador. Programa Nacional de Sanidad Vegetal. Quito, EC. Agosto 1986. p. 152.
- Mujica, A; Suquilanda, M; Chura, E; Ruiz, E; León, A; Cutipa, S; Ponce, C. 2013. Producción Orgánica de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Sociedad Peruana para el Fomento y Competitividad de la Innovación Agraria-FINCAGRO. Puno, PE. p. 56, 59-61.
- Navia, O; Pozo, JL; Ortuño, N; Meneses, E; Moreno, W. 2010. Incorporación de bioinsumos en base a microorganismos benéficos en la producción orgánica de quinua. Consultado 3 febrero 2014. Disponible en [http://www.infoquinua.bo/fileponencias/a_NAVIA%20Oscar%20Incorporacion%20de%20bioinsumos%20en%20base%20a%20micro%20organismos%20beneficos%20en%20la%20quinua\(Agr\).pdf](http://www.infoquinua.bo/fileponencias/a_NAVIA%20Oscar%20Incorporacion%20de%20bioinsumos%20en%20base%20a%20micro%20organismos%20beneficos%20en%20la%20quinua(Agr).pdf)
- Navia, O; Gandarillas, A; Ortuño, N; Lino V; Oruña, O; Barja, D; Aroni, G; Saravia, R;

