



Insectos fitófagos asociados al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en invierno y sus controladores biológicos

Phytophagous insects associated with quinoa crop (*Chenopodium quinoa* Willd) in winter and its biological controllers

Melva Nelly Soca-Flores^{1,*}; Clorinda E. Vergara²; Yony T. Callohuari³; Antonio Jerí Chávez⁴

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Apartado 12-056, Lima, Perú.

² Universidad Nacional Agraria La Molina, Museo de Entomología Klaus Raven Büller, Departamento de Entomología, Apartado 12-056, Lima, Perú.

³ University of Illinois at Urbana-Champaign, Turner Hall, 1102 S Goodwin Ave, Urbana, IL 61801, Estados Unidos.

⁴ Universidad Nacional De San Cristóbal de Huamanga, Portal Independencia N° 57, Ayacucho, Perú,

*Autor corresponsal: mnaasoca@gmail.com (M. N. Soca-Flores).

ID ORCID de los autores

M. N. Soca-Flores: <https://orcid.org/0000-0002-2651-8014>

Y. T. Callohuari: <https://orcid.org/0000-0001-5517-3222>

C. E. Vergara: <https://orcid.org/0000-0002-9321-9532>

A. Jerí Chávez: <https://orcid.org/0000-0002-7668-1549>

RESUMEN

Se determinó la presencia de los principales insectos fitófagos y sus enemigos naturales en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*), así como el porcentaje de infestación y de parasitoidismo en insectos fitófagos en La Molina, Lima, del 21 de junio al 27 de septiembre, 2014. Las evaluaciones se realizaron mediante trampas de caída, evaluación por órgano de planta, red aérea y colecta de hojas minadas en el tercio medio de la planta. Se registraron cinco especies fitófagas importantes, *Liriomyza huidobrensis*, *Prodiplosis longifila*, *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Frankliniella occidentalis*; siendo las dos primeras las más importantes. Los controladores biológicos más importantes por su frecuencia y abundancia fueron los parasitoides *Halticoptera arduino*, *Chrysocharis* sp. A, *Diglyphus* sp. A y *Aphidius colemani*. Los tres primeros estuvieron asociados a larvas de *L. huidobrensis*, mientras que *A. colemani* fue registrado principalmente sobre *M. persicae*. Entre los predadores, se registraron a *Chrysotus* sp. A, *Chrysotus* sp. B, *Blennidus peruvianus* y *Rhinacloa pallidipes*. Los resultados de este estudio servirán como base para futuros trabajos de investigación en plagas de la quinua, así como para profesionales dedicados al manejo integrado de plagas en este cultivo.

Palabras claves: quinua; *Liriomyza huidobrensis*; *Prodiplosis longifila*; parasitoides; *Halticoptera arduino*.

ABSTRACT

The presence of main phytophagous insects and their natural enemies has been recorded in quinoa crop (*Chenopodium quinoa*) as well as the percentage of infestation and parasitism in phytophagous insects in La Molina, from June 21st through September 27th, 2014. Survey was performed using pitfall traps, plant organ evaluation, aerial net, and mined leaves collection in the mid third of the plant. Five important phytophagous species were recorded, *Liriomyza huidobrensis*, *Prodiplosis longifila*, *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae* and *Frankliniella occidentalis*. *L. huidobrensis* and *P. longifila* were the most important. The most important biological controllers due to their abundance and frequency were *Halticoptera arduino*, *Chrysocharis* sp. A, *Diglyphus* sp. A as parasitoids of *L. huidobrensis*, and *Aphidius colemani* as parasitoid of aphids, mainly affecting *M. persicae*. The following predators were also recorded, *Chrysotus* sp. A, *Chrysotus* sp. B, *Blennidus peruvianus* and *Rhinacloa pallidipes*. The outcomes of this study will serve as a basis for future research on quinoa pests, as well as for professionals who work on integrated pest management in this crop.

Keywords: quinoa; *Liriomyza huidobrensis*; *Prodiplosis longifila*; parasitoids; *Halticoptera arduino*.

Recibido: 06-12-2021.

Aceptado: 09-05-2022.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

La quinua es un cultivo ancestral del Perú que en la última década tuvo un incremento sostenido de la demanda nacional e internacional. Durante el periodo 2012-2019, el área cosechada se ha incrementado de 38 353 ha a 68 408 ha (MIDAGRI, 2021). La creciente demanda de dietas más saludables y funcionales a rescato a la quinua, un alimento tradicional, con calidad nutricional superior a la de muchos cereales, por lo que fomenta su cultivo, es una estrategia que promueve la seguridad alimentaria principalmente para los países en vías de desarrollo (Schmidt et al., 2021). Las semillas sin gluten tienen un alto contenido de proteínas (16,3 g/100 g de masa) y un equilibrio excepcional de aminoácidos, con mayores contenidos de metionina, cisteína y principalmente de lisina (6 g/100g de proteína) (Burrieza et al., 2019; Filho et al., 2017; Pathan & Siddiqui, 2022), que es usualmente el aminoácido limitante en las dietas que excluyen la carne. Sin embargo, aún no se cuenta con información suficiente en cuanto a problemas fitosanitarios de este cultivo, principalmente para la región costa. *Eurysacca melanocampta* (Meyrick) y *E. quinoae* Povolny' (Gelechiidae), con distribución en todo el

Perú, han sido señaladas como las plagas más importantes en el cultivo de quinua (Rasmussen et al., 2003). Recientemente *E. melanocampta*, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, C., y *Liriomyza huidobrensis* Blanchard fueron señaladas como plagas importantes en la costa central (Lima) (Cruces et al., 2020). Otras plagas registradas en la costa peruana son *Spodoptera frugiperda* Smith & Abbot, *S. eridania* Stoll, *S. ochrea* Hampson, *Chrysodeixis includens* Walker, *Myzus persicae* Sulzer, *Liorhyssus hyalinus* (Fabricius), *Nysius simulans* Stål, *Dagbertus* spp., *E. melanocampta* Meyrick, *Spoladea recurvalis* Fabricius (Cruces et al., 2016)

