

ARTÍCULO CIENTÍFICO

PRIMER REGISTRO DE *Hayhurstia atriplicis* (Linnaeus, 1761) (Hemiptera: Aphididae) EN *Chenopodium quinoa* PARA ECUADOR Y AMÉRICA DEL SUR

Pruna, Washington^{a, b*}; Peña-Martínez, Rebeca^c; Barragán, Álvaro^a; Carpio, Carlos^d; Muñoz, Diego^d; Morocho Arévalo, Galo^e; Leguizamo, Alex^e.

^a Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Av. 12 de Octubre 1076, Quito, Ecuador

^b Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario – AGROCALIDAD, Eloy Alfaro y Federico González Suárez. Av. Interoceánica Km. 14 1/2, Quito, Ecuador.

^c Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México

^d Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

^e Comité Europeo para la Formación y Agricultura, Guayas 22 – 46 y Venezuela, Lago Agrio, Ecuador

Ingresado: 12/04/2022

Aceptado: 27/01/2023

Resumen

Un estudio de la entomofauna asociada al cultivo bajo sistema orgánico de quinua (*Chenopodium quinoa*) en la provincia de Chimborazo realizado entre junio de 2020 a julio de 2022, muestra que entre los fitófagos más abundantes están los áfidos. Particularmente se identificó a la especie *Hayhurstia atriplicis*, la cual está presente en todas las áreas representativas de la provincia sembradas en Quinoa del ecotipo Chimborazo, en donde se ubicaron 24 estaciones de muestreo. Así mismo *H. atriplicis* se establece en todo el ciclo fenológico del cultivo que generalmente tiene una duración de 9 a 10 meses entre octubre y julio. Cuando *H. atriplicis* se alimenta causa un síntoma característico de enrollamiento de las hojas sobre su propio haz, lo que facilita el alojamiento a las colonias del áfido. Para la confirmación de la identificación taxonómica de la especie se estudió su morfología utilizando claves dicotómicas y el apoyo de expertos internacionales. En el estudio de sus estructuras se realizó un proceso de aclaramiento y montaje en placas para microscopía. La especie *H. atriplicis* no está registrada previamente en América del Sur, siendo esta la primera vez que se lo identifica en Ecuador y en consecuencia en esta región del continente. La identificación de esta especie es importante para que otros equipos de investigadores puedan

profundizar en el conocimiento de la ecología y en su manejo integral de tal manera que se puedan evitar pérdidas económicas a la cadena de valor de la Quinoa.

Palabras clave: Áfidos, Chimborazo, Macrosiphini, Morfología, Taxonomía.

FIRST RECORD OF *Hayhurstia atriplicis* (Linnaeus, 1761) (Hemiptera: Aphididae) IN *Chenopodium quinoa* FOR ECUADOR AND SOUTH AMERICA

Abstract

A study of the entomofauna associated with the cultivation under an organic system of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in the province of Chimborazo carried out between June 2020 and July 2022, shows that aphids are among the most abundant phytophages. In particular, the *Hayhurstia atriplicis* species was identified, which is present in all the representative areas of the province planted in Quinoa of the Chimborazo ecotype, where 24 sampling stations were located. Likewise, *H. atriplicis* is established throughout the phenological cycle of the cultivation that generally lasts 9 to 10 months between October and July. When *H. atriplicis* feeds, it causes a characteristic symptom of leaf curling on its own upper surface, which facilitates accommodation for aphid

* Correspondencia a: Laboratorio de Entomología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Av. 12 de Octubre 1076, Quito, Ecuador. Teléfono: +593987453483. Correo electrónico: washipc@hotmail.com

colonies. To confirm the taxonomic identification of the species, its morphology was studied using dichotomous keys and the support of international experts. In the study of their structures, a process of clearing and mounting on plates for microscopy was carried out. The species *H. atriplicis* has not been previously recorded in South America, this being the first time it has been identified in Ecuador and consequently in this region of the continent. The identification of this species is important so that other teams of researchers can deepen their knowledge of the ecology and its integral management in such a way that economic losses to the Quinoa value chain can be avoided.

Keywords: Aphids, Chimborazo, Macrosiphini, Morphology, Taxonomy.

I. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la quinua es un cultivo de la zona Andina, que está adaptada a las condiciones ambientales (temperatura y humedad) y de altitud de estas áreas [1]. Para los habitantes de esta zona, desde tiempos históricos, es uno de los alimentos básicos en su dieta, y esto es positivo ya que posee un gran valor nutricional, tanto proteínas como aminoácidos esenciales para la alimentación humana [2,3]. Sin embargo, a pesar de todas estas características el área de cultivo es relativamente pequeña y el consumo per capita es bajo en Ecuador [1]. Este cultivo es más extensivo en Bolivia y Perú y en otros países su interés por cultivar quinua es creciente [2,4,5]. Se han realizado estudios relacionados al mejoramiento del cultivo, su manejo y al procesamiento del producto en poscosecha y su comercialización, sin embargo, en Ecuador, el estudio de las plagas de este cultivo ha sido limitado [2,6,7].