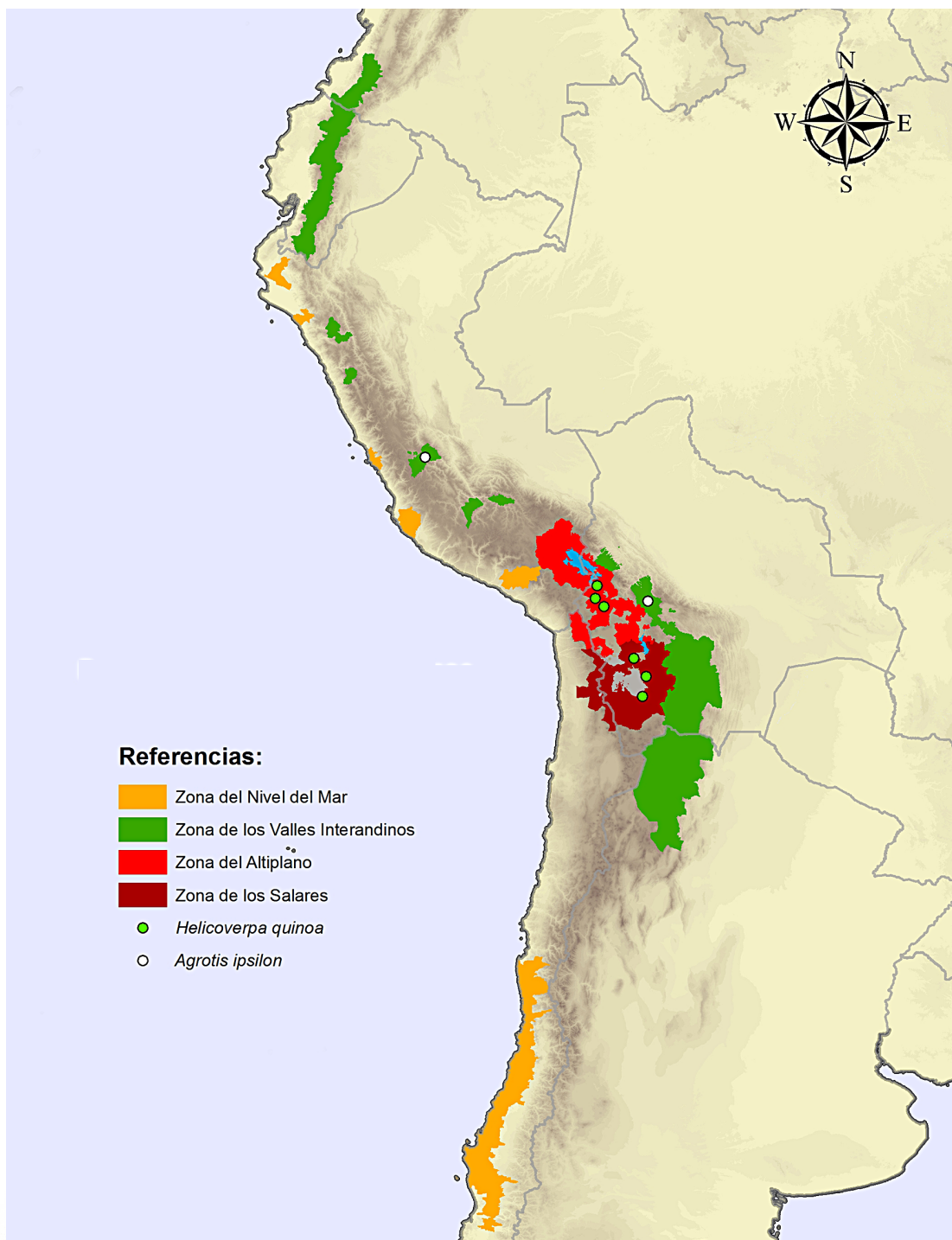
- Bonifacio, A; Rojas, W. 2013. La quinua, grano sagrado de los incas: estrategia de manejo integrado de enfermedades y plagas, para un manejo sostenible del cultivo. In Congreso Latinoamericano de Fitopatología – A.L.F. (Lambayeque, PE). Memoria. p. 47-49.
- OPD (Organización Privada de Desarrollo, PE). 2010. Tecnología Productiva de la Quinua. 1ra. Ed. Módulo 1. p. 48.
- Otazú, V; Salas, B. 1975. Una enfermedad bacteriana en quinua. Fitopatología. no. 10:79.
- Otazú, V; Salas, B. 1977. La podredumbre marrón del tallo de la quinua (*Chenopodium quinoa*) causada por *Phoma exigua* var. *foveata*. Fitopatología. no.12: 54-58.
- Peralta, E. 2011. La quinua en el Ecuador. Estado de Arte. p. 13.
- Peralta, E; Mazón, N; Murillo, A; Rivera, M; Rodriguez, D; Lomas, L; Monar, C. 2012. Manual Agrícola de granos Andinos Chocho, quinua, amaranto y ataco. Cultivos, Variedades y costos de producción. Secretaria Nacional de Educación Superior Ciencia, Tecnología e Innovación. 3 ed. Quito, EC. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Publicación Miscelánea No. 69. 68 p.
- Ruiz García, Y; Gómez Plaza, E. 2013. Elicitors: A Tool for Improving Fruit Phenolic Content. Agriculture 3:33-52.
- Salas, B; Otazú, V. 1975. Enfermedades en los cultivos del departamento de Puno. Fitopatología. no.10: 81- 82.
- Sandoval, C; Terreros, V; Schiappacasse, F. 2009. Control de *Cladosporium echinulatum* en clavel mediante el uso de bicarbonatos y *Trichoderma*. Cienc. Inv. Agr. 36 (3): 487-498.
- Tapia, M; Gandarillas, H; Alandia, S; Cardozo, A; Otazú, V; Ortiz, R; Rea, J; Salas, B.; Zanabria, E; Mujica, A. 1979. La Quinua y La Kañiwa: Cultivos Andinos. Oficina Regional para América Latina. Bogotá, CO. p. 142-147.
- Tapia, M; Fries, AM. 2007. Guía de campo de los Cultivos Andinos. FAO y ANDE-Perú. p. 86.
- Testen, A. 2012. Microbial approaches to support Andean quinoa production. Tesis M. Sc. Pennsylvania, US. Universidad de Pennsylvania. 132 p.
- Testen, A; Backmann, P. 2013. First Report of *Ascochyta* leafspot caused by *Ascochyta* sp. in the United State. APS Journal. 97 (6): 844.
- Testen, AL; McKemy, JM; Backman, PA. 2013. First report of *Passalora* leafspot of quinoa caused by *Passalora dubia* in the United States. Plant Disease. 97:139.
- Valenzuela, V; Redondo, E. 2003. Detección de virus por serología y plantas indicadoras en el tubérculo-semilla y plantas de cultivo de meristemas de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Alfa. Revista Mexicana de Fitopatología. 21 (2):176-180.
- Wahli, C. 1983. Quinua: hacia su cultivo comercial. Publicado por LATINRECO SA. Quito, EC. 206 p.
- Zehnder, G; Yao, Ch. 1998. Texto Mundial del MIP. Resistencia Inducida por microbios: Una estrategia novedosa para el control en Hortalizas de enfermedades transmitidas por insectos. Trad. Dr. Rafael Cancelado. University of Minnesota. Consultado 9 junio de 2014. Disponible en <http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spcapters/ZehnderSp.htm>