Teniendo en cuenta la importancia de este cultivo en el Perú, es importante disponer de información sobre la presencia de insectos fitófagos de tal manera que nos permita optimizar el monitoreo e implementar estrategias de control oportuno de las especies plagas. Por ello, los objetivos fueron determinar las principales especies de insectos fitófagos y sus enemigos naturales en el cultivo de quinua, el porcentaje de infestación y el porcentaje de parasitoidismo en los insectos fitófagos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

Se empleó quinua de la variedad INIA 431-altiplano, en el campo experimental del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), en el distrito de La Molina, Lima, Perú (76,945224 W, 12,076648 S), desde el 21 junio al 27 de septiembre de 2014. El área fue de 3432 m² y limitaba por el noroeste con un canal de riego y un campo de palto con malezas (principalmente gramíneas), por el sudeste con una construcción, por el nordeste con un campo de quinua y por el sudoeste con un invernadero. Se realizó un manejo convencional con aplicación de plaguicidas, entre ellos clorpirifos y abamectina. El cultivo previo en esta área fue el frejol (*Phaseolus vulgaris* L.). Los datos de temperatura y humedad relativa fueron tomados de la estación meteorológica Alexander Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima, Perú.

Metodología de evaluación

El campo fue dividido en 5 sectores (Figura 1), las evaluaciones se realizaron desde la emergencia hasta la cosecha, cada siete días, a partir de las 8:00 am, considerando un efecto borde de 1,5 m. Se emplearon las metodologías de, trampas de caída, evaluación por órgano de planta, red aérea y colecta de hojas minadas, propuestas por Sarmiento & Sánchez (2012).

Trampas de caída. Se empleó una trampa por sector (cinco trampas en total). Cada trampa consistió de un envase plástico de polipropileno (altura=11 cm, diámetro=8 cm), que contenía una

mezcla de agua más 20 g de sal y cuatro ml de detergente líquido incoloro e inodoro.

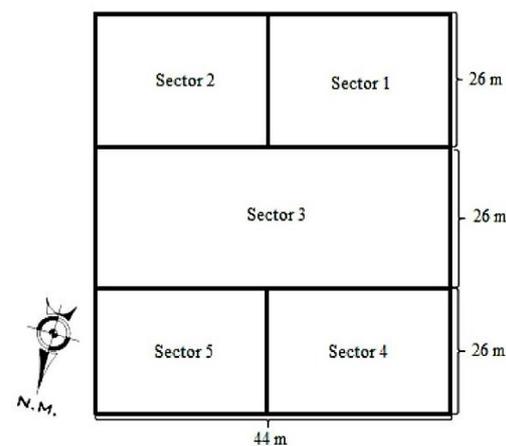


Figura 1. División del área de estudio en sectores.

Evaluación por órgano de planta. Se evaluaron cinco plantas por sector (25 plantas en total). En cada planta, se examinó el tallo, el brote principal, la panoja y dos hojas en la etapa de 4-6 hojas verdaderas, cuatro en la primera semana de panojamiento, seis en la segunda semana de panojamiento, dos al inicio de floración y primera semana de floración y cuatro desde la segunda semana de floración hasta grano maduro. En el caso de la evaluación de hojas, si estas se encontraban minadas, se trasladaron al laboratorio con el fin de determinar el porcentaje de infestación por larvas vivas.

Red aérea. - Se evaluaron dos surcos de 26 m por sector (10 surcos en total). A partir de la tercera semana (4-6 hojas verdaderas), se empleó una red de aro=30 cm Ø, longitud=80 cm. Los insectos capturados fueron sacrificados en cámara letal y luego trasladados en envases plásticos de polipropileno de 250 ml al laboratorio.

Colecta de hojas minadas. - Se colectaron 20 hojas por sector (total 100 hojas). Esta técnica se empleó para la evaluación de parasitoidismo en *L. huidobrensis*. Desde la emergencia hasta la etapa de 2 hojas verdaderas se extrajeron hojas minadas sin considerar su ubicación en la planta. En la primera semana de panojamiento las hojas fueron extraídas de la mitad inferior. A partir de la segunda semana de panojamiento, las hojas fueron extraídas del tercio medio. A inicio de floración y primera semana de floración, las hojas se extrajeron del tercio superior, esto debido a que la infección por mildiú eliminó las hojas de los tercios inferior y medio.

Manejo y procesamiento de muestras y datos provenientes de campo

Las muestras fueron examinadas en el Museo de Entomología Klaus Raven Büller (MEKRB) de la UNALM y registradas por separado por cada técnica de evaluación, separándolos por morfotipo y asignándoles un código a cada uno. Se registró el número total de individuos por morfotipo, por sector y fecha de evaluación en una hoja de cálculo. La mayoría de las muestras fueron preservadas en

alcohol al 75% y un grupo fue sometido a montaje para su identificación.

Montaje

Los montajes en alfiler entomológico se realizaron de acuerdo con Timothy & Oseto (2020). Los Aphididae fueron montados en láminas siguiendo la técnica señalada por Blackman & Eastop (2000), Thripidae siguiendo la técnica de Mound & Kibby (2005) y para Braconidae (Aphidiinae) se empleó la metodología de Rosen & DeBach (1979).

Identificación

Para la identificación taxonómica se emplearon las siguientes claves: para Agromyzidae, Korytkowski (2014); para Cecidomyiidae, Gagné (1994); para Aphididae, Blackman & Eastop (2006); para Thysanoptera, Mound & Kibby (1998); para Crambidae, Munroe (1973); para Aphidiinae (Aphididae), Kavallieratos et al. (2010), Nazari et al. (2012) y Rakhshani et al. (2015); para Pteromalidae, De Santis (1987) y para Eulophidae, Peck (1963). Además, se realizó la comparación con los ejemplares del MEKRB.

