



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**PRESENCIA, IDENTIFICACIÓN Y DAÑOS DE LA MOSCA  
MINADORA (Agromyzidae: Díptera) EN EL CULTIVO DE QUINUA  
(*Chenopodium quinoa* Willd) EN EL ALTIPLANO PERUANO**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. MICHAEL FRANKLIE FLORES LLICA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PUNO – PERÚ**

**2020**



## DEDICATORIA

*A mis amados padres: Mario Flores Chávez y Estefanía Llica Chura por el amor, comprensión, paciencia, confianza, apoyo y sacrificio que me demostraron en todo momento.*

*A mi hermano Mijael Koc Agnaldo Flores Llica por brindarme ese apoyo de hermano y amigo en cada circunstancia y adversidad de la vida.*

*A mis queridos abuelitos Pedro Flores, Anastacia Chávez, Vicente Llica y Micaela Chura.*

**Michael Flores**



## AGRADECIMIENTOS

*A la Universidad Nacional de Altiplano por acogerme durante toda mi carrera universitaria.*

*Mi enorme gratitud a todos los Profesores de la Facultad de Ciencias Biológicas.*

*A mi Director de Tesis M.Sc. Alfredo Loza del Carpio, por su acompañamiento durante la ejecución de esta investigación.*

*A mi Asesor Dr. Pedro Delgado Mamani, por brindarme su apoyo y confianza de ejecutar la tesis.*

*A mis miembros de jurado Dra. Youri Teresa del Carpio, Dr. Álvaro Sarmiento y M. Sc. Gilmar Goyzueta por sus aportes en la mejora de este trabajo de investigación.*

*A mis amigos Jhon, Franz, Ing. Julio; Señor Luchito y a Edu por su apoyo y enseñanzas en las labores de campo que fueron gratos momentos en las que se compartió.*

*A mis amigos Franklin, Diego, Rodrigo, Yubher, Franco, Henry, amigos con quienes compartí alegrías y trabajos en el transcurso hasta este momento.*

**Michael Flores**



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**INDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 12**

**ABSTRACT..... 13**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. OBJETIVO GENERAL ..... 15**

**1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 15**

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES ..... 16**

**2.2. MARCO TEÓRICO ..... 19**

2.2.1. Cultivo de quinua ..... 19

2.2.1.1. Distribución geográfica ..... 19

2.2.1.2. Clasificación Taxonomía ..... 20

2.2.1.3. Fases fenológicas ..... 21

2.2.1.4. Diversidad genética y variedades ..... 23

2.2.1.5. Insectos plaga de la quinua ..... 25

2.2.2. Familia Agromyzidae ..... 26

2.2.2.1. Origen ..... 26

2.2.2.2. Distribución ..... 26

2.2.2.3. Clasificación ..... 26

2.2.2.4. Biología ..... 26

2.2.2.5. Dinámica poblacional ..... 27

2.2.2.6. Descripción ..... 27

2.2.2.7. Plantas hospederas ..... 30

2.2.2.8. Daños ..... 31



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2. UBICACIÓN DEL ESTUDIO DE CAMPO .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3. TIPO DE ESTUDIO .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4. METODOLOGÍA .....</b>	<b>34</b>
3.4.1. Determinación de la presencia de la mosca minadora de la quinua en 11 provincias del departamento de Puno .....	34
3.4.1.1. Trabajo en campo .....	34
3.4.1.2. Trabajo en laboratorio.....	35
3.4.2. Identificación y clasificación taxonómica de la mosca minadora presente en los cultivos de quinua en el altiplano peruano. ....	38
3.4.2.1. Colecta de material biológico .....	38
3.4.2.2. Preparación de la muestra .....	38
3.4.2.3. Separación de orden.....	39
3.4.2.4. Identificación de la familia Agromyzidae .....	39
3.4.2.5. Identificación taxonómica del género en la familia Agromyzidae .....	39
3.4.2.6. Descripción de la anatomía genital de los machos .....	40
3.4.2.7. Deposito del material .....	42
3.4.2.8. Abreviatura y nomenclatura.....	42
3.4.3. Determinación de la pérdida de rendimiento de grano de quinua asociado a la mosca minadora. ....	43
3.4.3.1. Manejo del cultivo .....	43
3.4.3.2. Cosecha del cultivo.....	44
3.4.3.3. Diseño experimental.....	45
3.4.3.4. Análisis estadístico .....	47

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. Presencia de la mosca minadora de la quinua en 11 provincias del     departamento de Puno.....</b>	<b>48</b>
4.1.1. Presencia de Larvas.....	48
4.1.2. Intensidad de daño .....	51
4.1.3. Recolección de adultos .....	53



<b>4.2. Identificación y clasificación taxonómica de la mosca minadora presente en los cultivos de quinua en el altiplano peruano.....</b>	<b>55</b>
4.2.1. Material examinado .....	55
4.2.2. Identificación de la familia Agromyzidae.....	55
4.2.3. Identificación taxonómica del género en la familia Agromyzidae .....	56
4.2.4. Descripción de la anatomía genital de los machos .....	60
<b>4.3. Perdida de rendimiento de grano de quinua asociado a la mosca minadora. 61</b>	
4.3.1. Rendimiento de grano de quinua por daños de la mosca minadora en la etapa fenológica de 6 hojas. ....	61
4.3.2. Rendimiento de grano de quinua por daños de la mosca minadora en la etapa fenológica de ramificación. ....	63
4.3.3. Rendimiento total.....	66
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>67</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>68</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>74</b>

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 08 de enero de 2020.

**ÁREA:** Ciencias Biomédicas

**TEMA:** Recursos naturales y manejo ecológico de plagas: Entomología



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Etapas fenológicas de la quinua (Calla, 2012). .....	23
<b>Figura 2.</b> Vista lateral de típico Agromícido (Spencer, 1973).....	30
<b>Figura 3.</b> Mapa de Puntos de recolección de muestras en las 11 provincias del departamento de Puno.....	33
<b>Figura 4.</b> Recorrido en forma de “W”. .....	34
<b>Figura 5.</b> Recolección de plantas de quinua .....	35
<b>Figura 6.</b> Observación de plantas quinua procedentes de parcelas con cultivos de quinua. ....	36
<b>Figura 7.</b> Incubadoras con muestras de quinua recolectadas en 11 provincias del departamento de Puno.....	37
<b>Figura 8.</b> Recolección y montaje de adultos.....	38
<b>Figura 9.</b> Cajas entomológicas con muestras de adultos para la identificación.....	39
<b>Figura 10.</b> Separación del abdomen para extraer la genitalia.....	40
<b>Figura 11.</b> Tubos de eppendorf con partes abdominales de mosca minadora .....	41
<b>Figura 12.</b> Descripción de la genitalia en el estereoscopio.....	42
<b>Figura 13.</b> Ubicación de la parcela experimental. ....	43
<b>Figura 14.</b> Hojas dañadas con cortes del 50%. ....	46
<b>Figura 15.</b> Croquis de unidad experimental.....	47
<b>Figura 16.</b> Ejemplares de larva y pupa encontradas en hojas de quinua pertenecientes a cultivos de quinua procedentes de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018. ....	48
<b>Figura 17.</b> Ejemplares con minas de mosca minadora en hojas de quinua pertenecientes a cultivos de quinua procedentes de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.....	51
<b>Figura 18.</b> Escala de daño foliar en parcelas de cultivo de quinua en etapa fenológica de 6 hojas procedentes de 5 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018. ....	52
<b>Figura 19.</b> Escala de daño foliar en parcelas de cultivo de quinua en etapa fenológica de ramificación procedentes de 6 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018. ....	53



<b>Figura 20.</b> Espécimen en estudio recolectado de cultivos de quinua procedente de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.....	56
<b>Figura 21.</b> Nomenclatura del ala de Haplopeodes Steyskal, 1980 de espécimen en estudio recolectado de cultivos de quinua procedente de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.....	57
<b>Figura 22.</b> Quetotaxia de la cabeza de Haplopeodes Steyskal, 1980 de espécimen en estudio recolectado de cultivos de quinua procedente de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.....	58
<b>Figura 23.</b> Quetotaxia del mesonoto de Haplopeodes Steyskal 1980 de espécimen en estudio recolectado de cultivos de quinua procedente de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.....	59
<b>Figura 24.</b> Morfología de la genitalia de Haplopeodes Steyskal 1980 de espécimen en estudio recolectado de cultivos de quinua procedente de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.....	60
<b>Figura 25.</b> Fluctuación del rendimiento de quinua a causa de un número diferente de hojas dañadas en la etapa fenológica de 6 hojas. ....	63
<b>Figura 26.</b> Fluctuación del rendimiento de quinua a causa de un número diferente de hojas dañadas en la etapa fenológica de ramificación. ....	65
<b>Figura 27.</b> Proyección del rendimiento de quinua de la variedad Salcedo – INIA, a causa de un número diferente de daños foliares en 2 etapas fenológicas. ...	66
<b>Figura 28.</b> Cultivos de quinua del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018. ....	74
<b>Figura 29.</b> Búsqueda y evaluación de daños por larvas en hojas de quinua pertenecientes a cultivos de quinua procedentes de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.....	74
<b>Figura 30.</b> Insectos encontrados en pupas de la mosca minadora que pertenecen a cultivos de quinua del Altiplano Peruano de la campaña agrícola 2017 - 2018.....	75
<b>Figura 31.</b> Genitalia de la hembra de mosca minadora presente en cultivos de quinua del Altiplano Peruano. a) Vista ventral, b) Vista lateral. ....	75
<b>Figura 32.</b> Apoyo en las actividades de manejo del cultivo para los DBCA en la parcela experimental de la Exp. Agr. Illpa – Anexo Salcedo del INIA. ....	76





<b>Figura 33.</b> Experimentos de 6 hojas y ramificación. a) antes de realizar la simulación, b) durante la simulación. ....	76
<b>Figura 34.</b> Unidad experimental. a) Bloque experimental en etapa de grano pastoso, b) plantas del tratamiento 4 con muestras caídas. ....	77
<b>Figura 35.</b> Equipo de apoyo en la cosecha de los experimentos de los DBCA de la parcela experimental de la Exp. Agr. Illpa – Anexo Salcedo del INIA. ....	77
<b>Figura 36.</b> Evaluación del rendimiento de grano de quinua por m <sup>2</sup> .....	78
<b>Figura 37.</b> Depósito de material de mosca minadora en el estante de colección entomológica del laboratorio de Protección vegetal de la Est. Exp. Agr. Illpa – Anexo Salcedo del INIA. ....	78



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Posición taxonómica de la quinua (Apaza et al., 2013).....	20
<b>Tabla 2.</b> Descripción de etapas fenológicas de la quinua (Calla, 2012). .....	22
<b>Tabla 3.</b> Variedades comerciales de quinua en el Perú (Apaza et al., 2013). .....	24
<b>Tabla 4.</b> Variedad del altiplano, “Salcedo INIA” datos generales (Apaza et al., 2013).25	
<b>Tabla 5.</b> Insectos fitófagos asociados al cultivo de quinua (Cruces, 2016). .....	25
<b>Tabla 6.</b> Ubicación de parcelas muestreadas en la campaña agrícola 2017 – 2018.....	32
<b>Tabla 7.</b> Escala de daño foliar (Ríos et al., 2006). .....	37
<b>Tabla 8.</b> Número de larvas por planta de quinua - etapa fenológica de 6 hojas, plantas pertenecientes a cultivos de quinua procedentes de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.....	49
<b>Tabla 9.</b> Número de larvas por planta de quinua - etapa fenológica de Ramificación, plantas pertenecientes a cultivos de quinua procedentes de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.....	50
<b>Tabla 10.</b> Número de pupas y adultos recolectados de hojas de quinua, pertenecientes a cultivos de quinua procedentes de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.....	54
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza del rendimiento de quinua según el número de hojas dañadas. ....	62
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Duncan .....	62
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza del rendimiento de quinua según el número de hojas dañadas. ....	64
<b>Tabla 14.</b> Prueba de Duncan .....	64
<b>Tabla 15.</b> Prueba de Shapiro-Wilks – InfoStat versión estudiantil (Experimento en etapa de 6 hojas). .....	79
<b>Tabla 16.</b> Coeficiente de variación - InfoStat versión estudiantil (Experimento en etapa de 6 hojas). .....	79
<b>Tabla 17.</b> Prueba de Shapiro-Wilks – InfoStat versión estudiantil (Experimento en etapa de ramificación). .....	79
<b>Tabla 18.</b> Coeficiente de variación - InfoStat versión estudiantil (Experimento en etapa de ramificación). .....	79



## INDICE DE ACRÓNIMOS

DBCA: Diseño de bloque completos al azar

DMHF: Dimetil Hidantoina Formaldehido

DRA: Dirección Regional Agraria

IDF: Intensidad de daño foliar

INIAP: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

NIMF 27: Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias

OIRSA: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria

PNESAAA: Programa Nacional de Estudios en Sistemas Agroecológicos Andinos y Amazónicos.

UTM: Universal Transversal Mercator

ADH: Sumatoria del % del área dañada por hojas

THE: Total de hojas evaluadas



## RESUMEN

La quinua tiene relación con insectos que afectan en menor y mayor grado en el rendimiento, en los últimos años se percibe cambios climáticos y que al interactuar con plagas secundarias como la mosca minadora puede constituir un serio factor adverso. Por tal motivo se plantea los siguientes objetivos de investigación: a) Determinar la presencia de la mosca minadora de la quinua en 11 provincias del departamento de Puno, b) Identificar y clasificar taxonómicamente a la mosca minadora presente en los cultivos de quinua en el altiplano peruano y c) Determinar la pérdida de rendimiento de grano de quinua asociado a la mosca minadora. Se realizó la recolección de plantas de quinua de parcelas de provincias de Azángaro, Chucuito, El Collao, Huancané, Lampa, Melgar, Moho, Puno, San Antonio de Putina, San Román y Yunguyo del departamento de Puno, y se trasladó al laboratorio de Protección vegetal de la Est. Exp. Agr. Illpa – Anexo Salcedo INIA, en las muestras se buscó larvas de mosca minadora y se determinó el porcentaje de daño que ocasiona en la planta; En el laboratorio de Protección vegetal se utilizó los adultos de larvas encontradas en estas hojas, para identificar en base a ilustraciones morfológicas y claves dicotómicas de la familia Agromyzidae; por ultimo en una parcela experimental de la estación se realizó simulaciones de daños a diferente número de larvas en 2 etapas fenológicas de la quinua para determinar la pérdida de rendimiento ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) en la variedad de quinua Salcedo – INIA. Se obtuvo presencia de larvas de mosca minadora en las 11 provincias, a una escala de daño muy leve al nivel de parcela; la mosca minadora presente en cultivos de quinua de las 11 provincias pertenece al género *Haplopeodes* Steyskal, de la familia Agromyzidae; El análisis estadístico (ANOVA) demostró que existen diferencias significativas entre los rendimientos debido al daño por un número diferente de larvas ( $P < 0.001$ ) en las 2 etapas fenológicas. El género *Haplopeodes* Steyskal 1980 está presente en cultivos de quinua del Altiplano peruano y una densidad mayor a 2 larvas por planta en etapas iniciales del cultivo causa perjuicios en su rendimiento.

**Palabras Clave:** Recolección, identificación, Agromyzidae, daños, rendimiento.



## ABSTRACT

Quinoa is related with insects that affect to a lesser and greater degree in performance, in recent years climatic changes are perceived and that when interacting with secondary pests such as the mining fly can constitute a serious adverse factor. For this reason, the following research objectives are proposed: a) Determine the presence of the quinoa fly in 11 provinces of the department of Puno, b) Identify and classify taxonomically the mining fly present in quinoa crops in the Peruvian highlands and c) Determine the loss of quinoa grain yield associated with the mining fly. Quinoa plants were collected from plots in the provinces of Azángaro, Chucuito, El Collao, Huancané, Lampa, Melgar, Moho, Puno, San Antonio de Putina, San Román and Yunguyo in the department of Puno, and moved to the laboratory of Plant protection of the Est. Exp. Agr. Illpa – Anexo Salcedo INIA, in the samples, larvae were searched for mines and the percentage of damage caused to the plant was determined; In the Plant Protection Laboratory, adults of larvae found in these leaves were used to identify based on morphological illustrations and dichotomous keys of the Agromyzidae family; Finally, in an experimental plot of the station, simulations of damage to different numbers of larvae were carried out in 2 phenological stages of quinoa to determine the yield loss (gr / m<sup>2</sup>) in the Salcedo - INIA quinoa variety. Mining fly larvae were found in the 11 provinces, at a very slight scale of damage at the plot level; the mining fly present in quinoa crops from the 11 provinces belongs to the genus *Haplopeodes* Steyskal, of the Agromyzidae family; Statistical analysis (ANOVA) showed that there are significant differences between yields due to damage by a different number of larvae ( $P < 0.001$ ) in the 2 phenological stages. The genus *Haplopeodes* Steyskal 1980 is present in quinoa crops of the Peruvian Altiplano and a density greater than 2 larvae per plant in early stages of the crop causes damage to its yield.

**Keywords:** Harvest, identification, Agromyzidae, damage, performance.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Los granos andinos tienen una importancia fundamental en diversas regiones del Perú y otros países, una de ellas es la quinua la cual se ha revalorizado y desarrollado con mayor diversidad cubriendo aproximadamente un porcentaje mayor al 70% a nivel internacional. En este ámbito Puno ha logrado ser competitivo, lo que ha conllevado a un incremento del área para el cultivo de quinua y como todo cultivo en expansión los factores biológicos como plagas y enfermedades constituyen un serio factor adverso en un rendimiento favorable del cultivo.

El cultivo de quinua es infestado por insectos fitófagos pertenecientes a distintos géneros y familias, además adicionando la falta de aplicación de un sistema de rotación constante y la relación con plagas de otros cultivos han determinado paralelamente un aumento en el número de plagas que afectan al cultivo de quinua. La relación con insectos que causan daños secundarios pueden convertirse en plagas de importancia, si el ambiente donde interactúan es alterado por acciones antrópicas o factores de cambio climático, por lo tanto la identificación y reconocimiento de las plagas son uno de los principios fundamentales del manejo integrado de plagas.

La actividad de la mosca minadora de la hoja es de realizar perforaciones y galerías “minas” que causa la disminución de la capacidad fotosintética de la planta, desecación de las hojas y su caída prematura; con lo que en cultivos jóvenes con el aumento de la población por causas que alteran su ecología puede llegar a perjudicar a toda la planta entera. La presencia de daños por el comportamiento de la mosca minadora en el cultivo de quinua en el altiplano peruano muestra minas en forma de lagunas en las hojas, que ocupan alrededor del 30%.