ANEXOS





ANEXO 1. Presencia de *Helicoverpa quinoa* y *Agrotis ipsilon* en Sudamérica



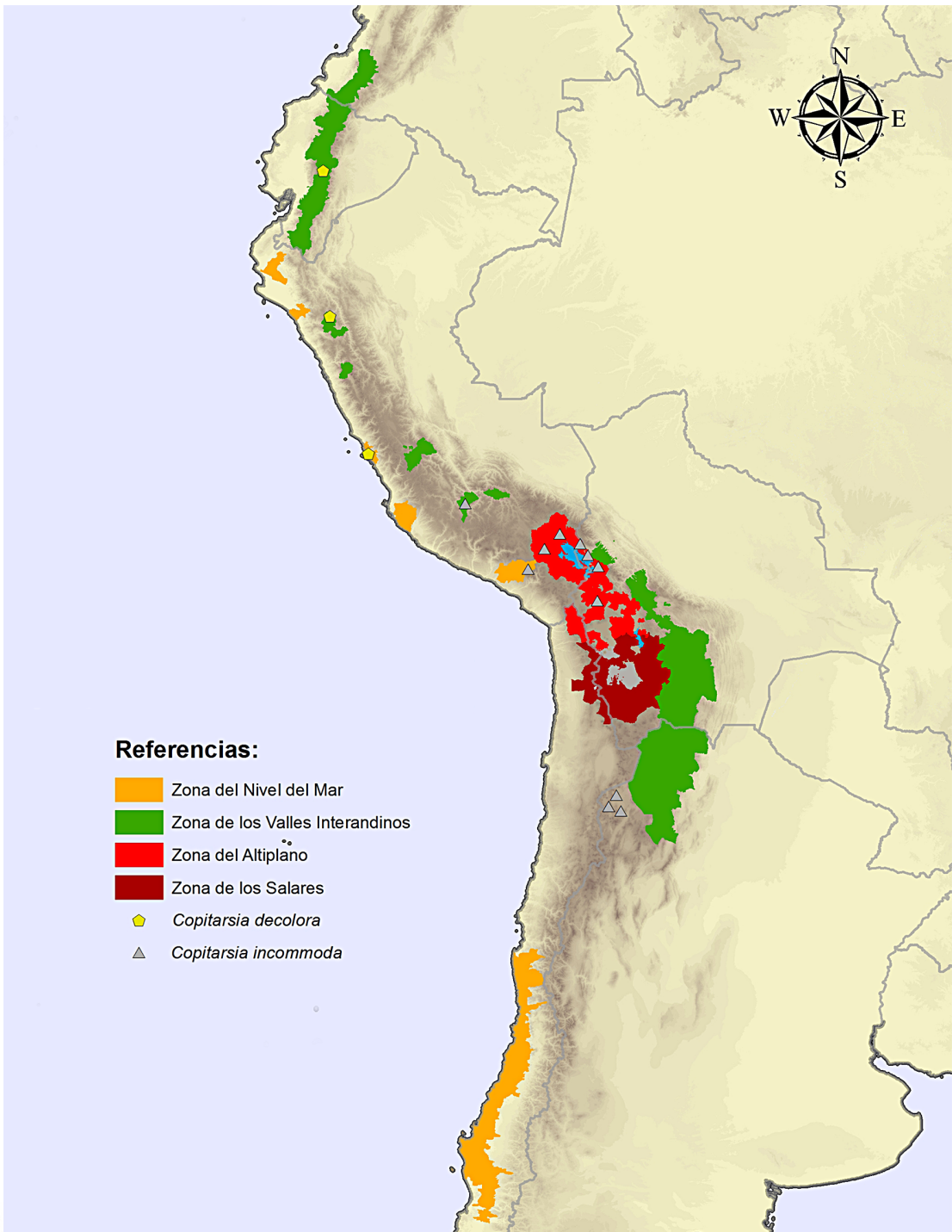
ANEXO 2.
***Nombres científicos de los cultivos hospederos
de los insectos plaga***

NOMBRE COMÚN NOMBRE CIENTÍFICO

Acelga	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i>
Ají	<i>Capsicum frutescens</i>
Ajo	<i>Allium sativum</i>
Alcachofa	<i>Cynara cardunculus</i>
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>
Algodón	<i>Gossypium hirsutum</i>
Apio	<i>Apium graveolens</i>
Arroz	<i>Oryza sativa</i>
Arveja	<i>Pisum sativum</i>
Avena	<i>Avena sativa</i>
Botón de oro	<i>Hymenoxys robusta</i>
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i>
Cebolla	<i>Allium cepa</i>
Chile de pimienta	<i>Capsicum frutescens</i>
Coles	<i>Brassica</i> spp.
Dalia	<i>Dahlia</i> ssp.
Espárrago	<i>Asparagus officinalis</i>
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i>
Frambuesa	<i>Rubus idaeus</i>
Frutilla (fresa)	<i>Fragaria ananassa</i>
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>
Girasol	<i>Helianthus annuus</i>
Haba	<i>Vicia faba</i>
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>
Kiswara	<i>Polylepis tarapacana</i>
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>
Maíz	<i>Zea mays</i>
Malva	<i>Malva sylvestris</i>
Maní	<i>Arachis hypogaea</i>
Isaño (Mashua)	<i>Tropaeolum tuberosum</i>
Melón	<i>Cucumis melo</i>

Oca	<i>Oxalis tuberosa</i>
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>
Pimentón	<i>Capsicum annuum</i>
Quinua	<i>Chenopodium quinoa</i>
Rábano	<i>Raphanus raphanistrum</i>
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i>
Repollo	<i>Brassica oleracea</i>
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i>
Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i>
Tarwi	<i>Lupinus mutabilis</i>
Thola	<i>Parastrephia lepidophylla, P. lucida</i>
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>
Trébol	<i>Trifolium ssp.</i>
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>
Vid	<i>Vitis vinifera</i>
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>
Zapallo	<i>Cucurbita maxima</i>

ANEXO 3.
Presencia de *Copitarsia incommoda* y *Copitarsia decolora*
en Sudamérica



ANEXO 4.