Análisis de datos

Para determinar la cantidad de individuos registrados se realizó la sumatoria de los individuos colectados por cada fecha de evaluación, para cada técnica de evaluación. Se realizó el análisis de correlación entre las principales especies fitófagas y sus parasitoides, usando el coeficiente de correlación de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Insectos fitófagos asociados al cultivo de quinua

Se registraron 13 especies de insectos fitófagos, agrupados en cuatro órdenes (Thysanoptera, Hemiptera, Diptera y Lepidoptera) y 9 familias (Thripidae, Aphididae, Lygaeidae, Rhopalidae, Miridae, Cecidomyiidae, Agromyzidae, Noctuidae y Crambidae) (Tabla 1).

Enemigos naturales en el cultivo de quinua

Se registraron 29 morfoespecies de enemigos naturales, agrupados en cinco órdenes: Hemiptera, Neuroptera, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera; y 15 familias: Berytidae, Miridae, Nabidae, Hemerobiidae, Chrysopidae, Dolichopodidae, Empididae, Syrphidae, Braconidae, Ichneumonidae, Pteromalidae, Eulophidae, Encyrtidae, Mymaridae (Tabla 2).

Tabla 1

Insectos fitófagos registrados mediante las distintas técnicas de evaluación en el cultivo de quinua en La Molina, Lima

Orden/Familia	Especies	N° de individuos por técnica de evaluación			
		Órgano de planta	Red aérea	Trampa de caída	Colecta de hojas minadas
Thysanoptera					
Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	167		18	
Hemiptera					
Aphididae	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	125	50	12	
	<i>Myzus persicae</i>	89	33	13	
Lygaeidae	<i>Nysius simulans</i>	2		3	
Rhopalidae	<i>Liorhysus hyalinus</i>	2	4		
Miridae	<i>Daqbertus</i> sp.	10	2		
Diptera					
Agromyzidae	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	118	486		190
Cecidomyiidae	<i>Prodiplosis longifila</i>	31		13	
Lepidoptera					
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	7			
Noctuidae	<i>Chloridea virescens</i>	2			
	<i>Chrysodeixis includens</i>	2			
	<i>Nomophila indistinctalis</i>	17		27	
Crambidae	<i>Spoladea recurvalis</i>	4		3	

Tabla 2

Enemigos naturales registrados mediante las distintas técnicas de evaluación en el cultivo de quinua en La Molina, Lima

Orden/Familia	Morfoespecies	N° de individuos por técnica de evaluación			
		Órgano de planta	Red aérea	Trampa de caída	Colecta de hojas minadas
Hemiptera					
Berytidae	<i>Metacanthus tenellus</i>	3			
Miridae	<i>Rhinacloa pallidipes</i>	21	92		
Nabidae	<i>Nabis capciformis</i>	2			
Neuroptera					
Hemerobiidae	<i>Hemerobius</i> sp.	6	4		
Chrysopidae	<i>Chrysoperla externa</i>	16	12		
Coleoptera					
Carabidae	<i>Blennidus peruvianus</i>			51	
Diptera					
Dolichopodidae	<i>Chrysotus</i> sp. A		51	11	
	<i>Chrysotus</i> sp. B		271	43	
Empididae	Gen sp. A		3		
Syrphidae	<i>Allograpta exotica</i>		10		
	<i>Allograpta piurana</i>		3		
	<i>Toxomerus</i> sp.		1		
Hymenoptera					
Braconidae	<i>Aphidius colemani</i>	60	208		
	<i>Bracon</i> sp.		3		
	Rogadinae sp. A		1		
	Aphidiinae sp. A		1		
	<i>Diplazon</i> sp.		2		
Ichneumonidae	Campopleginae sp.A		6		
	Neorhacodinae sp.A	1	1		
Pteromalidae	<i>Halticoptera arduine</i>	25	7		200
	Gen sp.A			7	
	<i>Diglyphus</i> sp. A	33			189
	<i>Diglyphus</i> sp. B				5
Eulophidae	<i>Diglyphus</i> sp. C				2
	<i>Chrysocharis</i> sp. A	13			98
	<i>Chrysocharis</i> sp. B				3
	<i>Closterocerus</i> sp.				5
Encyrtidae	Gen sp. A			8	
Mymaridae	Gen sp. A			3	

Principales especies fitófagas y enemigos naturales registradas en el cultivo de quinua

Se consideraron importantes, debido al número de individuos registrados y por el impacto al cultivo, las siguientes.

Liriomyza huidobrensis (Diptera: Agromyzidae)

Las larvas fueron registradas a partir de dos hojas verdaderas. Los porcentajes más altos de infestación (porcentaje de hojas con larvas vivas) se registraron en las etapas de 4-6 hojas verdaderas (32%) y la segunda semana de panojamiento (15,3%). El porcentaje más alto de hojas minadas se registró en la etapa de 4-6 hojas verdaderas (40%). Al inicio de floración y primera semana de floración no se registraron larvas debido a una infección severa por mildiú, que ocasionó la caída de hojas en la planta. En la segunda semana de floración se volvió a registrar un 11% de infestación. A partir de entonces la población se mantuvo relativamente constante hasta la cosecha. Los adultos se registraron desde la primera evaluación por red aérea en la etapa de 4-6 hojas verdaderas hasta el final del cultivo. La población más alta de adultos (111 individuos mediante red aérea), fue registrada en la primera semana de floración.

L. huidobrensis se presentó durante toda la etapa de evaluación, similar a lo descrito en el cultivo de papa en la costa peruana (Cisneros & Mujica, 1998). Las pérdidas económicas por la infestación de *L. huidobrensis* se han estimado en 15% en el cultivo de tomate (Lopes et al., 2019) y es capaz de infestar severamente diversas plantas en el Perú, en particular en localidades de la costa central (Weintraub et al., 2017). También se ha reportado una asociación de *L. huidobrensis* con el hongo *Alternaria solani* (Pleosporaceae) en cultivo de papa en Brasil (Soares et al., 2019).