Es la razón que la presente investigación pretende identificar la especie y conocer el impacto perjudicial en el cultivo de quinua. Así ofrecer información relevante para futuros estudios, ya que debido al desconocimiento de la plaga, realizar algunas acciones como el uso indiscriminado de agroquímicos y plaguicidas podría resultar adversas al agricultor y favorables en el incremento de la población de la plaga. Por lo tanto se plantea el siguiente objetivo:



### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la presencia, identificación y daños de la mosca minadora (Agromyzidae: Díptera) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano peruano.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la presencia de la mosca minadora de la quinua en 11 provincias del departamento de Puno
- Identificar y clasificar taxonómicamente a la mosca minadora presente en los cultivos de quinua en el altiplano peruano.
- Determinar la pérdida de rendimiento de grano de quinua asociado a la mosca minadora.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

Saravia *et al.*, (2014); Tapia *et al.*, (1979), en Sudamérica el cultivo de quinua va de zonas del nivel del mar hasta los 4000 m.s.n.m., demostrando ser un cultivo estratégico y con un incremento sustancial de área cultivada, sin embargo Cruces (2016), menciona que esta disponibilidad se ve afectada cuando la falta de un sistema de rotación y plagas de otros cultivos, han determinado paralelamente un crecimiento de las plagas que afectan a la quinua. Asimismo, Pando y Castellanos (2016), señala que muchas plagas de la quinua son plagas clave de otros cultivos, también que las plagas ocasionales al cultivo pueden convertirse en plagas de importancia si sus enemigos naturales son eliminados por excesiva aplicación de insecticidas o factores ambientales favorables para su desarrollo. Así mismo la DRA. Ancash (2016), informa que durante el ciclo vegetativo de la quinua, se presentan plagas con diferentes tipos de alimentación, que indirectamente estos daños dan lugar a infecciones secundarias causadas por microorganismos patógenos.

Según Rodríguez y Sousa (2016), la familia Agromyzidae tiene especies descritas y distribuidas en muchas regiones del mundo, al respecto Korytkowski (2014), menciona especies de interés económico y que al parecer tiene su origen en el hemisferio Norte, además Boucher (2010); Martínez y Etienne (2002), señala que esta familia cuenta con alrededor de 2800 especies, 490 de ellas distribuidas en 16 géneros presentes en la región neotropical, y en el cultivo de quinua del Perú según Cruces (2016), cita a dos especies del género *Liriomyza* de la familia Agromyzidae que atacan al cultivo de quinua, *Liriomyza braziliensis* y *Liriomyza huidobrensis*, cuya actividad de las larvas de estas especies es comer las hojas alimentándose del parénquima por debajo de la epidermis, realizando minas serpenteantes y reduciendo la capacidad fotosintética de la planta.

Boucher (2010) menciona que la familia Agromyzidae son moscas pequeñas a medianas; la mayoría de las especies varían de 2 a 3 mm, con un tamaño máximo de 6,5 mm, el color del cuerpo es amarillo, negro, marrón, gris, verde metálico y algunas especies muestran una coloración cobriza. En relación Spencer (1973), describió que los huevos de mosca minadora son de color blanco y ovalado de aproximadamente 0.25 mm





de longitud; las larvas tienen tres estadios larvales; las larvas recién emergidas tienen aproximadamente 0.5 mm de largo, pero alcanzan 3.0 mm cuando están maduras; las pupas son ovales, de unos 2.0 mm de longitud, muy ligeramente aplanadas ventralmente, con proyecciones espirales anteriores y posteriores.

King y Saunders (1984) en su trabajo de plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central describe que el ciclo de vida de la mosca minadora es: huevo de 2 a 4 días lo ponen de uno en uno en la lámina de la hoja; larva de 7 a 10 días de 1 a 2 mm de largo, cuando está totalmente desarrollada, amarillo a café; pupa de 8 a 15 días, generalmente en el suelo, pero puede estar dentro de una hoja o pegada a la superficie de la hoja; adulto de tamaño pequeño, café o negro-gris, algunas especies tienen una mancha amarilla sobre el tórax. Con referencia a su ciclo biológico, según Carrero (2008), los factores abióticos como la temperatura influyen de forma importante y menciona que los umbrales de desarrollo de especies de mosca minadora se sitúan en torno a los 9°C y los 35 – 40°C. También otro factor importante según el OIRSA “Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria” (2005), menciona a reguladores naturales como los parasitoides, que según el autor son especies de géneros de la familia himenóptera.

Sobre la identificación en el trabajo realizado en NIMF 27 “Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias” (2016), indica que para la identificación de la mosca minadora mediante examen morfológico, se necesitan machos adultos, ya que no hay claves adecuadas para hembras adultas, ni de los huevos, larvas o pupas. Los machos adultos se pueden identificar examinando sus caracteres morfológicos, en concreto, la genitalia. Respecto a la genitalia del macho, García *et al.*, (2014), en base a su investigación ellos desarrollaron una nomenclatura unificada para establecer un esquema fijo de las partes que componen la morfología de la genitalia de la familia Agromyzidae, para los detalles descriptivos utilizaron una muestra de genitalia de *Liriomyza trifolii* con el fin de representar las partes que lo integran y sugerir usar estos criterios para aplicarlos en el reconocimiento y descripción de la genitalia de la familia. Por lo tanto Palacio *et al.*, (2008) en su estudio describe que la extracción de genitales se procede a separar el abdomen del resto del cuerpo del díptero, después introducir en una solución de hidróxido de potasio al 10%, para macerar el tejido, luego se lava con agua destilada a 80 °C por diez minutos, con el fin de eliminar el hidróxido de potasio; con la preparación inmersa



en alcohol al 70%, se separa la cutícula y tejidos del abdomen, hasta dejar limpios y expuestos los genitales completos.

Spencer (1987), sugiere la siguiente combinación de caracteres principales que define a la familia Agromyzidae para su identificación: pequeño tamaño, de 1 a 6 mm, pero habitualmente de 1 a 3 mm; presencia de vibrisas; presencia de una a siete setas frontales; ala con discontinuidad costal en el ápice de la vena subcostal (Sc); ala con la celda cubital pequeña. además Spencer (1969), indica que en el adulto de mosca minadora hay grupos principales de caracteres taxonómicos que son de particular importancia: la queetotaxia de la cabeza y del mesonoto son de gran importancia; el color de las orbitas, antenas, palpos, mesonoto, escutelo, patas y en algunos casos el abdomen; el tamaño y forma, muchas veces se puede separar por la longitud del ala y la forma del tercer segmento antenal que a menudo es significativo y por último la genitalia del macho proporciona caracteres taxonómicos de mayor valor. Por otra parte Carles (2002), indica que la familia Agromyzidae se subdivide en dos subfamilias: Agromyzinae y Phytomyzinae, que la diferencia morfológica se encuentra en la vena subcosta (la subcosta converge en la R1 en Agromyzidae y en la vena costa en Phytomyzinae).

En el trabajo realizado por Spencer (1984) se proporciona claves para géneros y especies de Agromyzidae conocidos en Colombia, y reporta 15 nuevas especies, asimismo dentro esta clave se encuentra especies registrados para el Perú, también Korytkowski (2014), cita doce géneros de la familia Agromyzidae para el Perú. Reconociendo 77 especies para el Perú, además ambos autores mencionan especies de géneros que realizan sus minas en forma de lagunas, pero Korytkowski (2014), menciona a *Melanagromyza*, *Haplopeodes* y *Liriomyza* como especies parásitos de la familia Chenopodiaceae. En relación Steyskal (1980), menciona que la familia Chenopodiaceae es uno de los principales hospederos del género *Haplopeodes*.

algunos géneros de Agromyzidae según Román (1988), causan serios problemas en el cultivo de papa en Argentina, Chile, Perú, Colombia y Brasil, además de algunos países de África, y para el Perú en el estudio realizado por Saravia *et al.*, (2014), menciona que la mosca minadora es una plaga secundaria de la quinua que se presenta en los meses de diciembre a enero en el altiplano boliviano y el sur del Perú especialmente en zonas secas, además ataca a cultivos de papa, haba, arveja, cebolla, ajo, hortalizas y flores, de donde puede pasar a la quinua y causar efectos en su rendimiento. También Sánchez y Verguara



(2003), menciona que como consecuencia de su ataque en estados iniciales de la planta puede ocasionar defoliación parcial de la planta.

En el trabajo realizado por Sánchez (1994), menciona que el grado de daño causado por los agromícidos depende de dos tipos: el que efectúa la hembra con su ovipositor para alimentarse y realizar la puesta, y el más importante, la galería que produce la larva durante su alimentación, y la forma de esta galería varía según la especie, planta hospedante y número de larvas por hoja. En relación Barranco (2003), menciona que la variación del daño depende en primer lugar de la población, del modo de alimentación de la larva, de la parte de la planta a la que ataca y su estado de crecimiento. También que en condiciones normales, la mayoría de especies están controladas por sus propios parasitoides. Por lo tanto Elosegui (1995); Sánchez (1991), señalan que es difícil correlacionar los niveles de daño con el rendimiento.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Cultivo de quinua**

La Quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) es un cultivo andino domesticado desde hace miles de años por las antiguas culturas de la región andina de Sud América y por muchos siglos fue alimento de auto subsistencia humana y animal. Además el cambio de los hábitos alimenticios y la preferencia por alimentos nutritivos y orgánicos a nivel global promovieron el reconocimiento y la revaloración de la quinua, dando lugar al incremento de su producción. Asimismo su valor nutritivo radica en el balance ideal de los aminoácidos de su proteína que lo convierten en un componente ideal en las dietas. Adicionalmente contiene una cantidad adecuada de carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales que incrementan su valor nutracéutico (Pando y Castellanos, 2016).

#### **2.2.1.1. Distribución geográfica**

Según Rojas (1998) la distribución geográfica de la quinua en la región se extiende desde los 5° Latitud Norte al sur de Colombia, hasta los 43° Latitud Sur en la Décima Región de Chile, y su distribución altitudinal varía desde el nivel del mar en Chile hasta los 4000 m.s.n.m. en el altiplano que comparten Perú y Bolivia, existiendo así, quinuas de costa, valles, valles interandinos, puna y altiplano.

Distribución de la quinua, de acuerdo a los países de la región y sus zonas tradicionales de producción (Rojas *et al.*, 2010):

- En **Colombia** en el departamento de Nariño, en las localidades de Ipiales, Puesres, Contadero, Córdova, San Juan, Mocondino y Pasto.
- En **Ecuador** en las áreas de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Loja, Latacunga, Ambato y Cuenca.
- En **Perú** se destacan las zonas de Cajamarca, Callejón de Huayllas, Valle del Mantaro, Andahuayllas, Cusco y Puno (altiplano).
- En **Bolivia** en el altiplano de La Paz, Oruro y Potosí y en los valles interandinos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí y Tarija.
- En **Chile** en el altiplano Chileno (Isluga e Iquique) y Concepción. También existen reportes de quinuas cultivadas en la Novena y Décima región (Barriga *et al.*, 1994).
- En **Argentina** se cultiva en forma aislada en Jujuy y Salta. El cultivo se amplió también hacia los Valles Calchaquíes de Tucumán (Gallardo y González, 1992).

#### 2.2.1.2. Clasificación Taxonomía

Tabla 1. Posición taxonómica de la quinua (Apaza *et al.*, 2013).

Posición taxonómica de la quinua	
Reino	Vegetal
División	Fanerógamas
Clase	Dicotiledóneas
Sub clase	Angiospermas
Orden	Centropermales
Familia	Chenopodiaceae
Género	<i>Chenopodium</i>
Sección	Chenopodia
Subsección	Cellulata
Especie	<i>Chenopodium quinoa</i> , Willd.



### **2.2.1.3. Fases fenológicas**

La quinua como todo cultivo presenta etapas fenológicas, las cuales serán útiles para conocer los momentos críticos y realizar las labores culturales y la evaluación y control de plagas y enfermedades. Es una herramienta muy útil al MIP (manejo integrado de plagas). Son 12 las etapas fenológicas (Calla, 2012).

Tabla 2. Descripción de etapas fenológicas de la quinua (Calla, 2012).

N°	Etapas fenológica	Característica	tiempo
I	Pre-emergencia	Hay desplazamiento de la radícula y la plúmula	3 días
II	Emergencia	La plántula sale del suelo, se observa las hojas cotiledonales	7-10 días
III	Dos hojas verdaderas	Se observa 2 hojas verdaderas encima de las cotiledonales	15-20 días
IV	Cuatro a seis hojas verdaderas	Se observa 2 a 3 pares de hojas verdaderas, las cotiledonales se vuelven amarillentas	25-45 días
V	Ramificación	Se observa 8 hojas, las cotiledonales se caen.	45-50 días
VI	Inicio de panoja	En el ápice la inflorescencia va saliendo, el tallo se comienza a estirarse y engrosar.	55-60 días
VII	Panojamiento	Se observa la inflorescencia por completo	65-70 días
VIII	Inicio de floración	Se observa la flor hermafrodita abierta con estambres separados	75-80 días
IX	Floración	Se observa hasta un 5% de flores abiertas en el medio día	90-100 días
X	Grano lechoso	Se observa un líquido blanquecino del fruto al ser presionado	100-130 días
XI	Grano pastoso	Al ser presionado el fruto la consistencia es pastosa	130-160 días
XII	Madurez fisiológica	Hay una resistencia al ser presionado por la uña, cambio de color de la planta.	160-180 días

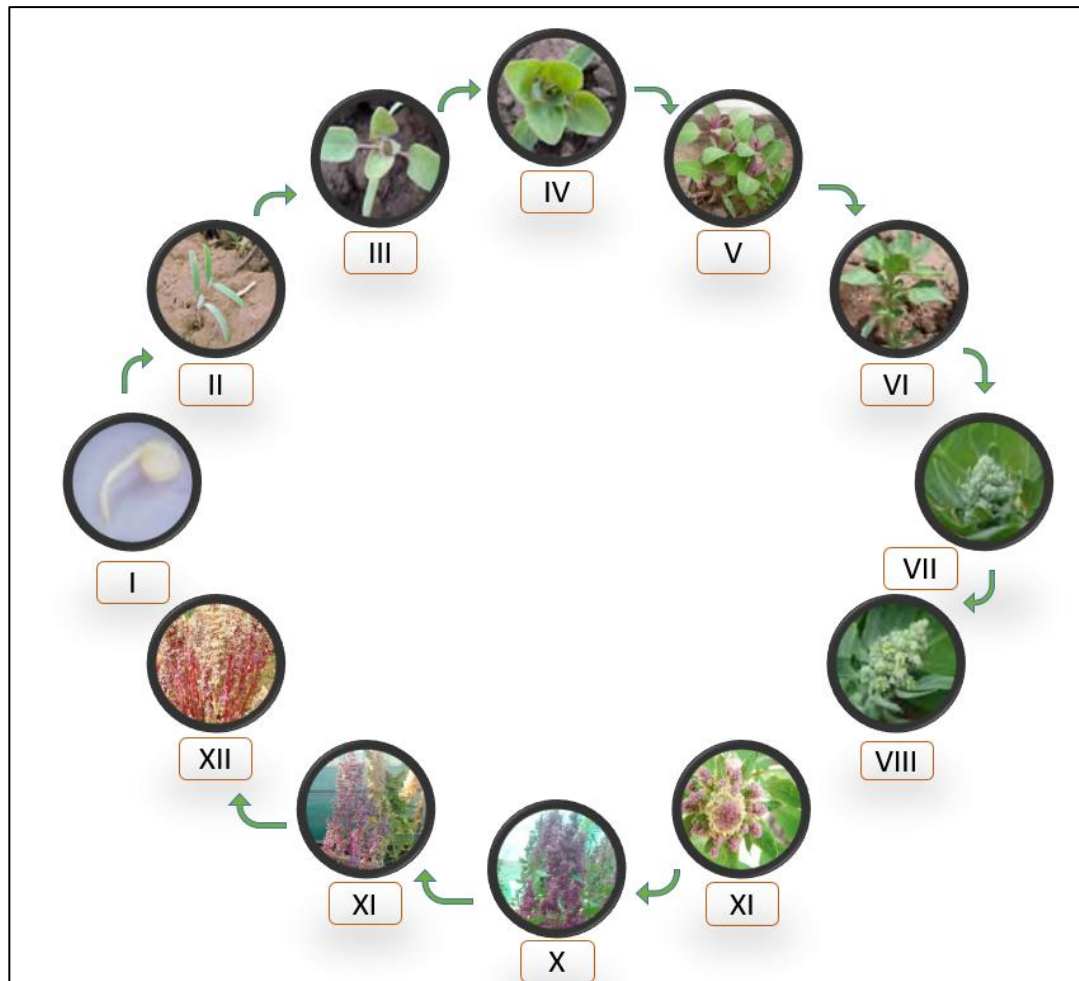


Figura 1. Etapas fenológicas de la quinua (Calla, 2012).

#### 2.2.1.4. Diversidad genética y variedades

La región Andina es considerada como uno de los ocho centros de origen y de diversidad de los cultivos. Es el lugar donde existe la mayor diversidad genética de quinua tanto silvestre como cultivada que todavía se pueden encontrar en condiciones naturales y en campos de cultivo de los agricultores andinos (Lescano 1989; Tapia 1990).

A continuación, se citan los cinco grupos de quinua de acuerdo a Lescano (1989) y Tapia (1990):

- Quinuas de nivel del mar: Se han encontrado en las zonas de Linares y Concepción (Chile) a 36° Latitud Sur.
- Quinuas de valles interandinos: Son las que se adaptan entre los 2500 a 3500 msnm, se caracterizan por su alto desarrollo -hasta 2,5 m o más de altura



- Quinuas de altiplano: Se desarrollan en áreas mayores como cultivos puros o únicos y, entre los 3600 a 3800 msnm, corresponde a la zona del altiplano peruano-boliviano. Las plantas crecen con alturas entre 0,5 a 1,5 m.
- Quinuas de salares: Son las que crecen en las zonas de los salares al sur del altiplano boliviano, la zona más seca con 300 mm de precipitación. Se cultiva como cultivos únicos a distancias de 1 m x 1 m y en hoyos para aprovechar mejor la escasa humedad.
- Quinuas de los yungas: Es un grupo reducido de quinuas que se han adaptado a las condiciones de las Yungas de Bolivia a alturas entre los 1.500 y 2.000 msnm, y Alcanzan alturas de hasta 2,20 m.

Tabla 3. Variedades comerciales de quinua en el Perú (Apaza *et al.*, 2013).