Agricultura orgánica y convencional

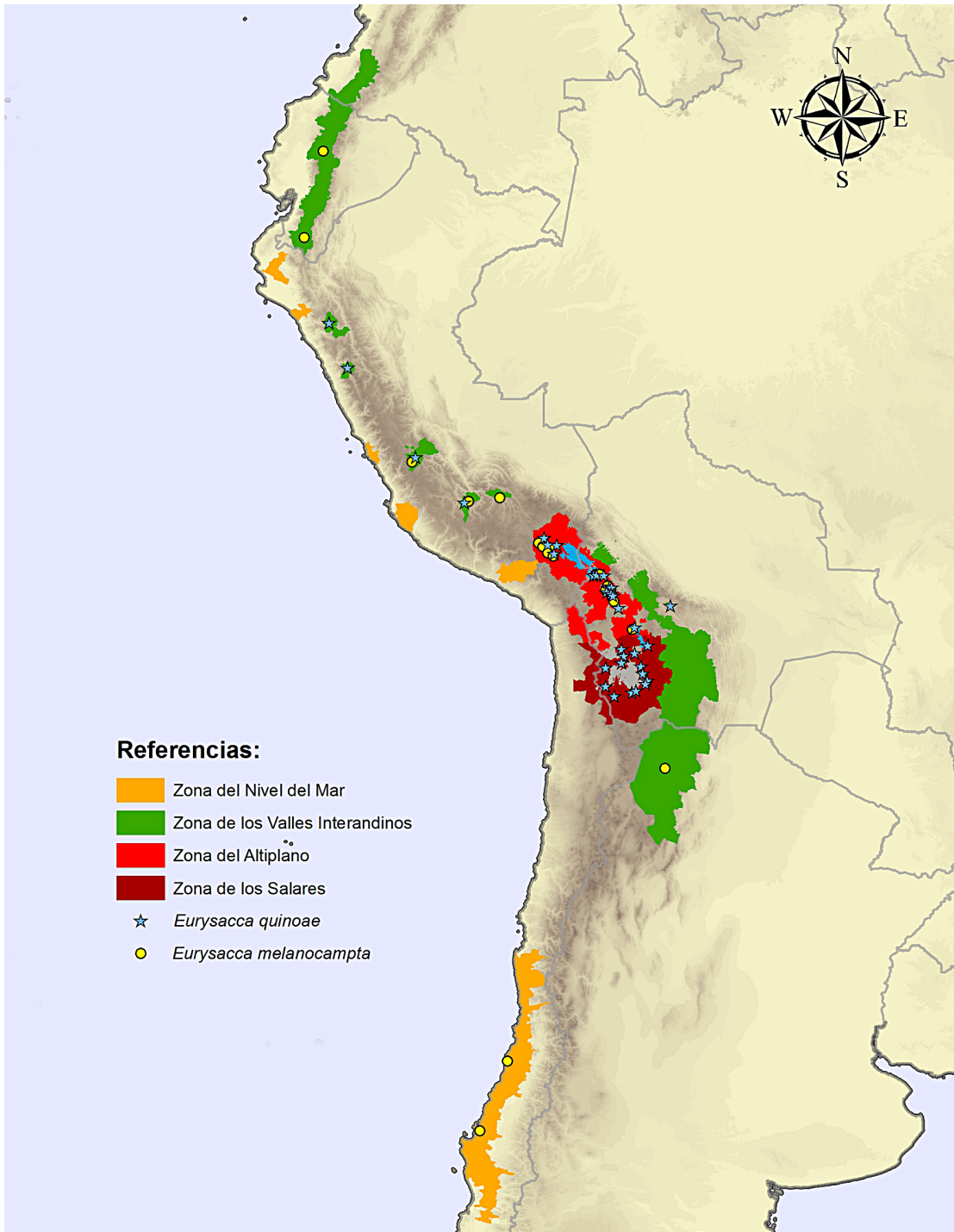
En el cultivo de la quinua, es importante diferenciar el enfoque de la producción, si está destinado a la producción orgánica o a la producción convencional. Esto por el hecho de que gran parte del comercio internacional es orgánico, sin embargo, por la creciente demanda mundial por este producto, cada día toma más importancia en los mercados locales e internacionales su producción convencional.

Según la IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica, por sus siglas en inglés), la “agricultura orgánica o ecológica, no sólo es una forma de producir alimentos sin usar agroquímicos artificiales sino es un sistema de producción que conserva la salud de las personas, del suelo y el ecosistema. Se basa en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, en lugar de insumos con efectos adversos. Lo que distingue a la agricultura orgánica, es su reglamentación en virtud a las diferentes normas y programas de certificación. Estos principios, además de establecer normas generales de producción, restringen y prohíben la mayor parte de los insumos sintéticos, tanto para fertilizar, como para controlar insectos-plagas, malezas y enfermedades. Sus normas incluyen, por otro lado, un adecuado manejo del suelo con vistas a mantener y/o mejorar su fertilidad y estructura, que es la base de la producción agrícola (AOPEB, 2002).