Estudios de la entomofauna de la quinua en Argentina, Ecuador, Estados Unidos, México, Perú, han revelado que este cultivo tiene varias plagas que causan daños a la planta en las diferentes estructuras y etapas fenológicas [6,8–11]. Las plagas representan una gran amenaza para el cultivo, puesto a que si no se controlan, pueden causar una disminución en la producción con consecuentes pérdidas económicas, y atentar contra la seguridad alimentaria del agricultor y su familia [10]. En la mayoría de estudios se caracteriza como plagas a lepidópteros, coleópteros, dípteros y hemípteros principalmente [6,8–11]. Dentro de los hemípteros, un grupo de gran

impacto son los áfidos o pulgones [6,8–10]. En un estudio realizado en Ecuador en la provincia de Chimborazo entre el 2020 a 2022, se estudió la entomofauna en 24 áreas de cultivo entre 3130 a 3520 ms.n.m, en donde se observó la presencia de áfidos en todos los campos estudiados [11].

Los áfidos son fitófagos que atacan a varias estructuras de las plantas de quinua, así se los encuentra en las hojas, tallos y panojas, y se los encuentra en todos los estados fenológicos del cultivo [6,8–10]. En el estudio en la provincia de Chimborazo se encontraron diferentes áfidos [11], pero se enfocó en la especie con mayor distribución en el área del cultivo de la quinua y presencia durante todo el desarrollo de la planta. Bajo este contexto el objetivo principal de este estudio fue identificar taxonómicamente a dicho áfido.

II. METODOLOGÍA

Muestreo en campo

Se realizaron muestreos en dos ciclos del cultivo en las temporadas quinueras 2019 – 2020, 2020 – 2021 y 2021 - 2022, considerando que las siembras se realizan en el trimestre de octubre a diciembre para aprovechar la lluvia y las cosechas entre junio a agosto del siguiente año coincidiendo con la época seca. Las parcelas en donde se realizó el estudio son cultivadas bajo la normativa Orgánica Ecuatoriana [12], y además cuentan con las certificaciones internacionales USDA NOP y de la Unión Europea. En la Tabla 1 se puede observar información sobre el primer y segundo muestreo; el primer muestreo para la temporada 2019 – 2020 se realizó en 14 localidades distribuidas en toda la zona de cultivo de quinua de la provincia de Chimborazo; el segundo muestreo para la temporada 2020 - 2021 se realizó en 10 localidades. En cada localidad se recolectaron tres plantas al azar y se realizó un muestreo destructivo, en donde se colectaron todos los áfidos de las diferentes estructuras de la planta.

Identificación

En la identificación taxonómica de los áfidos es necesario observar sus estructuras y morfología en microscopio (Carl Zeiss Axiostar plus), para esto se utilizó el protocolo de montaje de áfidos del laboratorio de Entomología de Agrocalidad

[13], que es el siguiente: Colocar los áfidos en alcohol al 95% y pasarlos por “baño María” durante 15 minutos. Colocar los áfidos en un tubo con NaOH y someter a “baño María” durante 10 minutos, posteriormente retirarlos del NaOH, y lavarlos con agua destilada 3 veces, dejándolos reposar en el agua durante 5 minutos entre cada lavado. Después del NaOH colocarlo en ácido acético glacial durante 5 minutos. Trasladar los áfidos a fuscina ácida y someterlos a “baño María” durante 3 a 5 minutos. Colocar nuevamente en ácido acético y retirar impurezas dentro de los áfidos observándolo en un estereo-microscopio. Montarlo en un portaobjetos de manera dorsal, y colocar el cubreobjetos. Posterior a este proceso de montaje se observan las estructuras en microscopio, y se los identifica usando las claves taxonómicas.

Para la identificación de esta especie, se usó la clave taxonómica para individuos ápteros del *Chenopodium* (Figura 1) realizada por Blackman y Eastop [14]. Además, para confirmar la identificación taxonómica, se contactó a Rebeca Peña Martínez, especialista, quien tiene una larga trayectoria en la taxonomía de áfidos.