<b>Nombre de la variedad</b>	<b>Zonas de producción</b>
INIA 431 - Altiplano	Altiplano, Costa
INIA 420 - Negra Collana	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
INIA 415 - Pasankalla	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
Illpa INIA	Altiplano
Salcedo INIA	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
Blanca de Juli	Altiplano
Cheweca	Altiplano
Kankolla	Altiplano
Rosada Taraco	Altiplano
Blanca de Junín	Valles Interandinos, Costa
INIA 427 - Amarilla Sacaca	Valles Interandinos
Quillahuaman INIA	Valles Interandinos
Ayacuchana INIA	Valles Interandinos
Amarilla Marangani	Valles Interandinos
Huacariz	Valles Interandinos
Hualhuas	Valles Interandinos
Huancayo	Valles Interandinos
Mantaro	Valles Interandinos
Rosada de Junín	Valles Interandinos
Rosada de Yanamango	Valles Interandinos



Tabla 4. Variedad del altiplano, “Salcedo INIA” datos generales (Apaza *et al.*, 2013).

Lugar y año de liberación	Región Puno, 1995
Obtendor y mantenedor	Instituto Nacional de Innovación Agraria EEA Illpa Puno (INIA)
Adaptación	en la zona circunlacustre y suni del altiplano entre los 3800 y 3950 m.s.n.m.
Principales usos	consumo tradicional y agroindustria
Ciclo vegetativo	150 días en el altiplano, 135 días para valles interandinos y 120 días para la costa
Rendimiento de grano	2.50 t/ha en la zona altoandina y 6.50 t/ha en costa y valles interandinos
Altura	1.48 a 170 m

#### 2.2.1.5. Insectos plaga de la quinua

El cultivo de quinua es infestado por un grupo muy numeroso de insectos fitófagos. Se presenta una lista de 6 órdenes y 26 familias fitófagos que infestan a la quinua, son especies que se comportan como plagas comunes en Bolivia, Chile, Ecuador y Perú, tales como: gusanos de tierra, masticadores de follaje, minadores de hojas, raspadores de brotes, picadores chupadores y a los masticadores de granos de la panoja (Cruces, 2016).

Tabla 5. Insectos fitófagos asociados al cultivo de quinua (Cruces, 2016).

Orden	Familia
Orthoptera	Romaleidae, Acrididae, Gryllidae
Hemíptera	Cicadellidae, Aphidae, Triozidae, Miridae, Pentatomidae, Lygaeidae, Coreidae, Rophalidae
Thysanoptera	Thripidae, Phlaeothripidae
Díptera	Agromyzidae, Cecydomiidae
Coleóptera	Curculionidae, Chrysomelidae, Meloidea, Elateridae, Tenebrionidae
Lepidóptera	Gelechiidae, Geometridae, Noctuidae, Crambidae, Pylaridae, Erebidae



## **2.2.2. Familia Agromyzidae**

### **2.2.2.1. Origen**

Tiene su origen en el hemisferio norte y se citan por primera vez por Beckmann en 1681 en Alemania. En aquella época se pensaba que las galerías “minas” se debían a pequeñas serpientes, no obstante este autor demostró que eran producidas por insectos. En 1737, Reamur cita un díptero agromícido como minador de hojas y posteriormente Curtis en 1844-46 señala por primera vez daños en plantas ornamentales. Asimismo durante la segunda mitad del siglo XIX y comienzos del siglo XX las citas sobre agromícidos han ido aumentando (Spencer, 1973).

### **2.2.2.2. Distribución**

La familia Agromyzidae se encuentra ampliamente distribuido por el mundo: Asia, América, África, Europa, Oceanía (Spencer, 1973).

### **2.2.2.3. Clasificación**

La familia Agromyzidae se subdivide en dos subfamilias: Agromyzinae que posee siete géneros y Phytomyzinae con dieciocho géneros, con un total de 25 géneros de los cuales 16 tienen interés agronómico por contener especies plaga (Carles, 2002; Palacios *et al.*, 2008).

### **2.2.2.4. Biología**

Las especies de esta familia son minadoras de hojas, la forma de las minas o túneles son característicos de cada especie. Otras se desarrollan en tallos, raíces, semillas y flores. Durante la puesta de huevos, las hembras introducen su órgano ovipositor, perforando el tejido vegetal: algunas se alimentan de la savia que exudan estas perforaciones antes de ovipositar; luego de la eclosión las larvas viven en el interior del tejido de las hojas y se alimentan de las capas internas de estas, dejando las externas como protección; la mayoría pupan en el suelo, unas pocas pupan en el sitio de alimentación. En general los agromícidos se alimentan de plantas de un mismo huésped o a lo sumo en una misma familia, sin embargo algunas especies se alimentan de plantas en diferentes familias no relacionadas, además normalmente los agromícidos son naturalmente controlados por parasitoides (avispa). (Paredes, 2015; Zumbado y Azofeifa, 2018).



### 2.2.2.5. Dinámica poblacional

La mayoría de las especies de la familia Agromyzidae en condiciones normales están bien controladas por sus propios parasitoides, de modo que aparecen en los cultivos pero a niveles bajos que no revisten interés económico. Sin embargo esta situación se interrumpe periódicamente por causas naturales, como la desincronización entre la aparición de la plaga y sus parasitoides, o bien que éstos se vean diezmados por causas climáticas, lo que produce un incremento de la población del huésped. Además, en la actualidad en determinadas zonas, se presenta una situación mucho más grave debido a la presión de insecticidas a la que están sometidos algunos cultivos, que ha interrumpido el control natural de los parasitoides sobre los minadores, de modo que algunas especies de minadores que no se consideraban plaga antes de la aparición de los insecticidas, ahora sí lo son, como es el caso de *Liriomyza sativae* Blanchard después del uso del DDT. Otro factor que pudo ayudar para que ciertas especies de minadores se conviertan en plaga es el incremento de los monocultivos. Muchos parasitoides tienen preferencias por plantas específicas. Por lo tanto, si el único cultivo presente es poco atractivo para los parasitoides; en ese ambiente, los minadores pueden escapar al parasitismo. (INIAP, 1996; Spencer, 1973).

### 2.2.2.6. Descripción

Las características principales a continuación proporcionan un valor relevante en la familia Agromyzidae, según Spencer (1969):

#### a. Cabeza

Hay normalmente entre tres y seis cerdas orbitales divididas en dos grupos, las cerdas orbitales superiores generalmente están inclinadas hacia arriba o ligeramente hacia afuera; las cerdas orbitales inferiores pueden estar inclinadas parcialmente hacia arriba pero con frecuencia hacia adentro. La dirección de inclinación y el número de filas presentes son caracteres valiosos (Spencer, 1969).

El ojo en Agromyzidae es generalmente desnudo, pero puede ser significativamente piloso como en *cerodontha*. La gena facial normalmente no es pronunciada, pero puede desarrollarse notablemente y tener significado genérico como en *Ophiomya*, donde la gena elevada divide por completo la base de las antenas (Spencer, 1969).



La forma y pilosidad del tercer segmento antenal es de considerable importancia. Mientras que la forma normal es redonda o ligeramente más larga que ancha con una ligera pero no pronunciada pilosidad, en ciertos casos el tercer segmento es alargado (Spencer, 1969).

El color de las diversas partes de la cabeza es de suma importancia; el color de la frente y las antenas pueden ser blanco amarillento, naranja amarillento, marrón o completamente negro. En las especies negras, las antenas son invariablemente negras, mientras que en las especies amarillentas el tercer segmento antenal puede ser amarillo, ligeramente oscuro o completamente negro (Spencer, 1969).

### **b. Mesonoto**

La cetotaxia del mesonoto es de importancia, en especies de *Agromyza* que se alimentan con pasto, hay una serie de dorsocentrales que reducen considerablemente su tamaño y con frecuencia las setas pre-sutural. También existe un cierto grado de variación en el número de acrostichals, pero en la mayoría de las especies estos se encuentran claramente en dos filas o en cuatro o tal vez en seis o más. En algunos casos, como *Phytomyza plantaginis* y *P. syngenesiae*, faltan por completo los acrostichals (Spencer, 1969).

La presencia o ausencia de pre-escutelares siempre es importante. En el caso de *Japanagromyza*, esto puede ser de importancia genérica, donde la disposición general de las cerdas en el mesonoto es como en *Melanagromyza*, pero este género nunca tiene el pre-escutelar bien desarrollado que se encuentra en *Japanagromyza* (Spencer, 1969).

El color del mesonoto puede ser un carácter valioso. Puede ser parcialmente amarillo en algunas especies de *Agromyza*, *Liriomyza* y *Phytomyza*, pero generalmente es gris o más raramente parduzco o negro brillante. En algunas especies de *Melanagromyza* puede ser verdoso o azulado (Spencer, 1969).

### **c. Patas**

Estos proporcionan algunos buenos caracteres taxonómicos, principalmente el color de las coxas, fémures o tibias. La presencia de una cerda lateral en las tibias anteriores es importante para distinguir algunas especies de *Melanagromyza* y *Japanagromyza*, y también *Nemoromyza posicata*. La presencia de una, dos o algunas



veces cerdas más fuertes en la mitad de las tibias es algo variable. Pero, sin embargo, puede tener un significado específico (Spencer, 1969).

#### **d. Alas**

La longitud del ala es invariablemente un carácter valioso. Los caracteres venacionales importantes son la presencia o ausencia de la segunda vena cruzada y su posición, ya sea hacia la base del ala o más allá de la terminación de la vena  $r_1$  y también la longitud relativa de las últimas y penúltimas secciones de la vena  $m_{3+4}$ . La extensión de la costa al vértice de la vena  $m_{1+2}$  o su reducción al vértice de  $r_{4+5}$  es significativa, y también en muchas especies la relación costal (Spencer, 1969).

El color de los halteres es normal pero no siempre constante dentro de los diferentes géneros. Por ejemplo. En *Ophiomyia* hay una especie, *O. aberrans* Spencer de Sudáfrica, con halteres completamente blancos. También en el género *Amauromyza*, donde los halteres son normalmente negros, son claramente más pálidos, grisáceos en la *subinfumata* Malloch, mientras que en la *maculosa* Malloch, que posiblemente se encuentre en el sur de Canadá, están abigarrados, principalmente blancos, pero con una mancha negra distinta arriba (Spencer, 1969).

#### **c. Abdomen**

El color del abdomen es constante en muchas especies, por ejemplo completamente negro en la mayoría de *Agromyza* o verdoso como en *Melanagromyza virens* o en gran parte amarillo en la mayoría de *Liriomyza*. En ciertas especies, particularmente en el género *Phytomyza*, los márgenes posteriores de los tergitos pueden ser parcialmente amarillos, pero el grado en que está presente este color pálido puede variar considerablemente y este carácter debe usarse con precaución. En casos extremos como *Phytomyza anemonivora*, el abdomen es completamente amarillo brillante en ambos sexos (Spencer, 1969).

#### **d. Genitalia**

La genitalia de los machos en Agromyzidae ha asumido una importancia extrema, tanto para la identificación de especies individuales como para la aclaración de las relaciones genéricas. Representan un gran complejo de caracteres taxonómicos que muestran una constancia notable y no conozco ningún caso en el que se produzca una superposición evidente entre especies relacionadas (Spencer, 1969).

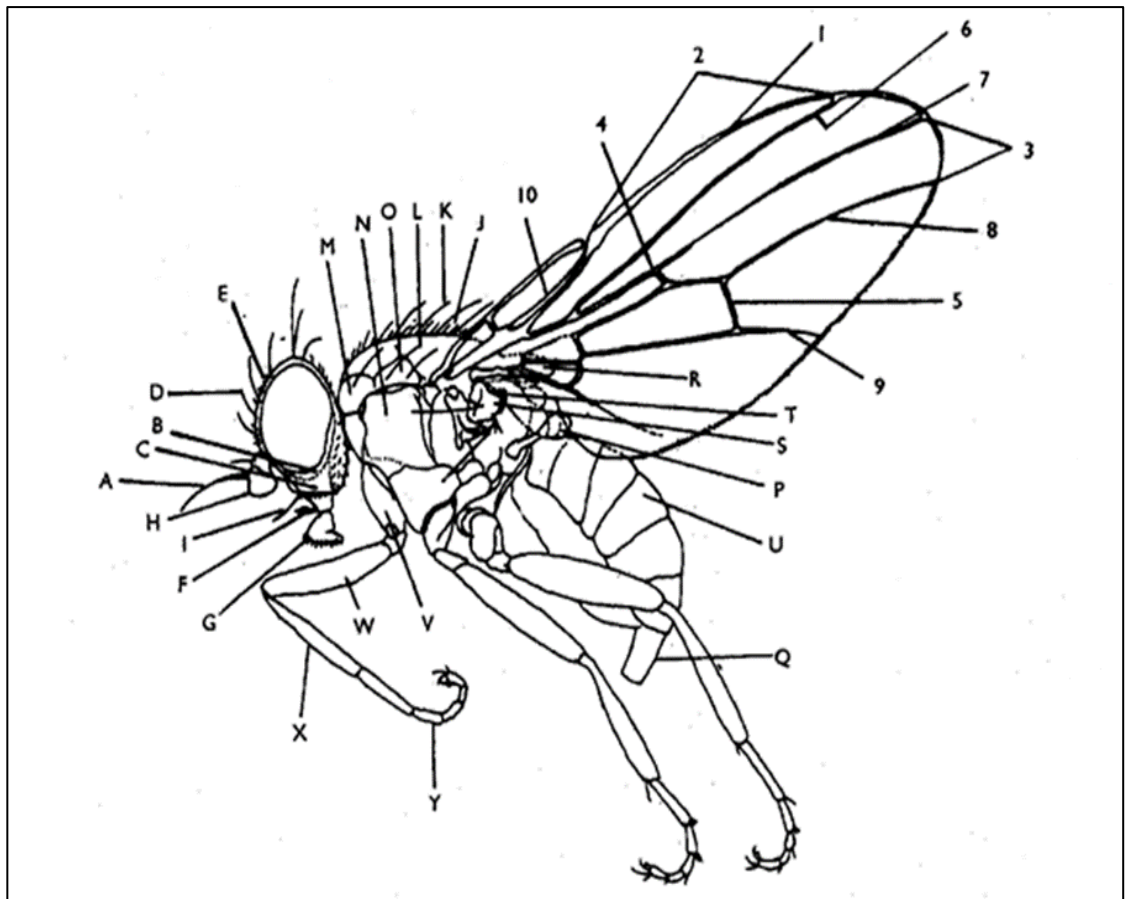


Figura 2. Vista lateral de típico Agromícido (Spencer, 1973).

A, arista. B, cheek. C, jowl. D, orbital bristles. E, orbital setulae. F, palp. G, proboscis. H, third antennal segment. I, vibrissa. J, acrostichals. K, dorso-central bristles. L, mesonotum. M, humerus. N, mesopleural area. O, notopleural area. P, haltere. Q, ovipositor sheath. R, scutellum. S, squama. T, squamal fringe. U, tergites. V, coxa. W, femur. X, tibia. Y, tarsi. Z, katapisternum. 1, costa. 2, second costal section. 3, fourth costal section. 4, first crossvein. 5, second cross-vein. 6,  $R_{2+3}$ . 7,  $R_{4+5}$ . 8,  $M_{1+2}$ . 9,  $M_{3+4}$ . 10,  $R_1$ . Fuente: Spencer (1973).

#### 2.2.2.7. Plantas hospederas

La mayoría de las especies de agromícidos infestan específicamente a un hospedante determinado, sin embargo unas pocas especies muy polífagas se han convertido en plagas agrícolas y hortícolas en muchos lugares del mundo. Entre las plantas huésped están las familias: Fabaceae, Poaceae, Asteráceae, Chenopodiaceae, Verbenaceae, Amaranthaceae, Solanaceae, Lamiaceae, Convolvulaceae, etc. (Korytkowski 2014).



#### **2.2.2.8. Daños**

El grado de daño causado por los agromícidos en las plantas depende en primer lugar del tamaño de la población, del modo de alimentación de la larva, de la parte de la planta a la que ataque y su estado de crecimiento. Las lavas minadoras pueden reducir la capacidad fotosintética de las hojas, causar abscisión foliar prematura y permitir el ingreso de fitopatógenos a las plantas, además las hembras adultas de las especies que pertenecen a esta familia causan la degradación de la clorofila al insertar su ovipositor en el tejido de la hoja durante la puesta de huevos. Esto da como resultado puntos blanquecinos del tamaño de una cabeza de alfiler en la superficie de la hoja. Con una vida útil de 7-10 días, una hembra adulta puede causar hasta 120-140 puntos blancos. Este tipo de daño también detiene la función de fotosíntesis y reduce significativamente los valores de comercialización de los cultivos, especialmente en plantas ornamentales. Por lo tanto, se producen pérdidas de rendimiento y calidad. (Carrero, 2008; Spencer, 1973).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en el departamento de Puno; de acuerdo a los tres objetivos se tuvo un escenario para cada objetivo. El primer objetivo se desarrolló en parcelas de cultivos de quinua de 11 provincias del departamento de Puno, en la campaña agrícola 2017 – 2018 (Tabla 6, Figura 5); el segundo objetivo se realizó en el laboratorio de Protección vegetal de la Est. Exp. Agr. Illpa – Anexo Salcedo del INIA, a partir del mes de Enero de 2018; y por último el tercer objetivo se ejecutó dentro de una parcela experimental de la Est. Exp. Agr. Illpa – Anexo Salcedo del INIA, en la campaña agrícola 2018 – 2019.

#### 3.2. UBICACIÓN DEL ESTUDIO DE CAMPO

Tabla 6. Ubicación de parcelas muestreadas en la campaña agrícola 2017 – 2018.