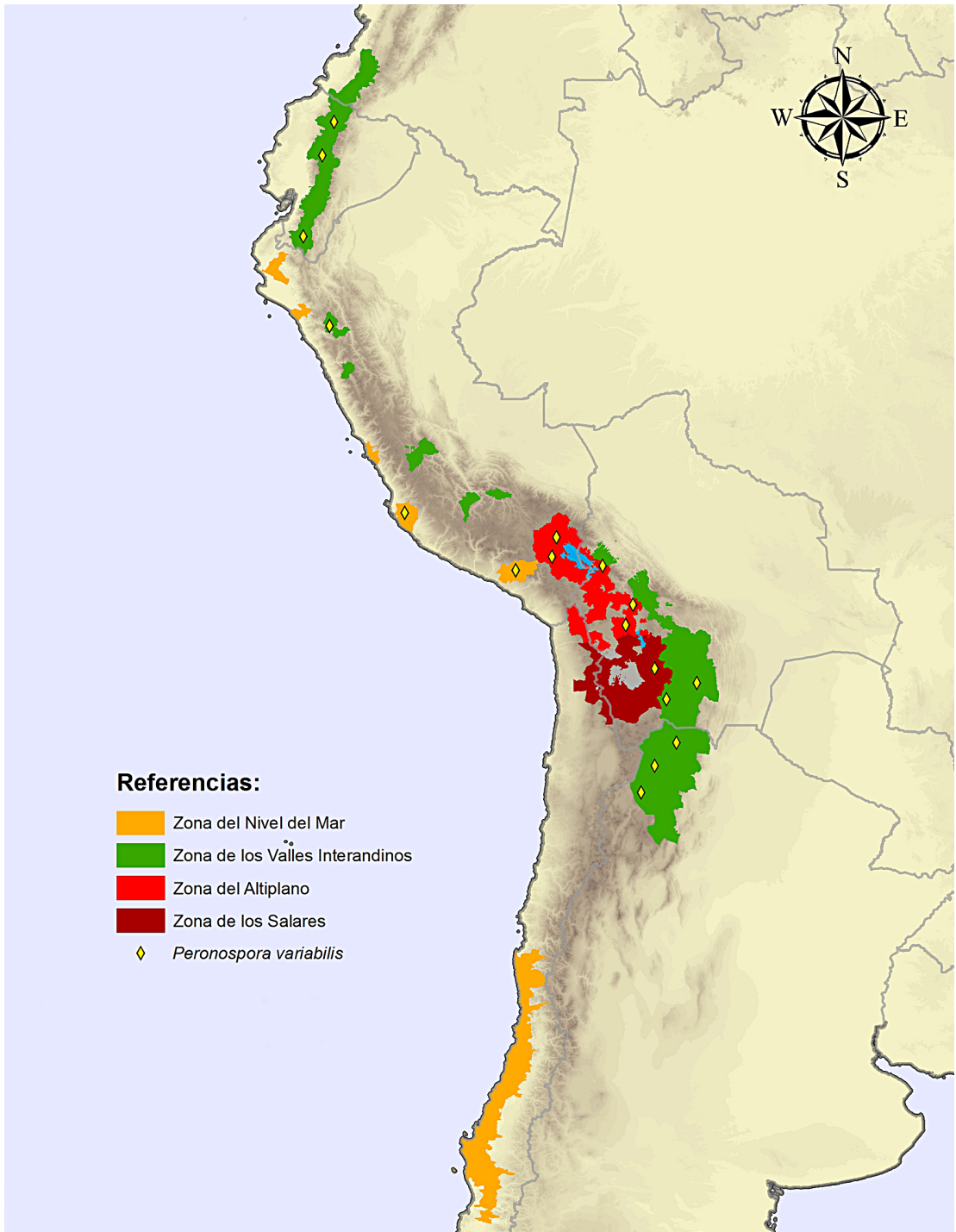
En el caso de la quinua, las normas producción orgánica recomiendan la incorporación de materia orgánica (guano, abono verde, etc.) para mantener y/o mejorar la fertilidad del suelo, la rotación de cultivos, la utilización de trampas luz o trampas con feromonas en el manejo preventivo de plagas de noctuides, uso de biofertilizantes y uso de extractos de plantas biocidas para el control de plagas. Cabe resaltar que todas las prácticas deben ser debidamente registradas, como requisito principal de este tipo de producción para garantizar la trazabilidad, registros que son certificados por las empresas acreditadas para este fin y que abalan el proceso al emitir el certificado correspondiente.