Parasitoides recuperados de larvas de *L. huidobrensis*

Se recuperaron 502 individuos parasitoides de 1169 larvas. Los más abundantes fueron *H. arduine* (200 individuos, 39,84%), *Diglyphus* sp. A (189 individuos, 37,65%) y *Chrysocharis* sp. A (98 individuos, 19,52%). Otros parasitoides sumaron 15 individuos (3%). Estas especies fueron registradas durante toda la etapa de evaluación. *H. arduine* fue más abundante entre las etapas de 4-6 hojas verdaderas y panojamiento. *Diglyphus* sp. A fue más abundante en la etapa de grano lechoso. Hacia el final del cultivo la abundancia de parasitoides fue similar en las tres especies.

El primer registro de parasitoidismo ocurrió en la etapa de 4-6 hojas verdaderas (junio), con un porcentaje de parasitoidismo de 35,5%, luego 46,25% en la etapa de ramificación y 48,45% en panojamiento. Al inicio de la floración no se registraron parasitoides (debido a la ausencia de hojas con minas). En floración se registró 25% y fue incrementando hasta llegar a 55,88% en la etapa de grano maduro (septiembre, última evaluación) (Figura 2). Esto se asemeja a los resultados obtenidos por Cisneros & Mujica (1998) en el cultivo de papa, de 35% al inicio de la campaña en abril, hasta 55% de parasitoidismo al final del cultivo en agosto.

En el análisis de correlación entre las poblaciones de *L. huidobrensis* y los parasitoides se obtuvo un coeficiente de 0,966 (significativa en el nivel 0,01 (bilateral)) lo que indica una relación positiva muy fuerte entre ambas poblaciones (Hernández et al., 2014).

De siete especies de parasitoides registrados en el cultivo de quinua para la "mosca minadora", seis corresponden a la familia Eulophidae y una especie a Pteromalidae, coincidiendo en cierta medida con lo que obtuvieron Cisneros & Mujica (1998) y Mujica & Kroschel (2013) en el cultivo de papa en Perú, y Callohuari et al. (2018) en el cultivo de tarwi, también en la costa peruana.

H. arduine fue más abundante en las primeras etapas de desarrollo del cultivo; a partir de floración, *Diglyphus* sp. A, fue más abundante. Estos resultados se asemejan a lo obtenido por Redolfi et al. (1985), Sánchez & Redolfi (1988), Cisneros & Mujica (1998), Mujica & Kroschel (2011) y Mujica & Kroschel (2013) en el cultivo de papa en la costa peruana, quienes señalaron que *Diglyphus websteri* (Crawford) y *H. arduine* fueron los más abundantes, por ende, los más importantes en la regulación de la población de "mosca minadora".

Las condiciones de humedad relativa (76 - 96%) y temperatura (14,7 - 20,4 °C) durante este estudio fueron favorables para la presencia de *L. huidobrensis* (Mujica et al., 2017; Rodríguez-Castañeda et al., 2017).

***Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae)**

Solo se registraron larvas en brotes principales en la etapa de 4-6 hojas verdaderas (23 larvas en 25 brotes) y en ramificación (8 larvas en 25 brotes). Se registró un 20% de plantas infestadas en la etapa de 4-6 hojas verdaderas (4,6 larvas por brote en promedio) y 12% en ramificación (2,7 larvas por brote en promedio) (Figura 3). Los adultos solo fueron registrados mediante trampas de caída en bajo número.

Se conoce que *P. longifila* afecta todos los estados fenológicos que presentan brotes, en cultivos tales como, espárrago (Castillo et al., 2020), cítricos y tomate en Colombia (Duque-Gamboia et al., 2018; Velasco-Cuervo et al., 2016), sibidigua en Bolivia (Dhileepan et al., 2017), papa en Perú (Mujica & Kroschel, 2019) entre otros cultivos. Sin embargo, en este estudio no se registró infestación en las

primeras etapas, pero sí después de la presencia de 4-6 hojas verdaderas hasta el inicio de panojamiento.

Luego de la aplicación de abamectina se registró un descenso en el número de plantas infestadas (Figura 3). La abamectina ha sido empleada para el control de *P. longifila* en papa en Perú (Mujica & Kroschel, 2019).

El rango de temperatura en el que se realizó este estudio fue de 14,7 °C a 20,4 °C, se encuentra dentro del rango favorable para el desarrollo de *P. longifila* (Castillo et al., 2020). Por otro lado, la humedad relativa estuvo en un rango de 76% y 96%, propicia para el desarrollo de *P. longifila*, como señalan Sarmiento (1997) citado por Valarezo et al. (2003) y Díaz (1981).

La larva produjo raspaduras en las hojas tiernas de los brotes principales al alimentarse, ocasionando como daño primario la deformación del brote y el cese del crecimiento de la planta. En algunos brotes afectados se desarrolló pudrición a causa de microorganismos patógenos, dadas las condiciones de humedad y deshechos de la alimentación de las larvas. Las plantas afectadas por esta especie desarrollaron una panoja deforme y menor en comparación a plantas no afectadas. Estas observaciones coinciden con lo señalado por Díaz (1981) para los cultivos de alfalfa, papa y pallar.

***Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae)**

Myzus persicae fue registrado a partir de 4-6 hojas verdaderas (3 de individuos en 25 plantas), el mayor número de individuos se registró en las etapas de inicio de panojamiento (23 individuos) y segunda semana de panojamiento (19 individuos). *Macrosiphum euphorbiae* fue registrado a partir de dos hojas verdaderas (2 individuos en 25 plantas), sin embargo, el mayor registro de individuos fue en la segunda semana de grano maduro (70 individuos). El porcentaje más alto de plantas infestadas por áfidos (48%), se registró durante la segunda semana de panojamiento e inicio de floración. *M. persicae* fue más abundante entre las etapas de 4-6 hojas verdaderas e inicio de floración en comparación a *M. euphorbiae*, mientras que este último fue más abundante en la etapa de grano maduro.