N°	Cód. de Parcela	Localidad	Distrito	Provincia	Altitud (m.s.n.m.)	Ubicación Geográfica	
						Este	Norte
1	Az-1	Quilinquiline	Azángaro	Azángaro	3870	368319	8357386
2	Az-2	Fray-lima	Azángaro	Azángaro	3892	364729	8363275
3	Ch-1	Huacani	Pomata	Chucuito	3839	465407	8200494
4	Ch-2	Juli	Juli	Chucuito	3831	447512	8206815
5	Co-1	Camicachi	Ilave	El Collao	3826	440132	8228689
6	Co-2	Chilacoyo	Ilave	El Collao	3847	435625	8218024
7	Hu-1	Pampa Luque	Vilque chico	Huancané	4050	424362	8321709
8	Hu-2	Yanaoco	Huancané	Huancané	3823	411209	8315564
9	La-1	Putislane	Cabanilla	Lampa	3884	356318	8276398
10	La-2	Ccoje	Cabanilla	Lampa	3899	355994	8273929
11	Me-1	Antavilque	Ayaviri	Melgar	3982	343777	8355523
12	Me-2	Ayaviri	Ayaviri	Melgar	3912	324871	8356045
13	Mo-1	Chujucuyo	Moho	Moho	3827	446827	8296803
14	Mo-2	Titile	Tilali	Moho	3862	464031	8283317
15	Pu-1	Illpa	Paucarcolla	Puno	3819	384333	8265529
16	Pu-2	Yana Ccaca	Paucarcolla	Puno	3826	380966	8260577
17	Sa-1	Quilcapunco	Quilcapunco	San Antonio de Putina	3920	421067	8353795
18	Sa-2	Caya caya	Putina	San Antonio de Putina	3856	408922	8343259
19	Sr-1	Juquiane	Cabanillas	San Román	3927	353890	8264735
20	Sr-2	Chullune	Caracoto	San Román	3896	360372	8269497
21	Yu-1	Challa pampa	Copani	Yunguyo	3899	494084	8188352
22	Yu-2	Machajmarca	Yunguyo	Yunguyo	3913	491904	8195675



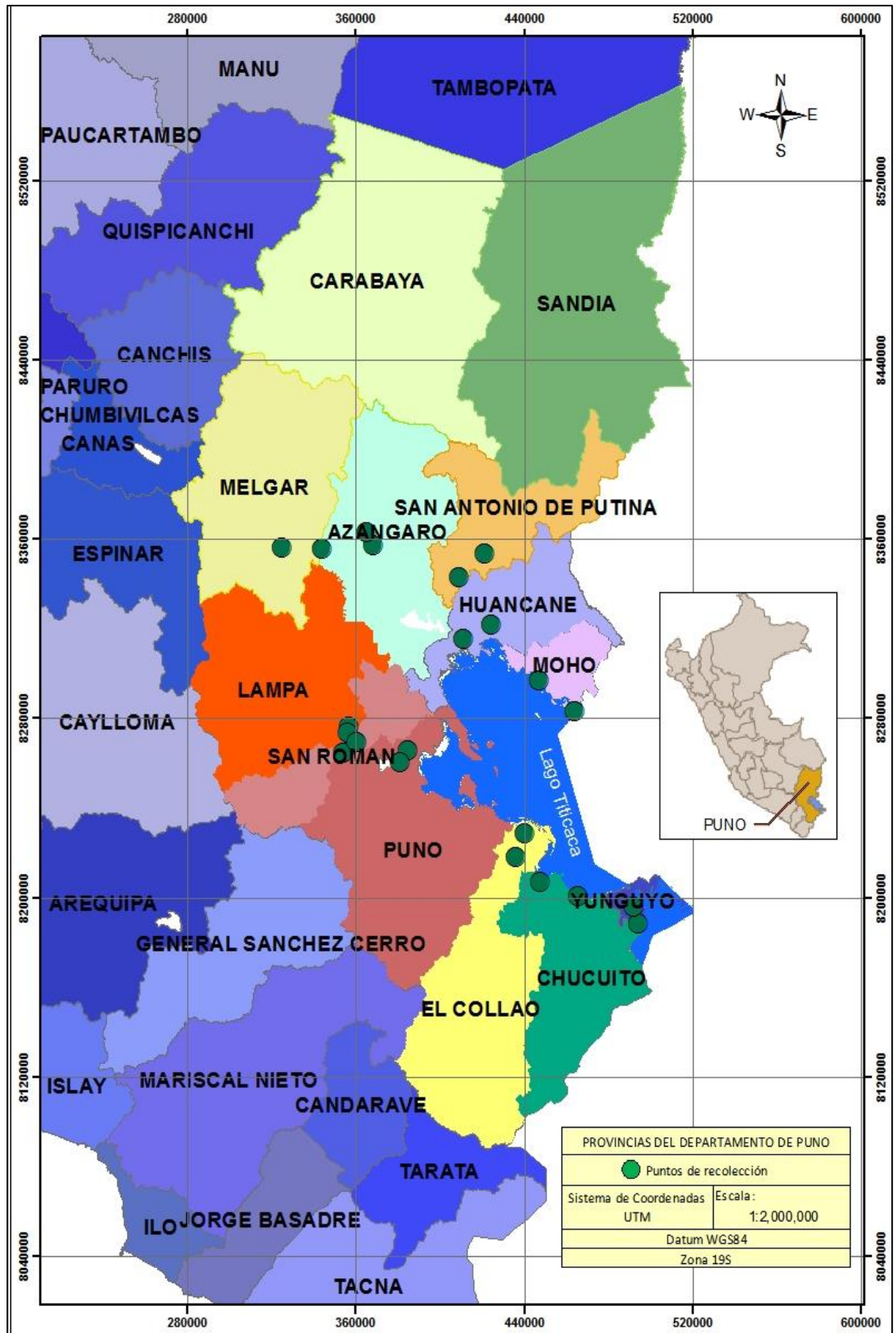


Figura 3. Mapa de Puntos de recolección de muestras en las 11 provincias del departamento de Puno.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. TIPO DE ESTUDIO

La presente investigación es descriptiva y analítica.

#### Población y muestra

Compuesto por parcelas de cada una de las 11 provincias del departamento de Puno: Azángaro, Chucuito, El Collao, Huancané, Lampa, Melgar, Moho, Puno, San Antonio de Putina, San Román y Yunguyo.

Las muestras fueron obtenidas a partir de recorridos en parcelas de cultivo quinua ubicadas en localidades de las 11 provincias de la región Puno.

### 3.4. METODOLOGÍA

#### 3.4.1. Determinación de la presencia de la mosca minadora de la quinua en 11 provincias del departamento de Puno

Se realizó en los meses de Noviembre de 2017 a Enero de 2018, cultivos pertenecientes a la campaña agrícola 2017 – 2018, en las provincias ya mencionadas; para cada provincia se eligió dos parcelas aleatoriamente para la recolección.

##### 3.4.1.1. Trabajo en campo

Las muestras fueron recolectadas en un recorrido en forma de “W” por las parcelas de cultivo de quinua (Figura 4).

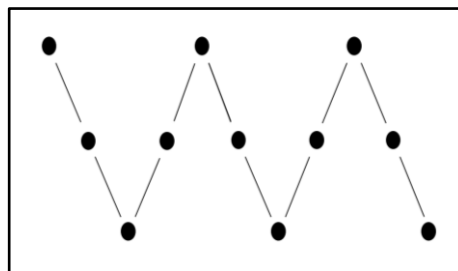


Figura 4. Recorrido en forma de “W”.

En cada punto del recorrido con una pala de jardín, se recolecto al azar en un radio de 1m<sup>2</sup> a 2 ejemplares completos de plantas de quinua (Tallo, hojas, raíz, etc.), obteniendo un total de 22 plantas por parcela; las plantas fueron colocadas en bolsas de papel kraft, debidamente etiquetados con la ubicación geográfica y altitud de la parcela con ayuda de

un GPS (GARMIN MONTERRA); posteriormente fueron trasladados al laboratorio de la Est. Exp. Agr. Illpa – Anexo Salcedo INIA (Figura 5).



Figura 5. Recolección de plantas de quinua

#### **3.4.1.2. Trabajo en laboratorio**

Se trasladó las plantas de quinua de las bolsas de papel kraft a bandejas de plástico de 0.35 x 0.25 m debidamente separadas por su procedencia, luego se verificó la etapa fenológica en la que se encontraba, después detenidamente se manipuló hoja por hoja con pinzas de punta ancha, aquellas detectadas con daños y evidencias de galerías fueron seleccionadas y observadas en el estereoscopio (UNITRON BEIGE), donde se procedió con pinzas entomológicas de extremo fino a retirar las capas superiores de la hoja hasta llegar al parénquima, seguidamente se realizó la búsqueda, conteo y anotación de larvas por hoja y planta (Figura 6).



Figura 6. Observación de plantas quinua procedentes de parcelas con cultivos de quinua.

Por otra parte en las bolsas de papel kraft se encontró pupas, los cuales se manipulo con un pincel húmedo de punta redonda sobre placas Petri, seguidamente fueron cuantificados, separados por tamaño y reubicados en tapers de plástico de 12 onzas contenido con hojas de quinua y arena, luego se etiqueto de acuerdo al lugar de procedencia.

También se realizó la medida de intensidad de daño foliar (IDF) por minas de la larva en una planta, dividiendo a la hoja en partes porcentuales, para lo cual se utilizó la formula y parámetros (Tabla 7).

Intensidad de daño (Ríos *et al.*, 2006):

$$\% \text{ severidad} = \frac{\% \text{ ADH}}{\% \text{ THE}}$$

% ADH = Sumatoria del % del aérea dañada por hoja

% THE = Total de hojas evaluadas

Tabla 7. Escala de daño foliar (Ríos *et al.*, 2006).

Porcentaje	Grado
0 - 20%	Muy leve
20 - 40%	Leve
40 - 60%	Moderado
60 - 80%	Muy dañado
80 - 100%	Severo

En el laboratorio a condiciones de ( $17.3 \pm 0.7^{\circ}\text{C}$  y  $88 \pm 3.3\%\text{HR}$ ), se procedió a ubicar las bolsas de papel kraft y tapers en incubadoras, con el fin de esperar a que culmine el ciclo biológico de las larvas y pupas. A partir del día 20 se empezó a buscar indicios de pupas vacías y actividad de adultos, tal como lo sugiere King y Saunders (1984) que en un periodo de 20 a 25 días después del primer estadio (huevo) sucede este cambio (Figura 7).



Figura 7. Incubadoras con muestras de quinua recolectadas en 11 provincias del departamento de Puno.

Posteriormente se realizó la recolección de adultos en frascos de vidrio para ser llevados a un refrigerador a  $-5^{\circ}\text{C}$  durante 1 o 2 horas con el fin de realizar el montaje, el cual consistió en preparar alfileres entomológicos insertados en cartulinas puntiagudas de  $8 \times 2.5 \text{ mm}$ , a la altura del primer nivel (especie) de 5 niveles de la gradilla de montaje. Luego se retiró los frascos de vidrio del refrigerador y con un pincel las muestras aun frescas fueron trasladadas a una placa Petri; con ayuda del estereoscopio, pinzas de microcirugía y pincel se extendió sus alas y limpieza de gránulos; seguidamente en la cartulina puntiaguda se impregno una pequeña gota de goma y se ubicó a la muestra sobre ella. Así mismo cada pupa fue montada sobre cartulinas y dispuestas en la misma aguja de la muestra adulta en un ángulo de  $90^{\circ}$  (Figura 8).



Figura 8. Recolección y montaje de adultos.

Por último todas las muestras montadas fueron cuantificadas y ubicadas en una caja entomológica separadas de acuerdo a su procedencia, cultivo y fecha de campaña agrícola.

### **3.4.2. Identificación y clasificación taxonómica de la mosca minadora presente en los cultivos de quinua en el altiplano peruano.**

A partir del mes de Enero de 2018, en comunicación personal con el especialista en Entomología y Coordinador Nacional del Programa Nacional de Estudios en Sistemas Agroecológicos Andinos y Amazónicos (PNESAAA) – INIA. (Ver anexo e). Se procedió de la siguiente manera:

#### **3.4.2.1. Colecta de material biológico**

Se utilizó todas las muestras montadas pertenecientes al primer objetivo.

#### **3.4.2.2. Preparación de la muestra**

Las muestras fueron divididas en dos grupos de igual número, esto fue para cada provincia. El primer grupo comprendido por muestras secas; el segundo grupo comprendido por muestras inmersas en tubos de eppendorf de 2ml con alcohol al 70% para su desinfección y conservación (Figura 9).



Figura 9. Cajas entomológicas con muestras de adultos para la identificación.

#### **3.4.2.3. Separación de orden**

En cada muestra se observó el patrón determinante de dos alas membranosas y alas posteriores reducidos a halterios según el orden díptera; aquellos especímenes que no cumplieron con estas características principales, fueron cuantificadas y separadas para posteriores investigaciones.

#### **3.4.2.4. Identificación de la familia Agromyzidae**

Se procedió a comparar las muestras con la combinación de características que define a la familia Agromyzidae tal como lo sugiere Spencer (1987); Boucher (2010).

En el estereoscopio utilizando agujas de microcirugía se acondicionó a la muestra sobre una lámina milimetrada y se calculó la longitud, luego se observó la cabeza en vista frontal para ver la presencia o ausencia de vibrisas y setas frontales; en las alas se verificó la discontinuidad costal en el ápice de la vena subcostal (Sc).

#### **3.4.2.5. Identificación taxonómica del género en la familia Agromyzidae**

Se procedió a observar en el estereoscopio a todas las muestras identificadas dentro de la familia Agromyzidae; también las muestras inmersas en alcohol al 70% fueron trasladados con precaución a una placa Petri, luego con agujas de microcirugía y alfileres entomológicos, en alguna de estas muestras se realizó la división del cuerpo en regiones principales (cabeza, tórax, abdomen y alas), para lograr observar en una mejor posición ciertas estructuras cubiertas por otras. Posteriormente se observó todas las muestras en

vistas principales (frontal, lateral, superior, etc.), se comparó con ilustraciones de la nomenclatura morfológica de familia Agromyzidae utilizada por Korytkowski (2014) y Spencer (1973), luego se logró diferenciar y determinar las características morfológicas necesarias para la identificación, según las claves dicotómicas.

Para el procedimiento de identificación se utilizó las claves dicotómicas de géneros de Agromyzidae de Spencer (1984) y la clave adaptada para el Perú por Korytkowski (2014). Por lo cual se examinó el desarrollo, longitud, presencia y ausencia de las venas del ala; la quetotaxia de la cabeza y tórax; coloración y forma de las estructuras como los halterios, antenas, escutelo, etc.

#### **3.4.2.6. Descripción de la anatomía genital de los machos**

##### **a. Material biológico**

Se utilizó 1 a 2 ejemplares machos de cada provincia

##### **b. Preparación**

Con pinzas de microcirugía y observando en el estereoscopio, se retiró el abdomen desde la parte basal, luego para ablandar su estructura se introdujo el abdomen en tubos de eppendorf de 2 ml con solución fría de KOH (hidróxido de potasio) al 10% hasta el día siguiente. Después del tiempo transcurrido se trasladó el abdomen a tubos de eppendorf de 2 ml con agua destilada y puestos en una estufa (Binder) a 80°C para neutralizar el KOH durante diez minutos, por ultimo fueron ubicados en una preparación de alcohol al 70% (Palacio *et al.*, 2008) (Figura 10 y 11).

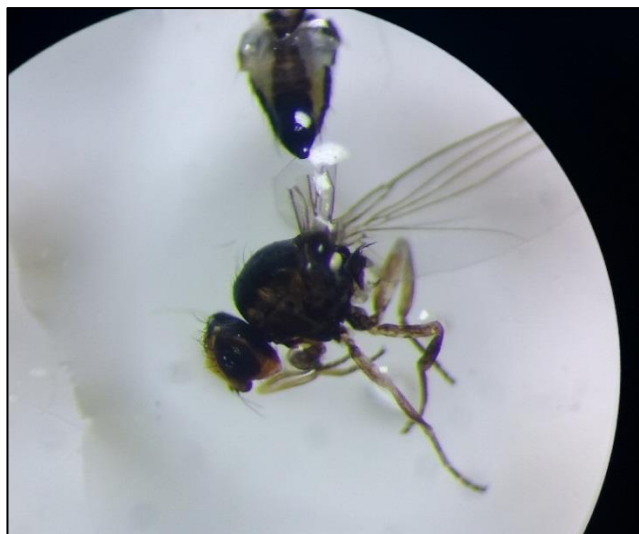


Figura 10. Separación del abdomen para extraer la genitalia.





Figura 11. Tubos de eppendorf con partes abdominales de mosca minadora

### c. Extracción de la genitalia

Se utilizó una placa Petri como superficie, una pinza de microcirugía y alfiler entomológico para retirar el exoesqueleto del abdomen, luego se procedió a ubicar la genitalia dentro de los tejidos internos; al ubicarlo se limpió pacientemente hasta dejar expuesto la genitalia completa, finalmente con ayuda de un pincel de punta corta y fina se trasladó la genitalia a otra superficie limpia donde se mantuvo hidratado hasta realizar la descripción, comparación y posteriormente el montaje.

### d. Descripción

Se realizó contraste con las características más relevantes que complementan al género identificado, según la clave dicotómica de Korytkowski (2014).

Con ayuda del estereoscopio (Unitron series Z10) y alfileres entomológicos se verifico las siguientes características: la estructura del edeago, la presencia o ausencia de apéndices, tamaño y disposición del epiphallus, presencia o ausencia de pregonito en los brazos anteriores del hypandrium, presencia de alguna seta en el pregonito (korytkowski, 2014) (Figura 12).



Figura 12. Descripción de la genitalia en el estereoscopio.

#### e. Montaje

Se utilizó la gradilla de montaje y sobre ella con un alfiler se insertó en el primer nivel una cartulina puntiaguda de 8 x 2.5 mm y en el segundo nivel una etiqueta transparente de superficie lisa de 2 x 5 mm.

En el extremo libre de la cartulina puntiaguda se impregno una pequeña gota de goma y sobre ella se ubicó al resto de la muestra no diseccionada, luego se ubicó la genitalia perteneciente a la muestra y fue puesta encima de la etiqueta transparente, con ayuda del pincel se regulo el excedente de agua en la genitalia, en seguida con un alfiler se adiciono una pequeña cantidad de DMHF (dimetil hidantoína formaldehido), que al disolverse en agua y secar, logra mantener la muestra conservada.

#### 3.4.2.7. Deposito del material

A todas las muestras montadas se le adiciono una etiqueta de 2 x 9 mm, que indica la ubicación, fecha y autor, luego se trasladó a cajas entomológicas pertenecientes al estante de colección entomológica del laboratorio de Protección Vegetal de la Est. Exp. Agr. Illpa – Anexo Salcedo del INIA.

#### 3.4.2.8. Abreviatura y nomenclatura

Se utilizó la información actualizada y adaptada para el Perú (Korytkowski, 2014)

**a. Nomenclatura de la cabeza.** fr = setas frontales, or = setas orbitales, oc = ocelos, vti = seta vertical interna, vte = seta vertical externa, vi = seta vibrisal, Ar = arista antenal,

2ant = segundo segmento antenal, Ppd = postpedicellum, TOC = triangulo ocelar, pv = setas postverticales.