La producción convencional, se la define como un tipo de agricultura basada en el uso intensivo del capital (tractores y maquinaria de alta productividad) e insumos externos (semillas de alto potencial de rendimiento, fertilizantes y plaguicidas sintéticos), donde se busca maximizar los rendimientos. La agricultura convencional en el cultivo de la quinua no tiene por requisito contar con un certificado, por ello puede utilizar fertilizantes, insecticidas y fungicidas sintéticos, no se obliga a un sistema de rotación de suelos. Sin embargo, en los últimos años la producción convencional está cambiando debido a la evolución de las exigencias del consumidor que ahora es más sensible con el medio ambiente, además que demanda alimentos producidos en condiciones sustentables utilizando buenas prácticas agrícolas, velando el cuidado de la capacidad productiva del suelo, uso eficiente del agua, etc.

ANEXO 5.
Presencia de *Eurysacca melanocampta* y *Eurysacca quinoae*
en Sudamérica



ANEXO 6. Presencia de *Peronospora variabilis* en Sudamérica



ANEXO 7.

Preparación de ecofungicidas

Cola de caballo (*Equisetum arvense*):

Remojar la cola de caballo (planta seca) por 24 horas y hervir en cinco litros de agua a fuego lento durante una hora. Aplicar 5 litros del preparado en 15 litros de agua. Este preparado debe ser guardado en envase oscuro y sólo por 3 días (Fuente: Producción Orgánica de Mujica, *et al* 2013).

Picar 250 gramos de cola de caballo fresco y hacer hervir con dos litros de agua a fuego lento durante media hora (el volumen se reduce a un litro). Aplicar el preparado con 9 litros de agua. Utilizar un adherente de origen orgánico (Fuente: Fundación PROINPA 2013).

Ajo (*Allium sativum*)

Triturar 10 cabezas de ajo y hervir en 5 litros de agua, dejar reposar durante dos días. Aplicar 5 litros del preparado en 15 litros de agua (Fuente: Producción Orgánica de Mujica, *et al* 2013).

ANEXO 8.

Lista de plantas con propiedades adherentes

Tienen la función de fijar y proteger de la lluvia. Evita que la preparación sea lavada rápidamente. Varias plantas tienen esta función: Maguey, sábila y cactáceas (tuna).

ANEXO 9. Lista de principales plagas y enfermedades

PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE LA QUINUA

Complejo Noctuídeo



Helicoverpa quinoa



Copitarsia incommoda



Copitarsia decolora



Agrotis ipsilon

Complejo Polilla



Eurysacca melanocampa



Eurysacca quinoa

Plagas ocasionales



Escarabajo negro



Pulgilla saítona



Mosca minadora



Cigarrita



Pulgón



Gusano medidor



Trips

Enfermedades



Mildiu



Marchitez a la Emergencia



Mojo Verde



Mancha Ojival



Mancha Foliar



Podredumbre Marrón



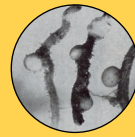
Ojo de Gallo



Mancha Bacteriana



Falso Nematodo del Nudo



Nematodo de la Oca



Virus

ANEXO 10.

Glosario

Aerobio.	Microorganismo que vive en presencia de oxígeno molecular.
Amarillamiento.	Síntoma caracterizado por el amarillamiento de tejidos de la planta que originalmente eran de color verde.
Anhidrobiosis.	Estado de suspensión temporal de las actividades vitales que permite a un organismo resistir una larga desecación.
Anteridio.	Un órgano sexual masculino (gametangio macho), se encuentra en algunos hongos y organismos parecidos a los hongos.
Apresorio.	Tubo germinativo que facilita la fijación y penetración de un hongo en su hospedante.
Arrosetamiento.	Alteración en el crecimiento de la planta y consiste en la reducción de la longitud de entrenudos.
Atrofia.	Disminución en el tamaño de uno o varios tejidos de los que forman un órgano, con la consiguiente minoración del volumen, peso y actividad funcional, a causa de escasez o retardo en el proceso nutritivo.
Bacilo.	Bacteria en forma de bastón.
Barbecho.	Período (de un año o más) en el que no se siembra la tierra y se la deja descansar para su recuperación.
Bigutuladas.	Con dos gutúlas.
Biofungicidas.	Fungicida de origen biológico.
Bioinsecticida.	Término usado para referirse a sustancias orgánicas (vivas) que pueden ser usadas para el control de plagas. Un ejemplo de bioinsecticida es el <i>Bacillus thuringiensis</i> , un microorganismo usado como insecticida.
Biol.	Abono foliar proveniente de la fermentación de guanos y otros materiales vegetales.
Biotrófico.	Patógeno que se nutre de tejido vivo del hospedero.
Cenocítico.	Micelio multinucleado, falta de paredes transversales.
Clamidosporas.	Espora asexual de pared gruesa que se forma por la modificación de una célula de las hifas de un hongo.
Clorosis.	Color verde claro o amarillento que adopta la planta debido a la formación incompleta, a la destrucción de la clorofila o a la imposibilidad de sintetizarla.
Conidia.	Cualquier espora producida asexualmente y que germina, produciendo un tubo germinativo.