M. persicae y *M. euphorbiae* son especies polífagas y cosmopolitas y han sido registrados en muchos otros cultivos tales como, fresa en Argentina (Cingolani & Greco, 2018), berenjena en Irán (Raeyat et al., 2021), tomate en Italia (Trotta et al., 2021), papa y tabaco en China (Liu et al., 2019; Zhou et al., 2021) donde además de perjudicar a las plantas por su alimentación, pueden convertirse en vectores de virus fitopatógenos.

***Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae)**

Aphidius colemani fue registrado mediante red aérea durante todo el periodo del cultivo, sin embargo, en la evaluación por órgano de planta, solo fueron recuperados de *Myzus persicae* a partir de la etapa de ramificación. El mayor número de

parasitoides recuperados fue en la primera semana de floración (15 individuos) lo que correspondió a un porcentaje de parasitoidismo de 83% (Figura 2).

Es probable que este parasitoide haya tenido una influencia importante sobre la población de áfidos, como ocurrió en el cultivo de trigo en Alemania donde las avispas parasitoides tuvieron el efecto más fuerte en la reducción del crecimiento de la población de áfidos en comparación a los predadores (M. H. Schmidt et al., 2003). En el cultivo de berenjena en Brasil, un parasitoide de la familia Braconidae fue uno de los factores que limitó el incremento de la población de áfidos (Leite et al., 2006).

El rango de temperatura en el que se desarrolló este estudio estuvo por debajo del rango de temperatura óptima para la actividad de *A. colemani*, que se sitúa entre 25 °C a 30 °C (Zamani et al., 2006).

Frankliniella occidentalis (Pergande)
(Thysanoptera: Thripidae)

Se registró desde la etapa de 4-6 hojas verdaderas (2 individuos). En ramificación se registraron 10 individuos en 25 plantas, lo que representó un 16% de infestación (Figura 3). A partir de la floración, la población de esta especie se incrementó de manera sostenida, manteniendo ese patrón hasta la cosecha. En la etapa de grano maduro se registró el mayor número de individuos (49 individuos), con

infestación de 72% (Figura 3). En la última evaluación se registró un descenso en comparación a la penúltima evaluación, esto podría deberse a que los adultos de *F. occidentalis* estarían migrando en busca de cultivos más jóvenes. Todos estos patrones de abundancia y movimiento se ajustan a lo descrito en estudios realizados en cultivos de lechuga, tomate y cucurbitáceas (Healey et al., 2017).

Uno de los factores más influyentes en la variación de la población de *F. occidentalis* probablemente fueron las etapas de desarrollo del cultivo. Las poblaciones altas ocurrieron a partir de grano lechoso; sin embargo, Atakan et al. (2016), Ren et al. (2020) y Healey et al. (2017) en otros cultivos, encontraron que la población máxima ocurrió en la etapa de floración. Lo ocurrido en el cultivo de quinua quizá se debió al estrés que sufrió la planta debido a la infección ocasionada por mildiu en la etapa de inicio de floración (defoliación total de la planta), en ese momento, el registro de trips fue muy escaso.

Las condiciones de temperatura y humedad relativa fueron favorables para el desarrollo de *F. occidentalis*. El umbral mínimo de temperatura para esta especie oscila entre 8-10 °C (Nielsen et al., 2021), mientras que las temperaturas entre 25 - 30 °C y sin fuertes variaciones, propician su desarrollo (Cao et al., 2019), permitiendo que ocurran varias generaciones en una sola temporada de cultivo (Reitz, 2009).

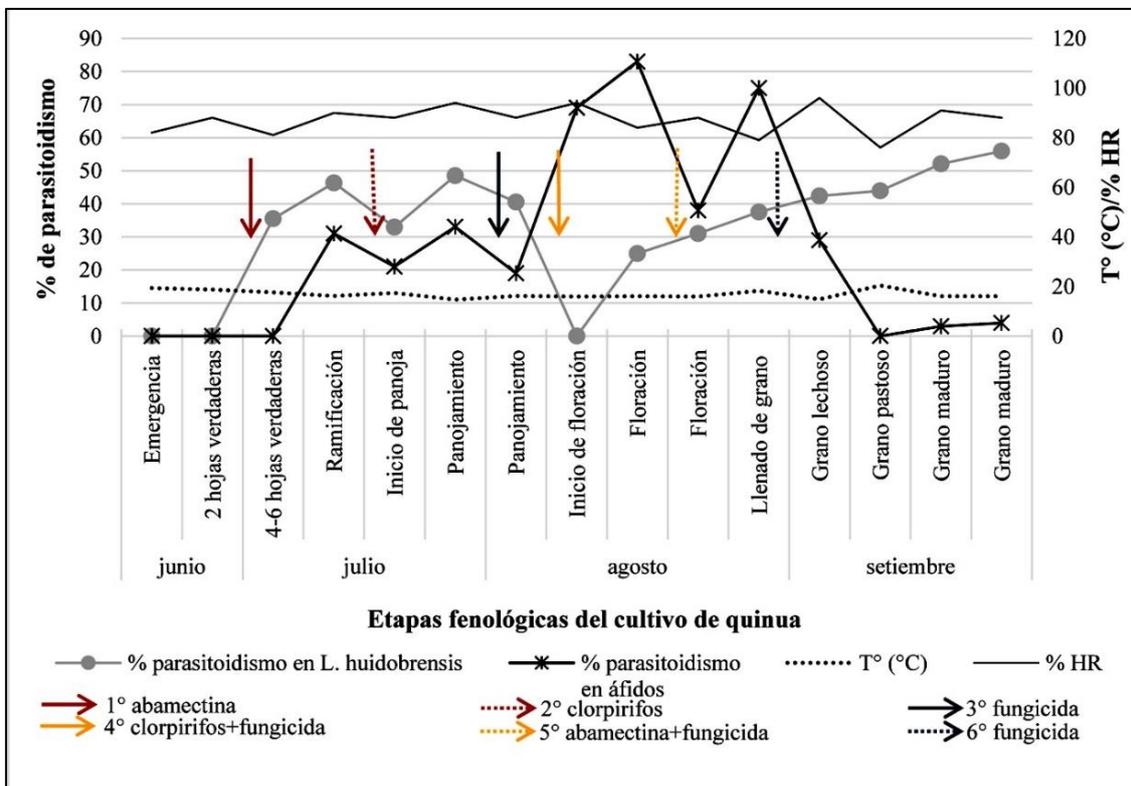


Figura 2. Porcentaje de parasitoidismo registrado en larvas de *L. huidobrensis* y áfidos en La Molina, Lima.