**b. Nomenclatura del ala:** Disc = Discontinuidad costal, C = vena costa, sc = vena subcosta  $r_1$  = primera vena radial,  $r_{2+3}$  = segunda vena radial,  $r_{4+5}$  = tercera vena radial, m = vena medial, cu-a1 = vena cubital anterior, Cup = vena cubital.

**c. Nomenclatura del tórax:** dc = setas dorsocentrales, sct = setas escutelares, Esc = escutelo, hal = halterios.

**d. Nomenclatura de la genitalia:** Epa = epandrium, Hyp = arco hypandrial, EpiPh = Epiphallus, AedAp = apodema del aedeagus.

### 3.4.3. Determinación de la pérdida de rendimiento de grano de quinua asociado a la mosca minadora.

El experimento se realizó durante los meses de Octubre de 2018 a Abril de 2019 dentro de una parcela experimental de 360 m<sup>2</sup> perteneciente a la Est. Exp. Agr. Illpa – Anexo Salcedo del INIA., con coordenadas UTM de 392890 E y 8243830 N, con una altitud de 3855 m.s.n.m (Figura 13).

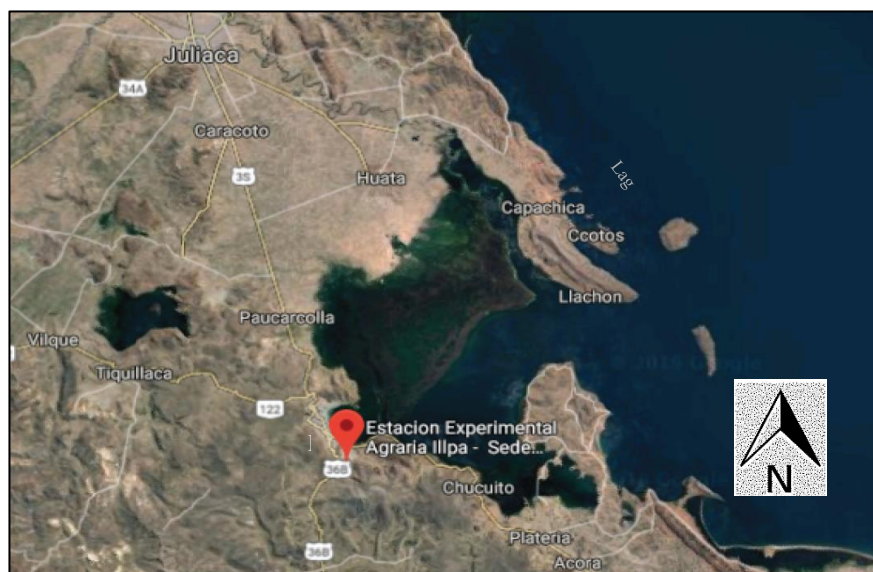


Figura 13. Ubicación de la parcela experimental.

#### 3.4.3.1. Manejo del cultivo

##### a. suelo

El suelo de la parcela tenía un sistema de siembra en surco, con una distancia entre cada surco de 0.4 m y la fertilización fue basado en insumos naturales.



#### **b. división del terreno**

La parcela se dividió en 2 unidades experimentales de 12 x 15 m.

#### **c. siembra**

Se realizó en el mes de octubre y se utilizó semillas de la variedad Salcedo – INIA, a una densidad de 8kg/ha. La semilla fue distribuida uniformemente a chorro continuo por los surcos, luego se arrastró ramas de arbustos por todos los surcos para tapar las semillas y así proteger de la radiación solar y aves.

#### **d. raleo**

Se realizó manualmente dos veces antes de la etapa de floración, con el fin de equilibrar la densidad, además de dejar plantas óptimas que estén en igual de condiciones para la ejecución del experimento. El primer y segundo raleo lo hice durante la etapa de cuatro-seis hojas verdaderas y ramificación respectivamente.

#### **e. deshierbo y aporque**

De acuerdo a la incidencia de plantas malezas, el deshierbo se realizó constantemente, y el aporque fue durante la etapa de ramificación.

#### **f. control de plagas**

- Técnica de exclusión: se instaló en forma de cajón mallas antipajaros con una luz de 12 x 12 mm.
- Control etológico: se instaló trampas de feromonas para insectos perjudiciales.

### **3.4.3.2. Cosecha del cultivo**

Se realizó en el mes de abril, cuando la planta alcanzo su madurez fisiológica, esto se reconoció cuando las hojas del tercio inferior se tornaron amarillos y empezaron a caer, también el grano al ser presionado con las uñas presento resistencia. En cuanto a los tratamientos se realizó la debida separación, se juntó y sujeto cada tratamiento con cintas de rafia etiquetadas en referencia a la repetición y experimento que pertenecen. Dicho esto se describe las siguientes actividades realizadas durante la cosecha:

#### **a. Siega**

Con una hoz se hizo el corte del tallo a una distancia aproximado a 0.15 m del suelo.



#### **b. Emparve**

Se apilo las plantas con las panojas hacia arriba, en forma de arcos y para evitar que agentes externos malogren las panojas, se procedió a cubrir las parvas con plantas de avena y franjas de plástico. El emparve se mantuvo durante 2 semanas hasta realizar la trilla.

#### **c. Trilla**

Se realizó en un suelo nivelado de forma manual utilizando en la base costales; luego se procedió en cada tratamiento el golpeo y frote para separar los granos de quinua de la panoja.

#### **d. Zarandeo**

Con zarandas de 3 x 3 mm y 2 x 2 mm, se separó los granos de residuos indeseables.

#### **e. Secado de granos**

Sobre toldos se expuso los granos a la radiación solar para reducir la humedad.

#### **f. Rendimiento de grano**

Se calculó el peso por unidad de área ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) de cada tratamiento en una balanza electrónica.

### **3.4.3.3. Diseño experimental**

Se ejecutó con relación a los resultados del objetivo N° 1, entonces de acuerdo a la muestra representativa recolectada de cada parcela de las 11 provincias, se confirmó la presencia de mosca minadora en las 2 etapas fenológicas evaluadas: 6 hojas verdaderas y ramificación; por lo tanto se tuvo 2 experimentos. Ahora respecto al daño foliar causado por esta plaga en el rendimiento de quinua, hay muchos factores externos que intervienen en la presencia y su % de IDF y se consideró preferible para el experimento realizar simulaciones de daño foliar por larva.

La simulación consistió en realizar un corte de aproximado de 50% en las hojas, debido a que es la escala de mayor daño por una larva en una hoja según en el objetivo N° 1 (Figura 14).



Figura 14. Hojas dañadas con cortes del 50%.

Y con el propósito de obtener información sobre el efecto en el rendimiento de diferentes números de larvas en plantas de quinoa, la simulación para ambos experimentos de investigación en base a lo mencionado arriba; fue con diferente número de cortes, de este modo se supo en cual etapa fenológica y cuál es el número de hojas dañadas que produce una disminución en el rendimiento, cabe mencionar que el número de cortes equivale al número de larvas.

#### a. Diseño de bloques

Se realizó un DBCA en una unidad experimental de la parcela, y para evitar efectos de borde u otros sesgos, se ubicó a los experimentos en la parte central (Figura 15).

El experimento tuvo las siguientes características:

- Área por experimento de 36 m<sup>2</sup>
- 4 repeticiones
- 4 tratamientos
- 1m<sup>2</sup> por tratamiento
- Distancia entre tratamientos de 0.35 m
- 10 plantas por tratamiento
- 0.15 m de distancia entre plantas

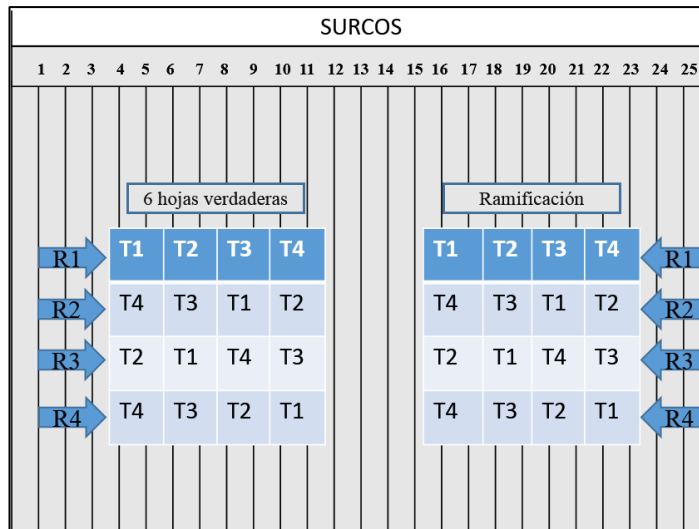


Figura 15. Croquis de unidad experimental

## b. Variables

- Variable independiente: número de hojas dañadas.

T1: testigo (sin daño foliar)

T2: 1 hoja dañada al 50% (1 larva)

T3: 3 hojas dañadas al 50% (3 larvas)

T4: 5 hojas dañadas al 50% (5 larvas)

- Variable dependiente: rendimiento de grano de quinua.

### 3.4.3.4. Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico InfoStat versión estudiantil, y se empleó el análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de significancia de 5% de error, también se empleó la prueba de Duncan para saber si existen diferencias entre los diferentes porcentajes de daño foliar.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Presencia de la mosca minadora de la quinua en 11 provincias del departamento de Puno.

De las recolecciones de 22 parcelas de cultivo de quinua de provincias del altiplano peruano, se diferenció 2 etapas fenológicas, y se encontró presencia de daños de larvas de mosca minadora en ambas etapas.

Las larvas son de color amarillo blanquecino de forma oval alargado con una longitud que varía de 0.9 a 1.2 mm, las pupas son de color marrón de forma oval alargado con longitudes que varían de 1.5 a 2.2 mm, y tienen un par de proyecciones en ambos lados (Figura 16).

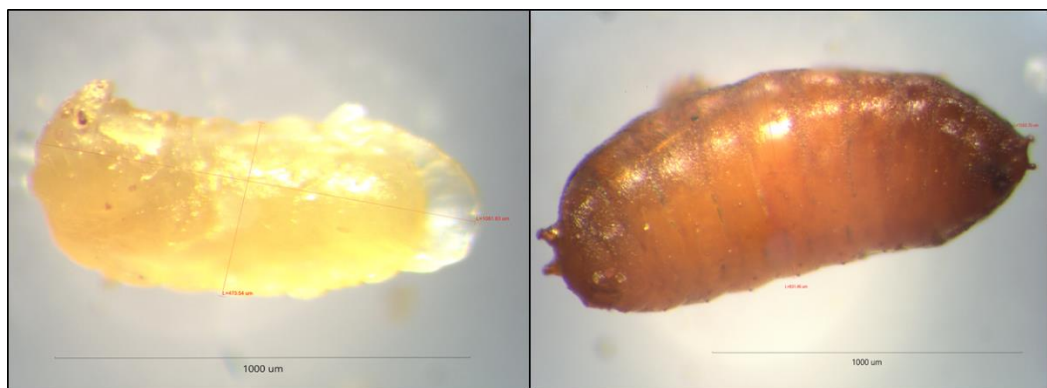


Figura 16. Ejemplares de larva y pupa encontradas en hojas de quinua pertenecientes a cultivos de quinua procedentes de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.

Esta descripción coincide con King y Saunders (1984), que menciona que las larvas miden entre 1 a 2 mm de largo, asimismo Spencer (1973), describe que incluso pueden alcanzar los 3 mm, también menciona que las pupas miden aprox. 2 mm y que tienen proyecciones anteriores y posteriores.

##### 4.1.1. Presencia de Larvas

Se observa que por lo menos hay más de una larva de mosca minadora presente en plantas de quinua de 6 hojas, procedentes de cultivos de quinua de 2 parcelas evaluadas por provincia en el Altiplano Peruano, con un total de 56 larvas en estas 5 provincias.



También la diferencia de presencia del total de número de larvas entre parcelas y provincias no es considerable (Tabla 8).

Tabla 8. Número de larvas por planta de quinua - etapa fenológica de 6 hojas, plantas pertenecientes a cultivos de quinua procedentes de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.

Parcela	Azángaro		Lampa		Melgar		Puno		San Román	
	Az-1	Az-2	La-1	La-2	Me-1	Me-2	Pu-1	Pu-2	Sr-1	Sr-2
1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
2	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
3	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
4	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
5	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
11	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
12	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
13	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
14	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
15	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
17	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
18	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
21	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
22	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Larvas por parcela	5	5	6	6	7	4	5	6	6	6
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>									

Al realizar la búsqueda de individuos en las hojas, se encontró larvas en el haz de la hoja y por debajo de la epidermis de la hoja, tal como lo menciona Cruces (2016) respecto a otro agromícido plaga de la quinua. Sin embargo algunas hojas dañadas con minas no presentaban larvas, posiblemente sea por factores externos como: exceso de

humedad, temperatura, etc. ya que su presencia es favorecida en ambientes cálidos y secos tal como lo indica Saravia *et al.*, (2014).

En cuanto a las provincias restantes, se observa que también hay más de una larva de mosca minadora presente en las plantas de quinua en etapa fenológica de ramificación, con un total de 84 larvas en estas 6 provincias. De igual manera no hay un predominio de presencia de larvas entre parcelas (Tabla 9).

Tabla 9. Número de larvas por planta de quinua - etapa fenológica de Ramificación, plantas pertenecientes a cultivos de quinua procedentes de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.

Parcela	Chucuito		El Collao		Huancané		Moho		San Antonio		Yunguyo	
	Ch-1	Ch-2	Co-1	Co-2	Hu-1	Hu-2	Mo-1	Mo-2	Sa-1	Sa-2	Yu-1	Yu-2
1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
3	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
5	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
7	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
8	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
9	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
10	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
11	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0
12	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
13	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
16	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
17	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
19	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
20	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
22	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0
Larvas por parcela	5	6	7	7	8	9	6	7	7	6	8	8
<b>TOTAL</b>	<b>84</b>											

La presencia de larvas en esta etapa fenológica fue superior; de igual forma se encontró larvas en el haz de las hojas, pero del estrato inferior de la planta, y se pudo

detectar que estas hojas estaban mejor desarrolladas que las hojas del estrato superior. Al respecto Spencer (1973) menciona que la hembra de un agromícido escoge habitualmente hojas así para la oviposición, ya que estas hojas realizan sus procesos eficientemente. También se encontró hojas dañadas sin presencia de larvas, y con referencia a la ausencia de larvas en hojas dañadas; la corta duración del ciclo biológico de la mosca minadora explicado por King y Saunders (1998), sería otro factor para el incidente.

#### 4.1.2. Intensidad de daño

La forma de las minas era en forma de lagunas en el haz de la hoja, y de acuerdo a los parámetros y fórmula según Ríos *et al.*, (2006), al evaluar las hojas de cada planta, en algunas se encontró que la menor y mayor escala de daño de la larva de mosca minadora en una hoja es de muy leve a moderado. Luego se realizó la evaluación del % de intensidad de daño foliar por planta en ambas etapas fenológicas que resultó estar a una escala de daño muy leve (Figura 17).



Figura 17. Ejemplares con minas de mosca minadora en hojas de quinua pertenecientes a cultivos de quinua procedentes de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.

En base al promedio de intensidad de daño foliar por parcela, se muestra que en cultivos de quinua de 6 hojas de 10 parcelas de 5 provincias (Azángaro, Lampa, Melgar,

San Antonio de Putina, San Román) de Puno, la escala de daño foliar **muy leve** es constante (Figura 18).

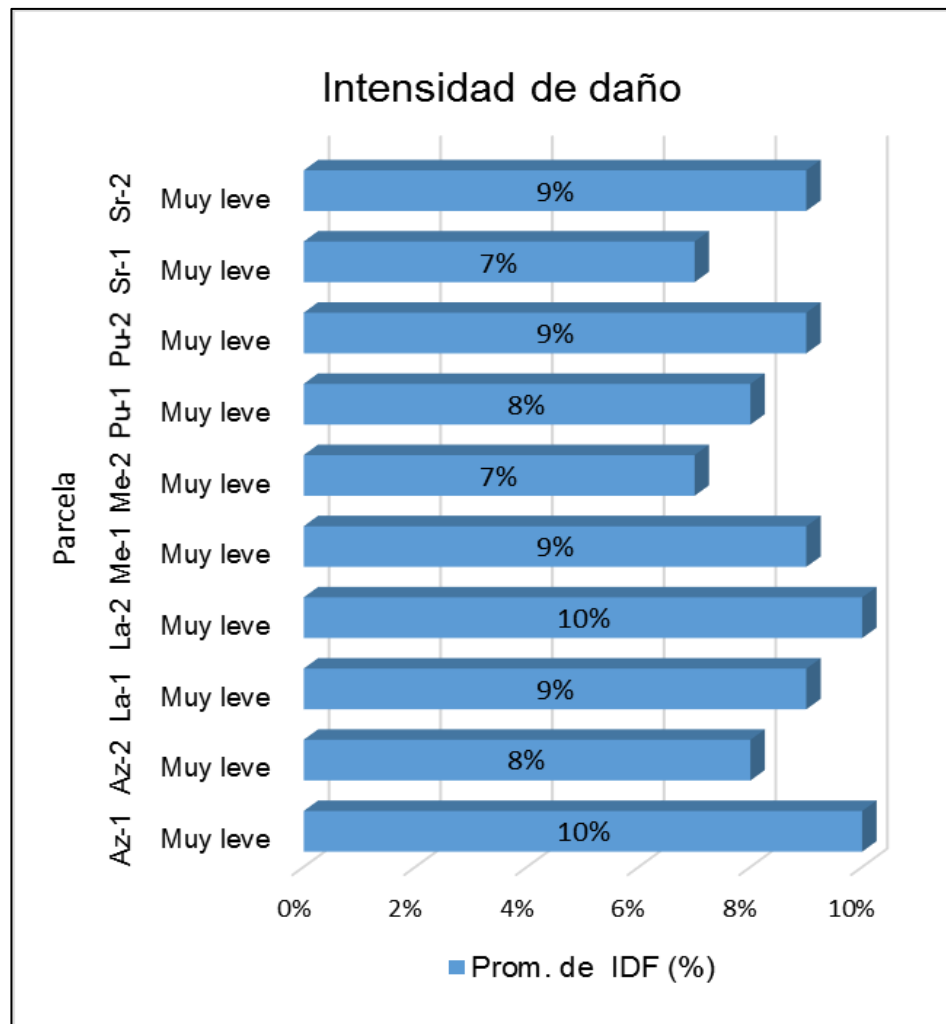


Figura 18. Escala de daño foliar en parcelas de cultivo de quinua en etapa fenológica de 6 hojas procedentes de 5 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.