Conidióforo.	Hifa especializada sobre la cual se forman una o más conidios.
Coriácea	De aspecto duro y grueso.
Cosmopolita.	Que es común a todos los países o a la mayoría de ellos.
Cremaster.	Proceso en forma de gancho o en forma de espinas en el extremo posterior de las pupas obtectas fijas.
Cultivo trampa.	Es una planta que atrae a las plagas agrícolas para mantenerlas alejadas de los cultivos principales.
Defoliación.	Caída prematura de las hojas de los árboles y plantas, producida por enfermedad, contaminación ambiental o acción humana.
Diapausa estival.	Es un estado fisiológico de inactividad con factores desencadenantes y terminantes bien específicos. Usado a menudo para sobrevivir condiciones ambientales desfavorables y predecibles, tales como temperaturas extremas, sequía o carencia de alimento. Estado inactivo o de somnolencia que presentan algunos organismos al reducir sus funciones metabólicas durante ciertos periodos que pueden ser adversos para su sobrevivencia.
Dicotómico.	División o bifurcación de un eje en dos ramas.
Dimorfismo.	Condición de tener dos formas distintas, ejemplo las hojas fértiles y estériles de los helechos.
Ecoplágitida.	Productos usados para el control de plagas, provenientes de productos naturales y ecológicos como extractos vegetales. Usados en sistemas de producción orgánica o ecológica.
Ecotipo.	Variedad de un organismo adaptada localmente y que se diferencia genéticamente de otros ecotipos.
Endospora.	Estructura de sobrevivencia de las bacterias.
Enfermedad policíclica.	Es cuando el agente causal es capaz de producir esporas y reinfectar plantas durante un campaña.
Enmohecimiento.	Acción de enmohecer (cubrir algo con moho).
Epidemiología.	Es el estudio del incremento de una enfermedad en un cultivo en el tiempo y el espacio.
Espora.	Estructura propagativa de los hongos y de otras plantas inferiores.
Espiráculos.	Los espiráculos son las pequeñas aberturas exteriores de las tráqueas para respirar. Se encuentran en los costados del insecto y suelen ser veinte (10 pares), cuatro en el tórax y dieciséis en el abdomen.
Estadio.	Se llama estadio a cada etapa en el desarrollo de los artrópodos, como insectos, y otros, hasta llegar a la madurez sexual. En la mayoría de los insectos el estadio se refiere a las etapas de desarrollo de las larvas o

ninfas de aquellos insectos que tienen metamorfosis simple o compleja, pero el término también puede referirse a la pupa y al adulto.

Estado.	Periodo rigurosamente diferente durante las etapas de desarrollo de un insecto.
Estoma.	Pequeña apertura rodeada de células oclusivas y situadas en la epidermis de las hojas y de los tallos a través de donde circulan los gases y se pierde el agua en forma de vapor; también usado para referirse a todo el aparato estomático -las células oclusivas más el poro que rodean.
Extracto.	Disolución acuosa.
Fitófago.	Se refiere a un animal que se alimenta de plantas o material vegetal.
Germinación.	Inicio o reactivación del crecimiento de una espora, semilla, yema u otra estructura similar.
Haustorio.	Proyección de las hifas de un hongo que actúan como órgano de absorción en las células del hospedante.
Heliófilo.	Se dice de los seres vivos y del vegetal que requieren sol directo para su desarrollo. Con la luz del sol su metabolismo, crecimiento o actividad son mayores, también son mayores durante las horas de mayor insolación o con una insolación más prolongada. En su mayoría son plantas y comunidades vegetales que requieren el sol o que habitan en el lado de la solana de las montañas.
Hermafrodita.	Es un término de la biología y zoología, con el cual se designa a los organismos que poseen a la vez órganos reproductivos usualmente asociados a los dos sexos: macho y hembra. Es decir, a aquellos seres vivos que tienen un aparato mixto capaz de producir gametos masculinos y femeninos. Dicho de un vegetal: Cuyas flores reúnen en sí ambos sexos.
Heterotálico.	Que producen gametas femeninas y masculinas compatibles en micelios fisiológicamente diferentes.
Hialina.	Incoloro, transparente.
Hifa.	Ramificación individual de un micelio.
Hospedante.	Planta invadida por un parásito y de la cual éste obtiene sus nutrientes.
Incidencia.	Se refiere a la proporción o porcentaje de órganos o de individuos afectados.
Inóculo.	Patógeno o partes de él que ocasiona enfermedad.
Lesión.	Área definida de la planta, caracterizada por un cambio morfofisiológico en la misma.
Metabolito.	Sustancia producida durante el metabolismo (digestión u otros procesos químicos corporales).