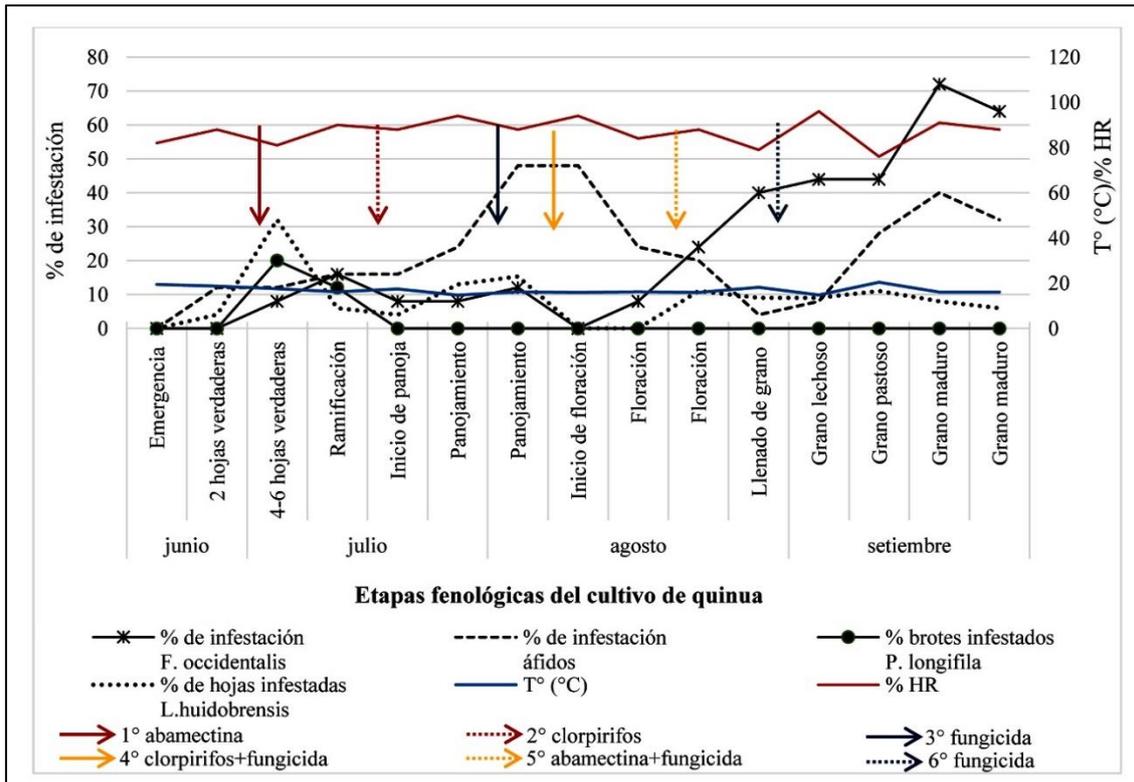


Figura 3. Porcentaje de infestación ocasionado por las especies fitófagas más importantes registrados en el cultivo de quinua en La Molina, Lima.

CONCLUSIONES

Las especies fitófagas más importantes registradas durante todo el desarrollo del cultivo de quinua son *L. huidobrensis*, *P. longifila*, *M. persicae*, *M. euphorbiae* y *F. occidentalis*. La infestación por larvas de *L. huidobrensis* es importante en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, con una máxima infestación en la etapa de 4-6 hojas verdaderas (32%). *P. longifila* en estado de larva se presenta hasta la etapa de ramificación con máxima infestación de plantas (20%) en la etapa de 4-6 hojas verdaderas. *M. persicae* infesta principalmente brotes tiernos y *M. euphorbiae* principalmente panojas, con un 48 % de infestación

por áfidos en panojamiento e inicios de floración. *F. occidentalis* registra mayor porcentaje de plantas infestadas en grano maduro (72%). Los enemigos naturales más importantes son los parasitoides *A. colemani*, *H. arduine* (Pteromalidae), *Diglyphus* sp. A y *Chrysocharis* sp. A (Eulophidae) y los predadores *Chrysotus* sp. B, *Chrysotus* sp. A, *B. peruvianus*, y *R. pallidipes*. Los parasitoides de larvas de *L. huidobrensis* alcanzan el porcentaje más alto de parasitoidismo en la etapa de grano maduro (55,88%). *A. colemani* muestra preferencia por *M. persicae* y se registra 84% de parasitoidismo en la etapa de floración.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA),

Lima por haber proporcionado el campo de estudio.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Atakan, E., Ölçülü, M., Pehlivan, S., & Özgür, O. (2016). An analysis of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in lemons: Its abundance, distribution and damage status. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(2), 109-114.
- Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (2000). *Aphids on the world's crops: An identification and information guide*. Wiley.
- Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (2006). *Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs*. Wiley.
- Burrieza, H. P., Rizzo, A. J., Moura Vale, E., Silveira, V., & Maldonado, S. (2019). Shotgun proteomic analysis of quinoa seeds reveals novel lysine-rich seed storage globulins. *Food Chemistry*, 293, 299-306.
- Callohuari, Y., Vergara, C., & Jiménez, J. (2018). Insect pests associated with Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet) and their parasitoids in Peruvian central coast - (Lima, La Molina). *Peruvian Journal of Agronomy*, 2(2), 27.
- Cao, Y., Yang, H., Li, J., Zhang, G., Wang, Y., Li, C., & Gao, Y. (2019). Population development of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips hawaiiensis* in constant and fluctuating temperatures. *Journal of Applied Entomology*, 143(1-2), 49-57.
- Castillo, J. R., Rodríguez Quispe, S. P., Apaza Tapia, W. E., Julca-