De igual forma se muestra que en cultivos de quinua en etapa de ramificación de 12 parcelas de 6 provincias (Chucuito, El Collao, Huancané, Moho, Puno, Yunguyo) de Puno, la escala de daño foliar **muy leve** también es constante (Figura 19).

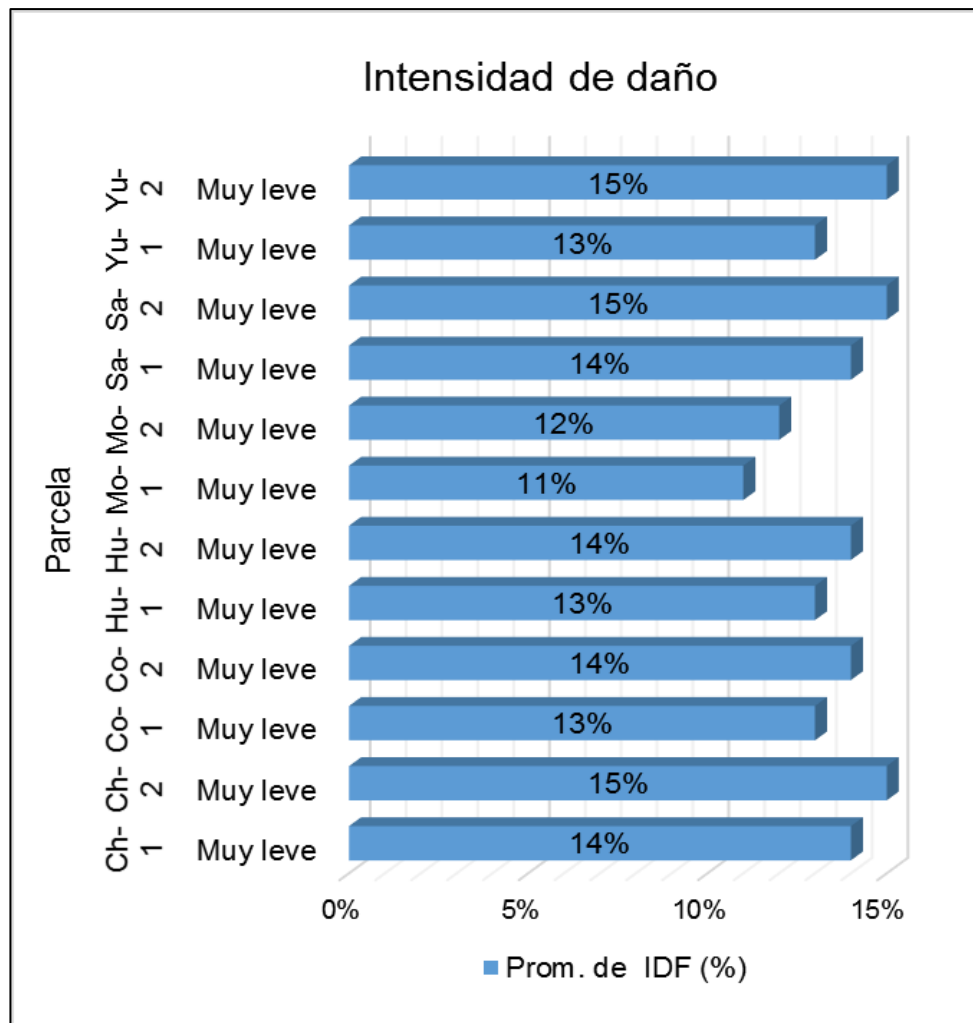


Figura 19. Escala de daño foliar en parcelas de cultivo de quinua en etapa fenológica de ramificación procedentes de 6 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.

En cuanto a la escala del promedio de daño foliar en ambas etapas cabe señalar que la mosca minadora es una plaga secundaria de la quinua (Saravia *et al.*, 2014), por otra parte según Sánchez (1994) el grado de daño también depende de factores como la oviposición, la galería que produce la larva, la planta hospedante, número de larvas por hoja, y que en condiciones normales la mayoría de especies de agromícidos tienen sus propios parasitoides (Barranco, 2003).

#### 4.1.3. Recolección de adultos

En el laboratorio de protección vegetal a partir de 20 días después de la incubación, se recolecto muestras de pupas emergidas y adultos en actividad.



El número de pupas vacías y de adultos viables por parcela, está conformado con un total de 117 pupas y 110 adultos en 11 provincias del departamento de Puno, mencionar que también se recolectó en mínima cantidad muestras no viables: pupas dañadas sin emergencia y adultos muertos sin desarrollo completo; estas muestras parciales fueron excluidos para el montaje (Tabla 10).

Tabla 10. Número de pupas y adultos recolectados de hojas de quinua, pertenecientes a cultivos de quinua procedentes de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.

Parcela	Localidad	Distrito	Provincia	N° de pupas	N° de Adultos
Az-1	Quilinquiline	Azángaro	Azángaro	5	5
Az-2	Fray-lima	Azángaro	Azángaro	4	4
Ch-1	Huacani	Pomata	Chucuito	5	5
Ch-2	Juli	Juli	Chucuito	5	5
Co-1	Camicachi	Ilave	El Collao	6	5
Co-2	Chilacoyo	Ilave	El Collao	5	5
Hu-1	Pampa Luque	Vilque chico	Huancané	7	6
Hu-2	Yanaoco	Huancané	Huancané	6	6
La-1	Putislane	Cabanilla	Lampa	5	4
La-2	Ccoje	Cabanilla	Lampa	6	5
Me-1	Antavilque	Ayaviri	Melgar	6	6
Me-2	Ayaviri	Ayaviri	Melgar	4	4
Mo-1	Chujucuyo	Moho	Moho	4	4
Mo-2	Titile	Tilali	Moho	5	5
Pu-1	Illpa	Paucarcolla	Puno	4	4
Pu-2	Yana Ccaca	Paucarcolla	Puno	3	3
Sa-1	Quilcapunco	Quilcapunco	San Antonio de Putina	5	5
Sa-2	Caya caya	Putina	San Antonio de Putina	6	5
Sr-1	Juquiane	Cabanillas	San Román	6	5
Sr-2	Chullune	Caracoto	San Román	5	5
Yu-1	Challa pampa	Copani	Yunguyo	7	6
Yu-2	Machajmarca	Yunguyo	Yunguyo	8	8
TOTAL				117	110

Con respecto a las causas de muestras no viables, uno es el factor climático propio de la estación y zona geográfica que durante la noche normalmente desciende hasta niveles por debajo de los 7°C, ya que según Carrero (2008) el umbral adecuado para el desarrollo de agromícidos es por encima de 9°C. Otro factor incidente fue que en las pupas dañadas se encontró a individuos distintos a la mayoría de las muestras viables, y en relación a esto se considera que es un parasitoide; ya que la mosca minadora frecuentemente es hospedero de parásitos himenópteros, tal como lo indica el OIRSA (2005).

#### **4.2. Identificación y clasificación taxonómica de la mosca minadora presente en los cultivos de quinua en el altiplano peruano.**

##### **4.2.1. Material examinado**

Muestras viables de adultos con características correspondientes al orden Díptera procedentes de 22 parcelas de cultivo de quinua de 11 provincias del departamento de Puno.

##### **4.2.2. Identificación de la familia Agromyzidae**

De acuerdo a las características morfológicas que separa a la familia Agromyzidae de otras familias, se logró identificar que todos los dípteros examinados pertenecen a esta familia.

Características correspondientes a la familia Agromyzidae. En la foto a) la longitud de la cabeza al abdomen varía entre 1.5 a 1.7 mm y la longitud total varía de 2.1 a 2.3 mm; en la foto b) se observa la presencia de 3 pares de setas frontales, también la presencia de 1 par de setas vibrisales; y por último en la foto c) es evidente la discontinuidad costal que se divide en dos secciones (Figura 20).



Figura 20. Especimen en estudio recolectado de cultivos de quinua procedente de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.  
a) Adulto de mosca minadora, b) Quetotaxia de la cabeza, fr = Setas frontales, Vi = Setas vibrisales, c) Disc = Discontinuidad costal.  
Fuente fotográfica: Elaboración propia.

Esta descripción coincide con lo descrito por Boucher (2010) y Spencer (1987), que mencionan que las moscas minadoras se encuentran en un tamaño de 2 a 3 mm habitualmente. Asimismo la presencia de vibrisas, setas frontales y la discontinuidad costal.

#### 4.2.3. Identificación taxonómica del género en la familia Agromyzidae

Como resultado en base a la clave dicotómica de Korytkowski (2014), se determinó que todos los especímenes examinados de presencia en 11 provincias del departamento de Puno, pertenecen al Género *Haplopeodes* Steyskal, 1980. A continuación se detalla las características diagnosticas utilizadas para su identificación, además de material fotográfico.

La venación alar particular de los especímenes identificados son: La longitud del ala varía de 1,5 a 1,6 mm. La vena subcosta es apenas perceptible y no está totalmente desarrollado a todo lo largo de la vena  $r_1$  (Subfamilia Phytomyzinae), a partir de la discontinuidad costal, la vena costa sobrepasa las venas  $r_{2+3}$  y  $r_{4+5}$  llegando hasta la vena



medial, la vena medial termina más cerca del ápice del ala y se observa la ausencia de la vena dm-cu (Figura 21).

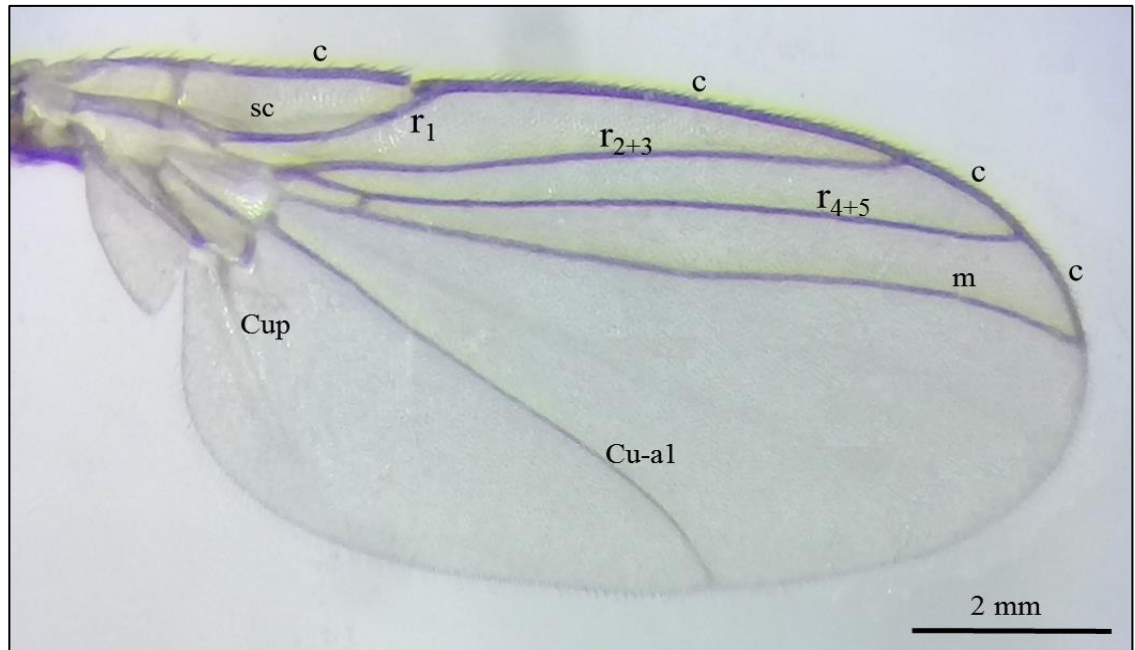


Figura 21. Nomenclatura del ala de *Haplopeodes* Steyskal, 1980 de espécimen en estudio recolectado de cultivos de quinua proveniente de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.

C = vena costa, sc = vena subcosta  $r_1$  = primera vena radial,  $r_{2+3}$  = segunda vena radial,  $r_{4+5}$  = tercera vena radial, m = vena medial, cu-a1 = vena cubital anterior, Cup = vena cubital.

Fuente fotográfica: Elaboración propia

La descripción del ala coincide con las características mencionadas por Boucher (2010), sobre la ausencia de la vena dm-cu en el ala del género *Haplopeodes* Steyskal, también con lo descrito en la clave dicotómica Korytkowski (2014).

La frente de la cabeza es de color amarillo a amarillo ocre, en vista lateral tiene mayor proyección hacia adelante que los ojos y es casi 2 veces el ancho del ojo en vista frontal; genas semi pronunciadas y anguladas ventralmente casi 1/2 del largo del ojo con setas marginales pequeñas y delgadas (Figura 22).

En la quetotaxia cefálica se destaca que está compuesto principalmente por 1 par de setas orbitales reclinados, 3 pares de setas frontales reclinados y equidistantes, 1 par de setas verticales internas inclinados entre sí, 1 par de setas verticales externas inclinados hacia afuera, triangulo ocelar normal (ningún lado más proyectado que otro), setas ocelares proclinadas, setas post verticales erectos o reclinados. Así mismo en la misma figura se muestra la morfología antenal y se observó que el 2<sup>do</sup> segmento antenal tiene

poca micropubescencia con una coloración anaranjado rojizo con dos pelos pronunciados; el postpedicellum (3<sup>er</sup> segmento antenal) con mayor micropubescencia y sin pelos pronunciados, de forma distintamente angulado y redondeado apicalmente, con coloración mayormente marrón, solo cerca a la parte basal de la arista anaranjado rojizo; la arista tiene micropubescencia y es 2 veces la longitud del postpedicellum de coloración marrón (Figura 22).

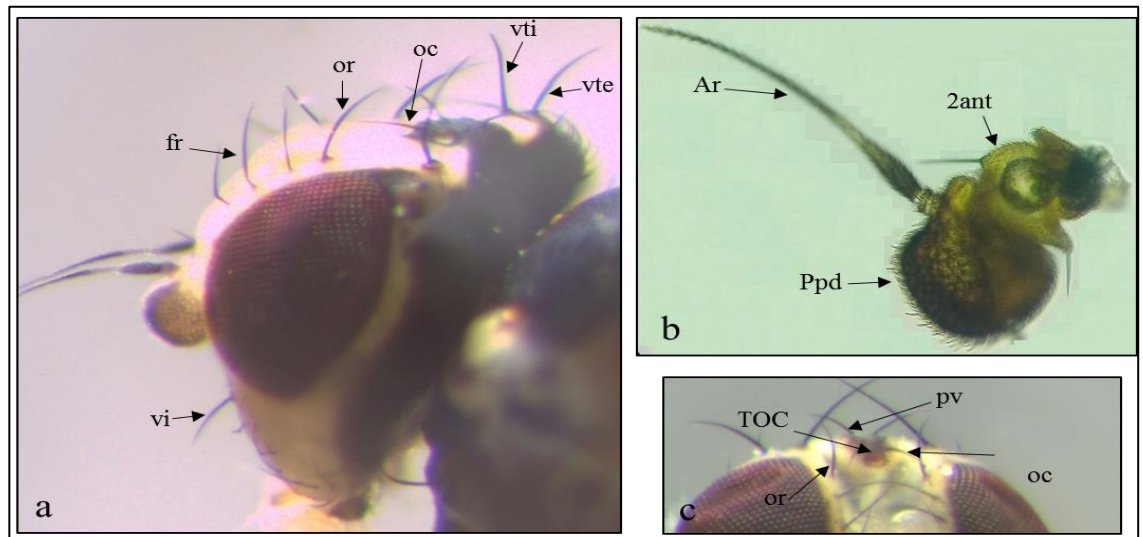


Figura 22. Quetotaxia de la cabeza de *Haplopeodes* Steyskal, 1980 de espécimen en estudio recolectado de cultivos de quinua procedente de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.

a) fr = setas frontales, or = setas orbitales, oc = ocelos, vti = seta vertical interna, vte = seta vertical externa, vi = seta vibrisal; b) Ar = arista antenal, 2ant = segundo segmento antenal, Ppd = postpedicellum; c) TOC = triangulo ocelar, pv = setas postverticales.

Fuente fotográfica: Elaboración propia.

Las ilustraciones de Korytkowski (2014) y Spencer (1984) ayudaron a ubicarme en la caracterización de la antena, la posición, número e inclinación de las setas, tales características según la clave dicotómica de Korytkowski (2014) y descripciones de Boucher (2010), lo incluyen dentro del género *Haplopeodes* Steyskal 1980.

El mesonoto es de color negro en su totalidad, cubierto de poca micropubescencia, el abdomen se divide en 7 segmentos muy pubescentes de color negro, con los márgenes posteriores de los tergitos de color amarillo, también se observa la presencia de 4 pares de setas dorsocentrales que decrecen en tamaño y grosor en dirección hacia la cabeza, partes pleurales de coloración negra y amarilla; la parte central del escutelo en línea longitudinal es de color amarillo y el resto es de color negro, posee 2 pares de setas

escutelares; los halterios son de color blanco en su totalidad; todas las patas tienen una coloración marrón amarillenta y ausencia de órgano estridulante (Figura 23).



Figura 23. Quetotaxia del mesonoto de *Haplopeodes* Steyskal 1980 de espécimen en estudio recolectado de cultivos de quinua procedente de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.

a) dc = setas dorsocentrales, sct = setas escutelares; b) Esc = escutelo, hal = halterios; c) vista ventral.

Fuente fotográfica: Elaboración propia.

En Spencer (1984), en el género *Liriomyza* hay especies con morfología similar, como *L. hordei* y forma de minas lagunares de manera similar, como *L. quadrata*, sin embargo difieren en la ausencia de la vena alar dm-cu, además que el autor sugiere que este género presenta un órgano estridulante que consiste en una cresta quitinizada en el fémur posterior y una línea de escamas en el costado del abdomen, lo cual no se encontró en las muestras observadas. Asimismo Boucher (2010), menciona que este género se parece a los del género *Liriomyza* o *PhytoLiriomyza*, pero la ausencia de la vena dm-cu, la presencia de una sola seta orbital y la ausencia del mecanismo de estridulación confirman a este espécimen dentro del género *Haplopeodes* Steyskal 1980, además

Korytkowki (2014), en su trabajo contribuye con una nueva especie (*Haplopeodes peruviana*) para el género *Haplopeodes*, como primer registro para el Perú, esta especie tiene similitudes con el espécimen descrito en el presente trabajo, sin embargo difiere en algunas características morfológicas: tamaño de las antenas, número de setas frontales, colores de las partes pleurales, color del escutelo; también describe que las minas realizadas por el género *Haplopeodes* son en forma de lagunas que siempre están en el haz de las hojas y que se encuentra relacionada con plantas de la familia Chenopodiaceae,

#### 4.2.4. Descripción de la anatomía genital de los machos

Se observó que el espécimen de *Haplopeodes* Steyskal 1980, tiene el epiphallus grande hasta cubrir una parte del extremo basal del apodema del aedeagus; el arco hypandrial es alargado  $2/3$  que el apodema del aedeagus, en sus partes basales se desarrolla el pregonito provisto de un apéndice en forma de seta; epandrium provisto de pubescencia (Figura 24).