Micelio.	Conjunto de hifas que constituyen el cuerpo de un hongo.
Microesclerocios.	Masa compacta de micelio endurecido que contiene reservas alimenticias para sobrevivir en periodos ambientales extremos, funciona como propágulo infectivo de larga vida en el suelo.
Microorganismo.	Ser vivo que solo puede visualizarse con el microscopio, dotados de individualidad que presentan, una organización biológica elemental. En este extenso grupo podemos incluir a los virus, las bacterias, levaduras y mohos.
Mildiu.	Enfermedad fungosa de las plantas en las que el micelio y las esporas tienen una apariencia felposa generalmente localizada en el envés de las hojas.
Moho.	Micelio filamentoso y ramificado de coloración verdosa producida por varias especies de hongos.
Necrosis.	Necrosamiento de células, tejidos o parte de la planta generalmente acompañada de un oscurecimiento; síntoma de una enfermedad.
Nematodo.	Animales en forma de gusano, generalmente microscópicos que viven como saprofitos en el agua o en el suelo o como parásitos de plantas y animales.
Nódulo.	Engrosamientos o hinchazones de las raíces.
Obtecta.	Pupa o crisálida que poseen los lepidópteros en la cual las alas y los apéndices están comprimidos sobre el cuerpo y con casi la mayoría de los segmentos abdominales son inmóviles.
Oomyceto.	Grupo de protistas filamentosos pertenecientes al grupo de los pseudohongos. El nombre significa "hongos huevo" y se refiere al oogonio, estructura grande y esférica que contiene los gametos femeninos.
Oogonio.	Gametangio femenino de los Oomycetes que contiene una o varias gametas.
Oospora.	Espora de descanso de origen sexual en los hongos Oomycetos.
Parásito.	Organismo que se nutre de tejidos o sustancias orgánicas contenidas en el cuerpo de otro ser o huésped, quién suele desarrollar algún tipo de daño.
Parásito obligado.	Parásito que en la naturaleza sólo puede crecer y multiplicarse sobre organismos vivos.
Patagia.	Es uno de los pequeños órganos sensoriales situados en las bases de las alas anteriores.
Patógeno.	Agente causal de la enfermedad.
Picnidia.	Cuerpo fructífero asexual, esférico o en forma de botella, que en su interior contiene conidióforos y conidios.

Picnidiosporas.	Esporas originadas en los picnidios.
Planta indicadora.	Es aquella que presenta una reacción rápida y característica a un cierto virus que puede no ofrecer síntomas en la planta del cultivo que se está estudiando
Plásmido.	Porción de ADN extracromosómico, de forma circular, propio de las bacterias.
Polífago.	Que tiene polifagia.
Polígrafo.	Dicho de los animales que se nutren de diversas clases de alimentos o los animales que se alimentan de varios tipos de alimentos.
Quiste.	Saco que encierre un organismo durante un periodo de <u>dormancia</u> .
Rastrojo.	Residuos que quedan en el campo después de la cosecha.
Resistencia.	Capacidad que tiene un organismo para no contraer una enfermedad en forma total o parcial.
Saprófito.	Se dice de los microorganismos que se alimentan de materias orgánicas en descomposición.
Senescencia.	Decaimiento propio de la maduración o de la edad, acelerado a menudo por efecto del medio ambiente o por una enfermedad.
Septo.	Paredes transversales de las hifas o esporas.
Severidad.	Grado de ataque de una enfermedad hacia una planta o animal.
Síntoma.	Reacciones o alteraciones internas o externas que sufre una planta como resultado de su enfermedad.
Sistémico.	Dícese de un patógeno o compuesto químico que se difunde internamente por toda la planta.
Susceptible.	Que carece de la capacidad de resistir a las enfermedades o al ataque de un cierto patógeno.
Tegula.	Pequeño esclerito (cuerpo endurecido) en forma de escama sobrepuesto a la base del ala anterior.
Tolerancia.	Capacidad de una planta para sobrellevar una enfermedad sin sufrir daños de consideración.
Transmisión mecánica.	Se produce frotando el jugo de una planta enferma con virus en la epidermis de una planta sana.
Vermiforme.	Forma de gusano.

Instituciones financiadoras



COLLABORATIVE
CROP RESEARCH
PROGRAM

THE MCKNIGHT FOUNDATION

Institución ejecutora



FUNDACIÓN PROINPA

COCHABAMBA:

Av. Meneces s/n, Km. 4 (zona El Paso)
Telf.: (591-4) 4319595 • Fax: (591-4) 4319600
E-mail: proinpa@proinpa.org

LA PAZ: C. Américo Vespucio N° 538 (zona Sopocachi)
Telfs.: (591-2) 2141209 • Fax: (591-2) 2415200
E-mail: proinpa.lapaz@proinpa.org

SUCRE: C. Perú # 100 entre Av. Canadá y C. Amazonas
Telf.: (591-4) 6451247 • Fax: (591-4) 6912905
E-mail: proinpa.sucra@proinpa.org

ORURO:
E-mail: proinpa.oruro@proinpa.org

POTOSÍ:
E-mail: proinpa.potosi@proinpa.org