- Otiniano, A. M., Canto Saenz, M. A., & Rosales Sanchez, T. (2020). *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) in asparagus (*Asparagus officinalis*) crop in Chavimochic Irrigation Project. *Peruvian Journal of Agronomy*, 4(3), 75.
- Cingolani, M. F., & Greco, N. (2018). Spatio-temporal variation of strawberry aphid populations and their parasitoids. *Applied Entomology and Zoology*, 53(2), 205–214.
- Cisneros, F., & Mujica, N. (1998). The leafminer fly in potato: plant reaction and natural enemies as natural mortality factors. *CIP Program Report*, 1, 129–140.
- Cruces, L., de la Peña, E., & De Clercq, P. (2020). Insect diversity associated with quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in three altitudinal production zones of Peru. *International Journal of Tropical Insect Science*, 40(4), 955–968.
- Cruces, L. M., Callohuari, Y. T., & Carrera, C. (2016). *Quinoa: Manejo Integrado de Plagas. Estrategias en el cultivo de quinoa para fortalecer el sistema agroalimentario en la zona andina*. FAO. <http://www.fao.org/publications/card/es/c/0336fc7c-a013-410d-9dec-ee8d0d0438f0/>
- De Santis, L. (1987). Las especies de Halcóptera (Hymenoptera, Pteromalidae).pdf. *Revista Peruana de Entomología*, 28, 1–3.
- Dhileepan, K., Nesar, S., Rumiz, D., Raman, A., & Sharma, A. (2017). Host Associations of gall-Inducing *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) from Bolivia: Implications for its use as a biological control agent for *Jatropha gossypifolia* (Euphorbiaceae). *Florida Entomologist*, 100(4), 777–786.
- Díaz, W. (1981). *Prodiplosis* N. sp. (Diptera: Cecidomyiidae) plaga de la alfalfa y otros cultivos. *Revista Peruana de Entomología*, 24(1), 95–97.
- Duque-Gamboa, D. N., Castillo-Cárdenas, M. F., Hernández, L. M., Guzmán, Y. C., Manzano, M. R., & Toro-Perea, N. (2018). The bud midge *Prodiplosis floricola* in citrus crops in Colombia. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 166(3), 204–214.
- Filho, A. M. M., Pirozi, M. R., Borges, J. T. D. S., Pinheiro Sant'Ana, H. M., Chaves, J. B. P., & Coimbra, J. S. D. R. (2017). Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(8), 1618–1630.
- Gagné, R. J. (1994). *The gall midges of the neotropical region*. Cornell university press, Ithaca.
- Healey, M. A., Brown, P. H., Senior, L. J., & Duff, J. (2017). Relative abundance and temporal distribution of adult *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and *Frankliniella schultzei* (Trybom) on French bean, lettuce, tomato and zucchini crops in relation to crop age. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 20(3), 859–865.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Kavallieratos, N. G., Tomanović, Ž., Starý, P., Žikić, V., & Petrović-Obradović, O. (2010). Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) Attacking aphids feeding on solanaceae and cucurbitaceae crops in Southeastern Europe: Aphidiine-aphid-plant associations and key. *Annals of the Entomological Society of America*, 103(2), 153–164.
- Korytkowski, C. (2014). Contribución al conocimiento de los Agromyzidae (Diptera: Muscomorpha) en el Perú. *Rev. Peru. Entomol.*, 49(1), 1–106.
- Leite, G. L. D., Picanço, M., Zanoncio, J. C., & Ecole, C. C. (2006). Factors affecting herbivory of Thrips palmi (Thysanoptera: Thripidae) and Aphis gossypii (Homoptera: Aphididae) on the eggplant (*Solanum melongena*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49(3), 361–369.
- Liu, J., Liu, Y., Donkersley, P., Dong, Y., Chen, X., Zang, Y., Xu, P., & Ren, G. (2019). Preference of the aphid *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) for tobacco plants at specific stages of potato virus Y infection. *Archives of Virology*, 164(6), 1567–1573.
- Lopes, M. C., Farias, E. S., Costa, T. L., Arcanjo, L. P., Santos, A. A., Ribeiro, A. V., Santos, R. C., & Picanço, M. C. (2019). Economic injury level and sequential sampling plan for *Liriomyza huidobrensis* management in tomato crops. *Crop Protection*, 124(June).
- MIDAGRI. (2021). *Anuario estadístico de la producción agrícola 2016 y 2019. Sistema integrado de estadística agraria del Ministerio de desarrollo agrario y riego del Perú*.
- Mound, L. A., & Kibby, G. (1998). Thysanoptera: an identification guide. In *Thysanoptera: an identification guide*.
- Mound, L. A., & Kibby, G. (2005). *Thysanoptera an identification guide* (2nd ed.). CAB international.
- Mujica, N., & Kroschel, J. (2011). Leafminer fly (Diptera: Agromyzidae) occurrence, distribution, and parasitoid associations in field and vegetable crops along the peruvian coast. *Environmental Entomology*, 40(2), 217–230.
- Mujica, N., & Kroschel, J. (2013). Pest intensity-crop loss relationships for the leafminer fly *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in different potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. *Crop Protection*, 47, 6–16.
- Mujica, Norma, & Kroschel, J. (2019). Ecological, economic, and environmental assessments of integrated pest management in potato: A case study from the Cañete Valley, Peru. *Food and Energy Security*, 8(1), 1–25.
- Mujica, Norma, Sporleder, M., Carhuapoma, P., & Kroschel, J. (2017). A Temperature-dependent phenology model for *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). *Journal of Economic Entomology*, 110(3), 1333–1344.
- Munroe, E. (1973). A supposedly cosmopolitan insect: the celery webworm and allies, genus *Nomophila* Hubner. *The Canadian Entomologist*, 105(2), 177–216.
- Nazari, Y., Zamani, A. A., Masoumi, S. M., Rakhshani, E., Petrović-Obradović, O., Tomanović, S., Starý, P., & Tomanović, Ž. (2012). Diversity and host associations of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in the farmlands of western Iran. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 52(2), 559–584.
- Nielsen, M. C., Teulon, D. A. J., Chapman, R. B., Butler, R. C., Drayton, G. M., & Phillipsen, H. (2021). Effects of temperature on survival, oviposition, and development rate of 'greenhouse' and 'lupin' strains of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 169(5), 480–490.
- Pathan, S., & Siddiqui, R. A. (2022). Nutritional Composition and Bioactive Components in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Greens: A Review. *Nutrients*, 14(3), 1–12.
- Peck, O. (1963). *A catalogue of the Nearctic Chalcidoidea (Insecta: Hymenoptera)* (1st ed.). Entomological Society of Canada.
- Raayat, Z., Razmjou, J., Naseri, B., Ebadollahi, A., & Krutmuang, P. (2021). Evaluation of the susceptibility of some eggplant cultivars to green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Agriculture*, 11(1), 1–10.
- Rakhshani, E., Starý, P., Tomanović, Ž., & Mifsud, D. (2015). Aphidiinae (Hymenoptera, Braconidae) aphid parasitoids of Malta: review and key to species. *Bulletin of the Entomological Society of Malta*, 7, 121–137.
- Rasmussen, C., Lagnaoui, A., & Esbjerg, P. (2003). Advances in the knowledge of quinoa pests. *Food Reviews International*, 19(1–2), 61–75.
- Redolfi, I., Palacios, M., & Alcázar, J. (1985). Hymenoptera parasitoides de *Liriomyza huidobrensis* en papa cultivada en Rímac, Cañete e Ica. *Rev. Peru. Entomol.*, 28, 19–21.
- Reitz, S. R. (2009). Biology and ecology of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae): The making of a pest. *Florida Entomologist*, 92(1), 7–13.
- Ren, X., Wu, S., Xing, Z., Xu, R., Cai, W., & Lei, Z. (2020). Behavioral responses of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) to visual and olfactory cues at short distances. *Insects*, 11(3), 1–12.
- Rodríguez-Castañeda, G., MacVean, C., Cardona, C., & Hof, R. (2017). What limits the distribution of *Liriomyza huidobrensis* and its congener *Liriomyza sativae* in their native niche: When temperature and competition affect species' distribution range in Guatemala. *Journal of Insect Science*, 17(4), 1–13.
- Rosen, D., & DeBach, P. (1979). *Species of Aphytis of the world (Hymenoptera: Aphelinidae)*. Israel Universities Press.
- Sánchez, G. A., & Redolfi, I. (1988). *Liriomyza huidobrensis* y sus parasitoides en papa cultivada en Rímac y Cañete, 1986. *Rev. per. Ent.*, 31, 110–112.
- Sarmiento, J., & Sánchez, G. A. (2012). *Evaluación de insectos*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Schmidt, D., Verruma-Bernardi, M. R., Forti, V. A., & Borges, M. T. M. R. (2021). Quinoa and Amaranth as Functional Foods: A Review. *Food Reviews International*, 1–20.
- Schmidt, M. H., Lauer, A., Purtauf, T., Thies, C., Schaefer, M., & Tscharnkte, T. (2003). Relative importance of predators and parasitoids for cereal aphid control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270(1527), 1905–1909.
- Soares, W. S., Plata-Rueda, R. A., Fernandes, M. E. D. S., Fernandes, F. L., Alves, F. M., & Silva, Í. W. Da. (2019). First record of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) disseminating *Alternaria solani* (Pleosporaceae) in potato crops in Brazil. *Florida Entomologist*, 102(1), 234–235.
- Timothy, G., & Oseto, C. (2020). *Insect collection and identification Techniques for the field and laboratory*. Academic Press.
- Trotta, V., Toma, I., Forlano, P., Fanti, P., Prieto, J. D., & Battaglia, D. (2021). The age of tomato plants affects the development of *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera) colonies. *Agronomia Colombiana*, 39(1), 108–112.