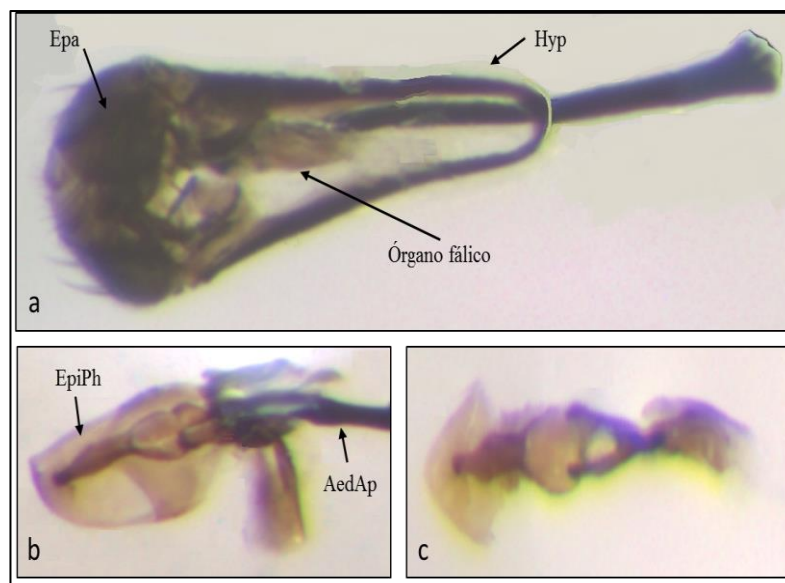


Figura 24. Morfología de la genitalia de *Haplopeodes* Steyskal 1980 de espécimen en estudio recolectado de cultivos de quinua procedente de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.

a) genitalia del macho, Epa = epandrium, Hyp = arco hypandrial; b) vista lateral del órgano fálico, EpiPh = Epiphallus, AedAp = apodema del aedeagus; c) vista ventral del órgano fálico.

Fuente: Elaboración propia

La forma de la genitalia descrita coincide con Korytkowski (2014) y Steyskal (1980) que mencionan que la forma que distingue al género es por su simple edeago, un



epiphallus alargado o en forma de cuchara, un hypandrium redondeado anteriormente con una seta en el lóbulo que lleva el pregonito.

### **Clasificación taxonómica**

El espécimen tiene la siguiente clasificación de acuerdo las características identificadas según la clave dicotómica (Korytkowski, 2014).

#### **Orden: Díptera**

#### **Familia: Agromyzidae**

#### **Sub familia: Phytomyzinae**

#### **Género: *Haplopeodes* Steyskal**

#### **Especie: *Haplopeodes* sp.**

#### **N. Común: Mosca minadora**

### **4.3. Pérdida de rendimiento de grano de quinua asociado a la mosca minadora.**

La caída de las hojas dañadas fue alrededor de los 15 a 20 días después de la ejecución de los experimentos, ocurriendo en algunas plantas la defoliación parcial, sin embargo pudieron recuperarse, aunque su desarrollo fue a una velocidad menor en relación a las plantas de los tratamientos control. Durante las últimas etapas de desarrollo de la quinua, algunas plantas del tratamiento 4 resultaron estar caídas y otras con el tallo doblado (ver anexo c). La temperatura en la parcela experimental en promedio fluctuó de una mínima de -2 a una máxima de 25 °C durante toda la campaña.

#### **4.3.1. Rendimiento de grano de quinua por daños de la mosca minadora en la etapa fenológica de 6 hojas.**

Mediante el software InfoStat versión estudiantil, según la prueba de Shapiro-Wilks,  $p = 0.4020$  y el coeficiente de variación,  $CV = 12.95$ , los datos cumplen con los supuestos de distribución normal y homogeneidad.

El análisis estadístico indica que entre los tratamientos en estudio si existen diferencias significativas, y se entiende que el rendimiento de grano de quinua de la variedad Salcedo – INIA es afectado a un número diferente de hojas dañadas (Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de varianza del rendimiento de quinua según el número de hojas dañadas.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
		109145.2	36381.7	72.1	0.0001*
Modelo.	3	5	5	3	*
Tratamiento	3	5	5	3	*
Error	12	6052.5	504.38		
Total	15	115197.7			

El valor de  $p = 0.0001$  del Anova, sugiere el rechazo de la hipótesis nula, es decir que existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, considerando a la variable dependiente el rendimiento.

Ante la significancia estadística del efecto de los tratamientos sobre el rendimiento, se procedió a realizar la correspondiente prueba de Duncan (Tabla 12).

Tabla 12. Prueba de Duncan

Tratamientos	Medias (gr/m <sup>2</sup> )	n	E.E.	Duncan*
T1	273.25	4	11.23	A
T2	232	4	11.23	B
T3	119.75	4	11.23	C
T4	68.5	4	11.23	D

\* Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

La prueba de contraste de medias de Duncan al nivel de 5% (0.05), indica que los 4 tratamientos son diferentes entre sí. El tratamiento control (273.25) es diferente del tratamiento 2 (232), asimismo es significativamente diferente del tratamiento 3 (119.75) y muy por encima de la media del tratamiento 4 (68.50). La media del tratamiento 2 es significativamente diferente de los tratamientos 3 (119.75) y 4 (68.5). En cuanto a la media del tratamiento 4 (68.5) es altamente significativo respecto a los demás tratamientos (Tabla 12).

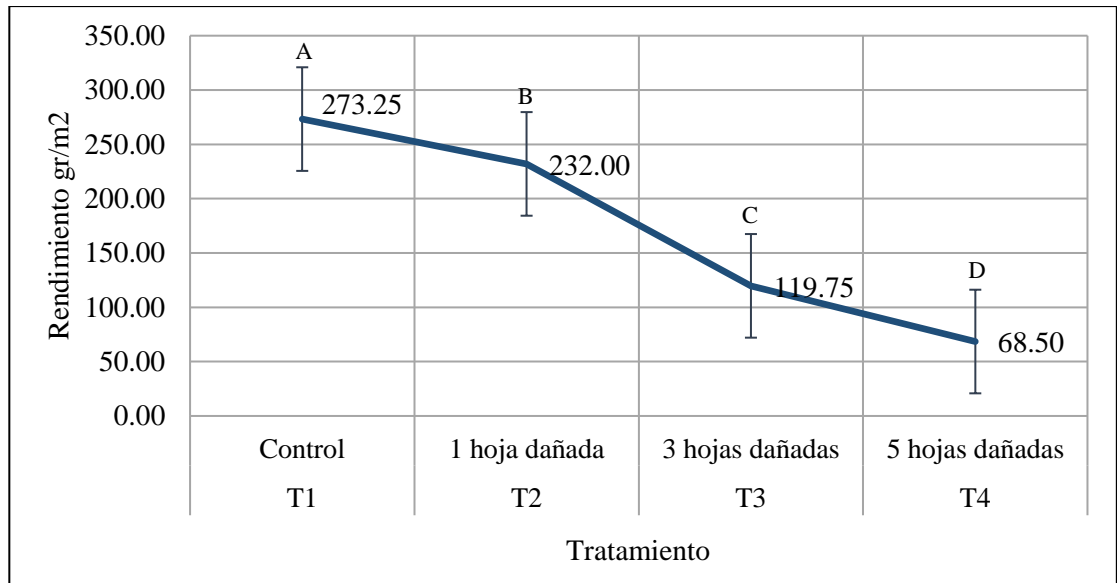


Figura 25. Fluctuación del rendimiento de quinua a causa de un número diferente de hojas dañadas en la etapa fenológica de 6 hojas.

La fluctuación indica que presenta una reducción en el rendimiento al tener una hoja dañada al 50%, por otra parte existe una pérdida significativa en el rendimiento al tener 3 hojas con daños del 50%, asimismo existe una mayor pérdida significativa al tener 5 hojas dañadas al 50% (Figura 25).

#### 4.3.2. Rendimiento de grano de quinua por daños de la mosca minadora en la etapa fenológica de ramificación.

Mediante el software InfoStat versión estudiantil, según la prueba de Shapiro-Wilks,  $p = 0.3404$  y el coeficiente de variación,  $CV = 14.99$ , los datos cumplen con los supuestos de distribución normal y homogeneidad.

El análisis estadístico indica que entre los tratamientos en estudio si existen diferencias significativas, y se entiende que el rendimiento de grano de quinua de la variedad Salcedo - INIA es afectado a un número diferente de hojas dañadas (Tabla 13).

Tabla 13. Análisis de varianza del rendimiento de quinua según el número de hojas dañadas.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo.	3	84373.1	28124.	22.07	0.0001*
Tratamiento	3	84373.1	28124.	22.07	0.0001*
Error	12	15291.2	1274.2		
Total	15	99664.4			

El valor de  $p = 0.0001$  del Anova, sugiere el rechazo de la hipótesis nula, es decir que existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, considerando a la variable dependiente el rendimiento.

Ante la significancia estadística del efecto de los tratamientos sobre el rendimiento, también se procedió a realizar la correspondiente prueba de Duncan (Tabla 14).

Tabla 14. Prueba de Duncan

Tratamientos	Medias (gr/m <sup>2</sup> )	n	E.E.	Duncan*
T1	324.75	4	17.85	A
T2	291.75	4	17.85	A
T3	189.5	4	17.85	B
T4	146.75	4	17.85	B

\* Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

La prueba de contraste de medias de Duncan al nivel de 5% (0.05), indica que la media del tratamiento control (324.75) y el tratamiento 2 (291.75) no son significativamente diferentes, asimismo sucede con los tratamientos 3 (189.5) y 4 (146.75) sin diferencias significativas. Sin embargo el tratamiento control y tratamiento 2 son significativamente diferentes de los tratamientos 3 y 4 (Tabla 14).



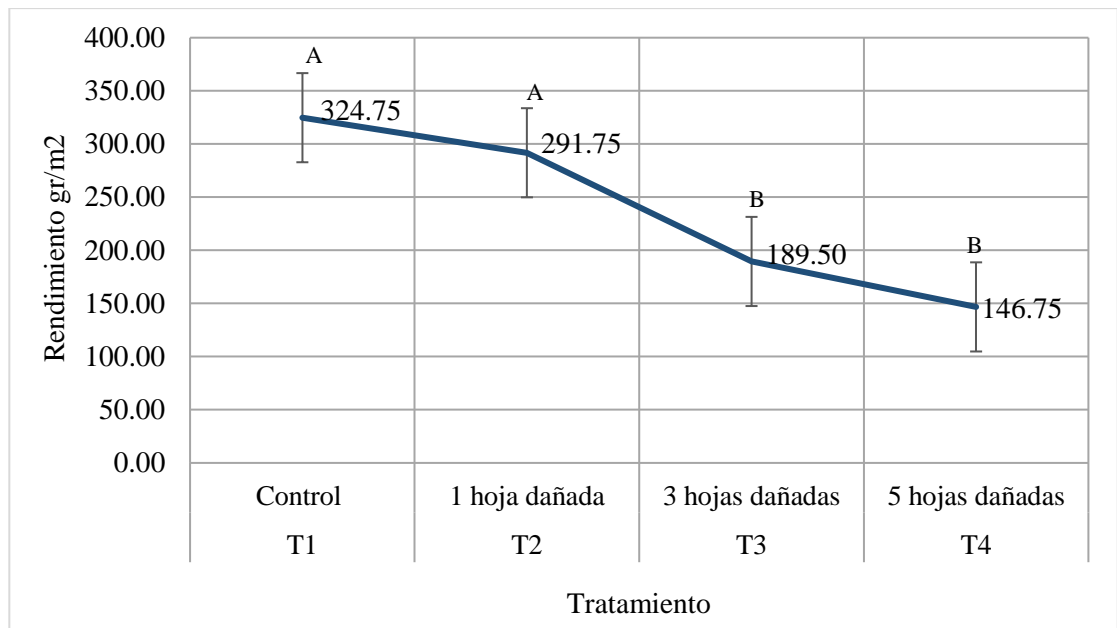


Figura 26. Fluctuación del rendimiento de quinua a causa de un número diferente de hojas dañadas en la etapa fenológica de ramificación.

La fluctuación indica que no presenta una reducción significativa en el rendimiento al tener una hoja dañada al 50%, pero si existe una reducción significativa en el rendimiento al tener 3 y 5 hojas con daños del 50% (Figura 26).

Los resultados de ambos experimentos muestran que el tratamiento 2 que equivale al daño promedio realizado actualmente por larvas de mosca minadora del genero *Haplopeodes Steyskal* en hojas de quinua, no tiene un efecto sustancial en el rendimiento de grano de quinua. Y de acuerdo a la actualidad esto es normal, puesto que al igual que otra mosca minadora *liriomyza huidobrensis* identificado como plaga secundaria en cultivos de quinua de la costa no implica efectos resaltantes en el rendimiento de grano. (Cruces, 2016), de igual manera Saravia *et al.* (2014), manifiesta que infestaciones bajas o medianas no afectan seriamente al cultivo, sin embargo si la densidad de minas es muy alta, tal como sucede en los tratamientos 3 y 4, la mortalidad de hojas reduciría el área fotosintética pudiendo afectar en el rendimiento. Ahora bien como menciona (Sánchez, 1991; Elosegui, 1995), correlacionar el rendimiento por estos daños es complicado ya que intervienen varios factores como el nivel de parasitismo, la susceptibilidad y desarrollo de la planta huésped, además es posible que a un número mayor de hojas dañadas por larvas den comodidad indirectamente a patógenos, así como lo informa la DRA. Ancash (2016) sobre plagas secundarias de la quinua.

### 4.3.3. Rendimiento total

Luego de las evaluaciones por m<sup>2</sup>, se realizó una proyección del rendimiento por hectárea. A continuación, se puede observar los rendimientos proyectados para cada tratamiento, además se realizó la comparación entre las 2 etapas fenológicas (Figura 27).

Como se puede apreciar en general el rendimiento en ambas etapas tiene una tendencia descendente según el efecto de hojas dañadas, además se obtuvo que el rendimiento de todos los tratamientos de la etapa de 6 hojas son menores al de la etapa de ramificación (Figura 27).

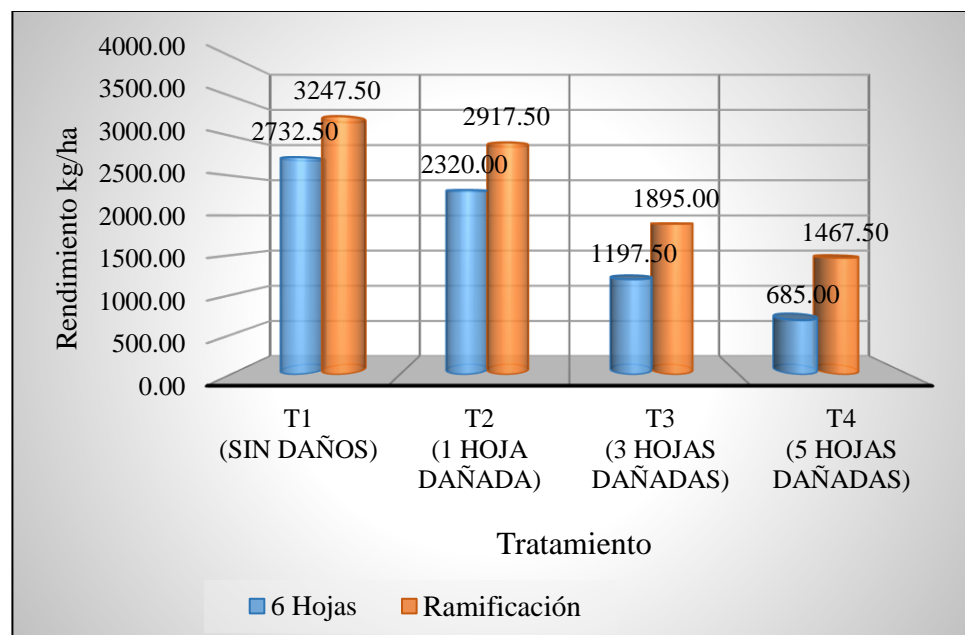


Figura 27. Proyección del rendimiento de quinua de la variedad Salcedo – INIA, a causa de un número diferente de daños foliares en 2 etapas fenológicas.

El rendimiento promedio de la variedad de quinua Salcedo - INIA según Apaza (2013); Pando y Castellanos (2016) mencionan que es alrededor de 2500 kg/ha, lo que significa que los tratamientos 1 y 2 de ambos experimentos se encuentran en condiciones favorables y normales de rendimiento, a diferencia de los tratamientos 3 y 4 que el rendimiento fue seriamente afectado por debajo de los 2000 kg/ha. También señalar que el efecto fue severo en los tratamientos 3 y 4 del primer experimento que se encuentran alrededor de los 1000 kg/ha, a este decaimiento del rendimiento, cabe resaltar que también influye la etapa en cual se aplicó los daños, además de realizar el raleo para el experimento en esa misma etapa, ya que como lo sugiere Calla (2012), el momento oportuno de hacer el raleo es en la etapa de ramificación o cuando las plantas alcancen los 0.20 – 0.60 m de altura.



## V. CONCLUSIONES

1. La distribución geográfica de larvas de mosca minadora abarca a las 11 provincias del departamento de Puno: Azángaro, Chucuito, El Collao, Huancané, Lampa, Melgar, Moho, Puno, San Antonio de Putina, San Román y Yunguyo.

El comportamiento de alimentación de la larva es realizar minas en forma de lagunas sobre el haz de las hojas principalmente.

En general la escala de daño foliar por minas de mosca minadora es muy leve en cultivos de quinua de 11 provincias del departamento de Puno.

2. Todos los especímenes de dípteros eclosionados de pupas desarrollados a partir de larvas encontradas en hojas de quinua de 11 provincias del departamento de Puno, pertenecen a la familia Agromyzidae.

La identificación morfológica y genital de especímenes de mosca minadora lo clasifica taxonómicamente dentro del género *Haploepodes* Steyskal 1980, de la familia Agromyzidae.

Se registra taxonómicamente un nuevo género de mosca minadora presente en los cultivos de quinua en el Altiplano peruano, produciendo daños a inicios del desarrollo vegetativo de la planta.

3. El rendimiento de grano de quinua de la variedad Salcedo – INIA es perjudicado por la ocurrencia de daños foliares por larvas, en la etapa fenológica de 6 hojas.

En la etapa de ramificación de la quinua de la variedad Salcedo - INIA, el daño de una larva no afecta a su rendimiento de grano, pero un número mayor a dos larvas en esta etapa, causa perjuicios en el rendimiento de grano.

La proyección de daños foliares en etapas iniciales del cultivo de quinua en un rendimiento por hectárea resulta en una curva descendente.



## VI. RECOMENDACIONES

Determinar la presencia de la mosca minadora en otras etapas fenológicas de la quinua y en las 13 provincias del departamento de Puno.

Realizar un monitoreo del ciclo biológico y factores externos que inciden en el comportamiento de la mosca minadora presente en cultivos de quinua del Altiplano Peruano.

Realizar estudios del comportamiento y ciclo biológico de los parasitoides de la mosca minadora presente en cultivos de quinua en el Altiplano peruano.

Realizar una revisión especializada de la morfología externa e interna de estos especímenes, sobre todo de la genitalia, tanto del macho y de la hembra para determinar la especie a la cual corresponde y que probablemente sea una nueva especie.

Realizar estudios moleculares que permitan determinar específicamente a la taxa exacta a la que corresponde.

Considerar los rendimientos por el impacto de defoliación en etapas iniciales del cultivo de quinua.



## VII. REFERENCIAS

- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R. y Pinedo, R. (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú (No. CIDAB-SB191. Q2-A5c). Ministerio de Agricultura y Riego (Perú) Instituto Nacional de Innovación Agraria; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Barriga, P., Pessot, R. y Scaff, R. (1994). Análisis de la diversidad genética en el germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) recolectado en el sur de Chile. *Agro Sur* 22 (4). p. 61-72.
- Boucher, S. (2010) Agromyzidae (Leaf-mining flies). In: Brown, B. V., Borkent, A., Cumming, J. M., Wood, D. M., Woodley, N. E. & Zumbado, M. A. (2). *Manual of Central American Diptera*. p. 1057–1071. Ottawa, Ontario NRC Research Press.
- Calla, C. J. (2012). *Manual técnico: Manejo de cultivos de quinua*. 40p.
- Carles, T. M. (2002). Catálogo de los Díptera de España, Portugal y Andorra (Insecta). *Monografías SEA*, 8. 323p.
- Carrero, J. (2008). *Plagas del campo*. Madrid España: Mundi-Prensa.
- Cruces, L. M. (2016). *Quinua manejo integrado de plagas, estrategias en el cultivo de la quinua para fortalecer el sistema agroalimentario en la zona andina*. Santiago: Organización de las naciones unidas para la alimentación de la agricultura FAO. 198p.
- De Sousa, V. R. y Couri, M. S. (2016) Familia Agromyzidae. In Wolff, M., Nihei, S. S., & De Carvalho, C. J. *4122(1)*. *Catalogue of Diptera of Colombia: an introduction*. p. 659-676. Auckland, New Zealand. *Zootaxa*.
- DRA. (Dirección Regional Agraria), Ancash (2016). *Cultivo de la quinua en Ancash*. Huaraz Produccion y Diseño RR.P de la DRAA. <https://agroancash.gob.pe/agro/wp-content/uploads/2016/06/libro-quinua.pdf>. 10/10/19.



- Delgado, M. P. (2005). Distribución y abundancia de especies de gorgojo de los andes (coleóptera: curculionidae) en zonas agroecológicas circunlacustre y suni de Puno. 149p.
- Elosegui, E. (1995). La mosca minadora *Liriomyza huidobrensis*, plaga de hortícolas y ornamentales. *Sustrai*, 37, p. 22-24.
- Fairlie, R. A. (2016). La quinua en el Perú: cadena exportadora y políticas de gestión ambiental.
- Gallardo, M.G. y J.A. González. (1992). Efecto de algunos factores ambientales sobre la germinación de *Chenopodium quinoa* W. y sus posibilidades de cultivo en algunas zonas de la Provincia de Tucumán (Argentina). *LILLOA*, 38(1), p. 55-64.
- García P. D., Carrasco V. M., y Martínez, B. N. (2014). Interpretación morfológica de la anatomía genital de machos de Agromyzidae (Díptera). *Acta zoológica mexicana*, 30(1), p. 243-246.
- INIAP. (1996). Departamento Nacional de Protección vegetal, sección entomología, Estación experimental Portoviejo. Portoviejo.
- King, A.B. & Saunders J. L. (1984). Las Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central. Overseas Development Administration. Turrialba, Costa Rica. p. 96-97.
- Korytkowski, C. A. (2014). Contribución al conocimiento de los Agromyzidae (Díptera: Muscomorpha) en el Perú. *Revista Peruana de Entomología*. 49, 106p.
- Lescano, J. L. (1989). Avances sobre los recursos fitogenéticos altoandinos. En: Curso: "Cultivos altoandinos". Potosí, Bolivia. 17 - 21 de abril de 1989. p. 19-35.
- Martínez, M. y Etienne, J. (2002) Liste systématique et biogéographique des Agromyzidae (Diptera) de la région néotropicale. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*. 34(2) p. 25-52.
- NIMF 27 (Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias). (2016). Protocolos de diagnóstico para plagas reglamentadas PD 16: Genero *Liriomyza*. Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. 38p.



- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). (2005). Manual técnico de fitosanidad en plantas ornamentales y follajes. El Salvador.
- Palacios, T., R., Nápoles, R. J., Étienne, J., Sánchez, C. J., Carrasco, V. J., Mojica, B. H. y Vargas, T. A. (2008). Identificación, distribución y plantas hospederas de diez especies de Agromyzidae (Insecta: Díptera), de interés agronómico en México. *Acta zoológica mexicana*, 24(3), p. 07-32.
- Pando, L. G., y Castellanos, E. A. (2016). Guía del cultivo de quinua. Universidad Nacional Agraria La Molina, Programa de Investigación y Proyección Social de Cereales y Granos Nativos. 121p.
- Paredes, M.D. (2015). Descripción etológica del minador de la hoja del cultivo de haba (*vicia faba*) en laboratorio del ceasa, sector Salache, provincia de Cotopaxi 2015. Latacunga, Ecuador.
- Ríos, F. F., Baca, P. B., Púrez, P., Soza, F., y López, J. (2006). Manual para el estudiante. Primer año de bachillerato técnico: Niveles y umbrales de daños económicos de las plagas. Manual para el estudiante. Bachillerato técnico. Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central, Tegucigalpa (Honduras); Comisión Nacional de Enseñanza Agropecuaria, Managua, Nicaragua.
- Raman, K.V. 1988. Manejo integrado de plagas de la papa en los países del tercer mundo. Circular CIP. 16(1). p. 1-9.
- Rojas, W. 1998. Análisis de la diversidad genética del germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de Bolivia, mediante métodos multivariados. Tesis M.Sc., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia - Chile. 209p.
- Rojas, W., M. Pinto y Soto, J. L. (2010). Distribución geográfica y variabilidad genética de los granos andinos. In: W. Rojas, M. Pinto, J. Soto, M. Jager y S. Padulos (eds). Granos Andinos: Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. p. 11- 23. Roma, Italia. Bioersivity International.
- Sánchez, J. (1991). Control biológico en los cultivos hortícolas protegidos. *Phytoma* España, 29, p. 17-22.



- Sánchez, J. M. (1994). Agromícidos minadores en hojas. Sanidad vegetal en horticultura protegida. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla, p. 223-240.
- Sánchez, G. y Vergara, C. (2002). Plagas de los cultivos andinos. (2). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Departamento de Entomología, 74 p.
- Sánchez, G. y Vergara, C. (2002). Plagas de los cultivos andinos. (2). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Departamento de Entomología, 74p.
- Saravia, R., Plata, G., Gandarillas, A. (2014). Plagas y Enfermedades del Cultivo de Quinoa. Cochabamba, BO, Fundación PROINPA. 148p.
- Spencer, K. A. (1969). The Agromyzidae of Canada and Alaska. The Memoirs of the Entomological Society of Canada, 101(S64), p. 5-311.
- Spencer, K. A. (1973). Agromyzidae (Diptera) of economic importance. Ser. Entomol. 9. 423p.
- Spencer, K. A. (1984). Los Agromyzidae (Díptera) de Colombia, incluida una nueva especie atacando la papa en Bolivia. Rev. Colombiana de entomología. 10(1:2). p. 3-33.
- Spencer, K.A. (1987). Agromyzidae. En McAlpine, J. F., Peterson, B. V., Shewell, G. E., Teskey, H. J., Vockeroth, J. R., & Wood, D. M., (2). Manual of Nearctic Díptera, p. 869-879. Ottawa, Canada. Research Branch.
- Steyskal, G. C. (1980). *Haplopeodes*, a new genus for *Haplomyza* of authors (Diptera: Agromyzidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 82(1): p. 140–151.
- Tapia, M. (1979). Historia y distribución geográfica. En M.E. Tapia (ed.). Quinoa y Kaniwa. Cultivos Andinos, M. Tapia, H. Gandarillas; S. Alandia, A. Cardozo, A. Mujica, R. Ortiz, V. Otazu, J. Rea, B. Salas y E. Zanabria (autores). Centro Internacional para el Desarrollo, Bogotá, Colombia. p. 11-19.
- Tapia, M. 1990. Cultivos Andinos subexplotados 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.





Zumbado, M. A. y Azofeifa, D. (2018). Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología. Heredia, Costa Rica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). 204p.

## ANEXOS

### ANEXO A



Figura 28. Cultivos de quinua del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.



Figura 29. Búsqueda y evaluación de daños por larvas en hojas de quinua pertenecientes a cultivos de quinua procedentes de 11 provincias del departamento de Puno de la campaña agrícola 2017 - 2018.

## ANEXO B

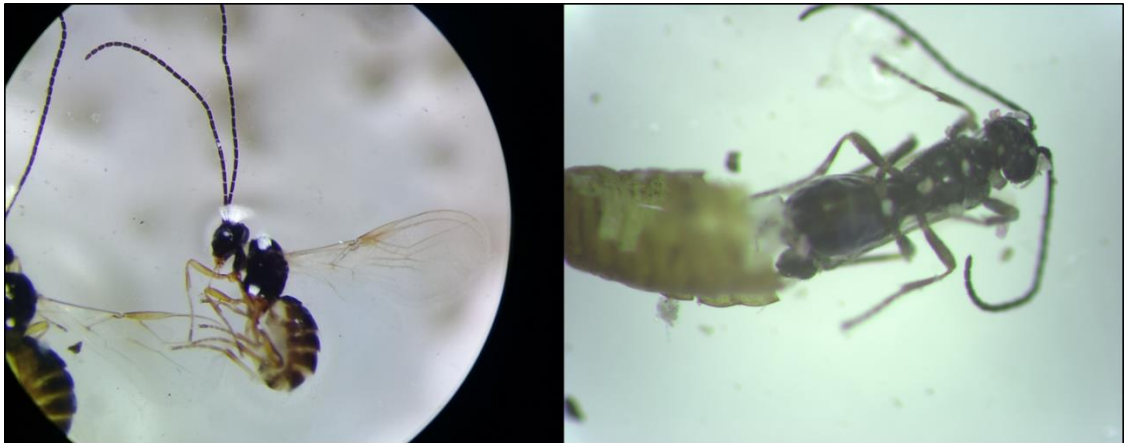


Figura 30. Insectos encontrados en pupas de la mosca minadora que pertenecen a cultivos de quinua del Altiplano Peruano de la campaña agrícola 2017 -2018.

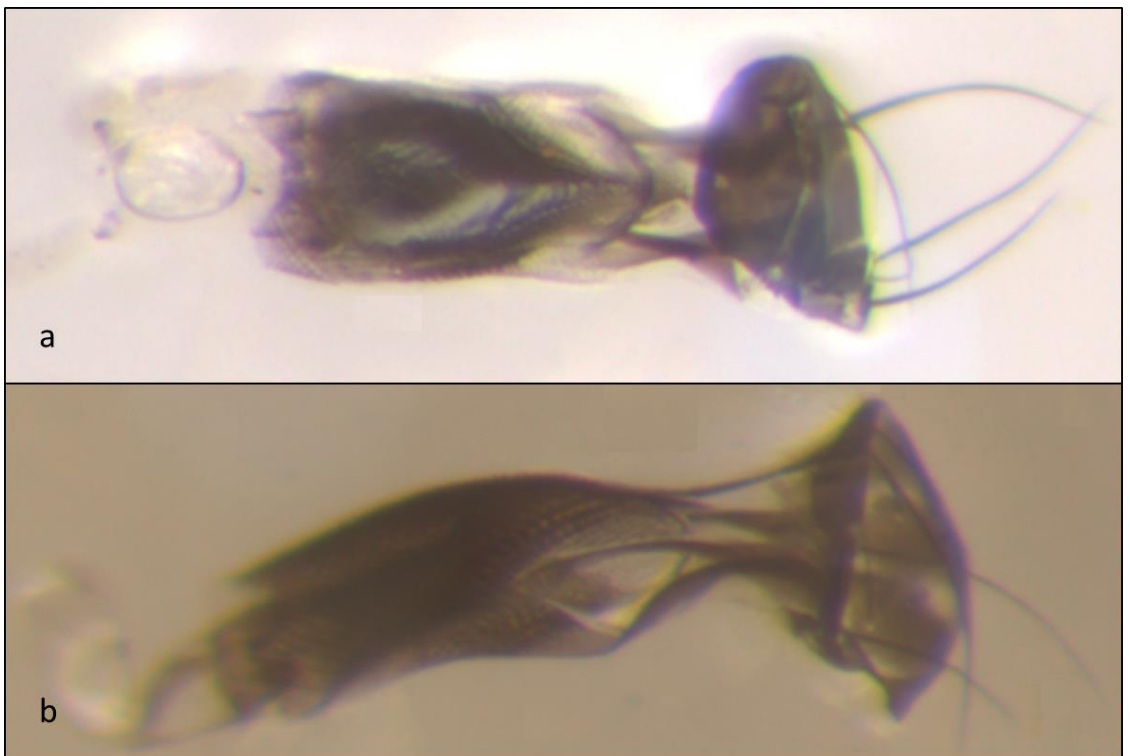


Figura 31. Genitalia de la hembra de mosca minadora presente en cultivos de quinua del Altiplano Peruano. a) Vista ventral, b) Vista lateral.

## ANEXO C



Figura 32. Apoyo en las actividades de manejo del cultivo para los DBCA en la parcela experimental de la Exp. Agr. Illpa – Anexo Salcedo del INIA.



Figura 33. Experimentos de 6 hojas y ramificación. a) antes de realizar la simulación, b) durante la simulación.



Figura 34. Unidad experimental. a) Bloque experimental en etapa de grano pastoso, b) plantas del tratamiento 4 con muestras caídas.



Figura 35. Equipo de apoyo en la cosecha de los experimentos de los DBCA de la parcela experimental de la Exp. Agr. Illpa – Anexo Salcedo del INIA.



Figura 36. Evaluación del rendimiento de grano de quinua por m<sup>2</sup>



Figura 37. Depósito de material de mosca minadora en el estante de colección entomológica del laboratorio de Protección vegetal de la Est. Exp. Agr. Illpa – Anexo Salcedo del INIA.

Tabla 15. Prueba de Shapiro-Wilks – InfoStat versión estudiantil (Experimento en etapa de 6 hojas).

Variable	N° de datos	Mediana	D.E.	W*	p(Unilateral D)*
RDUO Rendimiento g/m <sup>2</sup>	16	0	20.09	0.93	0.402

\*  $p > 0.05$ 

Tabla 16. Coeficiente de variación - InfoStat versión estudiantil (Experimento en etapa de 6 hojas).

Variable	N° de datos	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV *
Rendimiento g/m <sup>2</sup>	16	0.95	0.93	12.95

\* Coeficiente de variación

Tabla 17. Prueba de Shapiro-Wilks – InfoStat versión estudiantil (Experimento en etapa de ramificación).

Variable	N° de datos	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)*
RDUO Rendimiento g/m <sup>2</sup>	16	0	31.93	0.92	0.3404

\*  $p > 0.05$ 

Tabla 18. Coeficiente de variación - InfoStat versión estudiantil (Experimento en etapa de ramificación).

Variable	N° de datos	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV*
Rendimiento g/m <sup>2</sup>	16	0.85	0.81	14.99

\* Coeficiente de variación







## ANEXO E



"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

### CONSTANCIA

El que suscribe, Coordinador Nacional del Programa Nacional de Estudios en Sistemas Agroecológicos Andinos y Amazónicos (PNESAAA) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), con sede en la Estación Experimental Illpa Puno, del INIA, hace constar lo siguiente:

1. El Bach. Michael Franklie Flores Llica, alumno de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, viene desarrollando la tesis titulada "Presencia, identificación y daños de la mosca minadora (Agromyzidae: Diptera) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Altiplano peruano" en las instalaciones de la Estación Experimental Agraria Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA.
2. Producto de los resultados se determinó que el género de los especímenes estudiados corresponde a *Haplopedes* Stcyskal, 1980 (Agromyzidae, Diptera, Insecta)

Se expide la presente a solicitud del interesado para los fines convenientes.

Puno, 10 de marzo del 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
Programa Nacional de Estudios en Sistemas Agroecológicos Andinos y Amazónicos  
  
M. Sc. PEDRO DELGADO MAMANI  
Coordinador Nacional



## CONSTANCIA

**El Coordinador del Área de Protección Vegetal de la Estación Experimental Agraria Illpa- Puno del INIA, hace constar:**

Que el señor **MICHAEL FRANKLIE FLORES LLICA**, bachiller de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano, ha desarrollado su trabajo de investigación titulado **'Presencia, identificación y daños de la mosca minadora (Agromyzidae: Diptera) en el cultivo de quinua Willd.) en el altiplano peruano'**, en el Laboratorio de Entomología del área de Protección Vegetal de la Estación Experimental Agraria Illpa del INIA, en el periodo 2017-2019.

La presente se emite a solicitud del interesado para los fines que vea por conveniente.

Puno, 25 de Octubre del 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA  
Programa Nacional de Estudios en Ciencias Agropecuarias, Acuicultura y Alimentos  
  
M.Sc. PEDRO DELGADO MAMANI  
Coordinador Nacional

Puno (Sede): Rinconada de Salcedo s/n - Puno  
Telefax: (051) 363812, Móvil 951677236  
www.inia.gob.pe  
Email: illpa@inia.gob.pe