- Valarezo, O., Cañarte, E., Navarrete, B., & Arias, M. (2003). *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) principal plaga del tomate en Ecuador. *Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias*, 95.
- Velasco-Cuervo, S. M., Espinosa, L. L., Duque-Gamboa, D. N., Castillo-Cárdenas, M. F., Hernández, L. M., Guzmán, Y. C., Manzano, M. R., & Toro-Perea, N. (2016). Barcoding, population structure, and demographic history of *Prodiplosis longifila* associated with the Andes. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 158(2), 217–227.
- Weintraub, P. G., Scheffer, S. J., Visser, D., Valladares, G., Correa, A. S., Shepard, B. M., Rauf, A., Murphy, S. T., Mujica, N., MacVean, C., Kroschel, J., Kishinevsky, M., Joshi, R. C., Johansen, N. S., Hallett, R. H., Civelek, H. S., Chen, B., & Metzler, H. B. (2017). The invasive *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae): Understanding its pest status and management globally. *Journal of Insect Science*, 17(1), 1–27.
- Zamani, A. A., Talebi, A. A., Fathipour, Y., & Baniameri, V. (2006). Temperature-dependent functional response of two aphid parasitoids, *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphidiidae), on the cotton aphid. *Journal of Pest Science*, 79(4), 183–188.
- Zhou, H., Yu, T., Chen, L., Li, W., Dong, L., & Sun, S. (2021). Influence of potato variety and PVY infection on aphid behaviour: Preferences from *Myzus persicae* and *Macrosiphum euphorbiae*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 792, 012041.