Key to apterae on *Chenopodium*:-

1. SIPH as short as or shorter than (0.55-1.04x) cauda, and 2.7-4.2x longer their diameter at midlength. Cauda with 5-8 hairs **2**
- SIPH (if present) either longer than cauda or, if shorter, then they are less than 2.5x their diameter at midlength and/or cauda bears more than 10 hairs. **4**
2. ANT PT/BASE 1.4-2.5. SIPH slightly swollen on distal half, 0.6-0.8x cauda. Clypeus not abnormally swollen. *Hayhurstia atriplicis*
- ANT PT/BASE 0.97-1.36. SIPH tapering or cylindrical, 0.7-1.04x cauda. Clypeus swollen **3**

Fig.1. Clave taxonómica para especies de áfidos de plantas del género *Chenopodium* [14].

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación

La identificación morfológica determinó que el áfido es de la especie *Hayhurstia atriplicis* (Linnaeus, 1761), para identificarlo se observaron las características de la clave taxonómica [14]: Sifúnculo 0.70x más corto que la cauda (Fig. 2), y 2.90x más largo que su

diámetro a la longitud media (Fig. 3); cauda con 7 setas (Fig. 4); dichas características cumplen con la opción 1 de la clave, la misma que envía a la opción 2. Posteriormente, en el último segmento de la antena hay una relación de 1.98 entre PT/BASE (Fig. 5); sifúnculo 0.72x ligeramente hinchado en la parte media distal en comparación de la cauda (Fig. 6); clípeo no anormalmente hinchado (Fig. 7); estas características determinan que la especie es *H. atriplicis*. Siendo el primer registro de esta especie para el Ecuador y América del Sur. Se ha realizado la búsqueda de registros previos de esta especie, tanto en artículos científicos como en informes, y no existe literatura que la reporte en Ecuador ni América del Sur. Se tienen registros en Norte y Centro América, en Europa, Asia y África [15].



Fig.2. Medidas de la cauda y el sifúnculo, mismas que al dividir determinan que el sifúnculo es 0.70x más pequeño que la cauda.

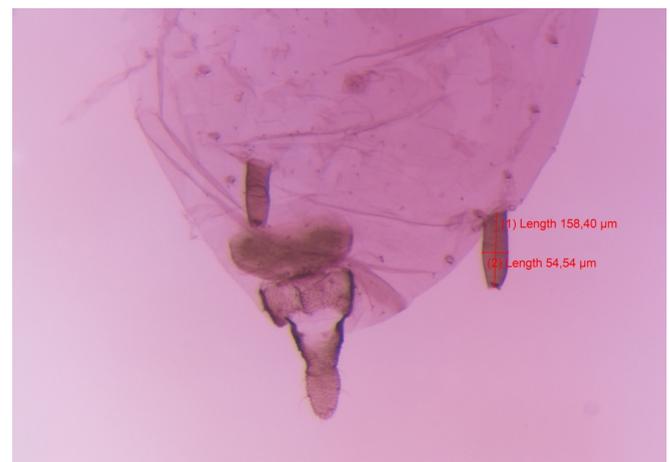


Fig. 3. Medidas del sifúnculo de largo y su diámetro, mismas que al dividir detreminan que el sifúnculo es 2.90x más largo que su diámetro.

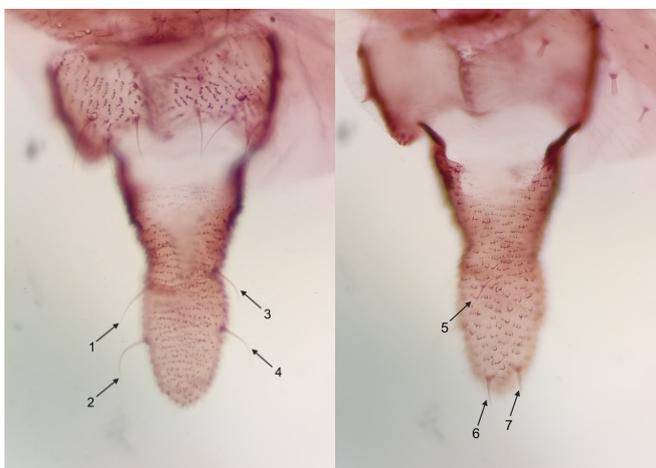


Fig.4. Cauda con 7 setas.



Fig.7. Fotografía completa de *Hayhurstia atriplicis*.



Fig.5. Medidas del último segmento de la antena, mismas que al dividir se determina una relación de 1.98 entre PT/BASE.



Fig.6. Medidas de la cauda y el sífinculo de la parte media distal, mismas que al dividir se determina que el sífinculo es 0.72x ligeramente hinchado en la parte media distal en comparación de la cauda.

H. atriplicis es conocido como “Áfido del *Chenopodium*”, cuando está presente en los cultivos de quinua, su síntoma es que las hojas se enrollan sobre su haz, creando estructuras en forma de agallas en donde viven y se reproducen [9,15,16]. Además, el enrollamiento de las hojas les sirve para protegerse de la lluvia y el sol [16]. Los individuos ápteros son de color verde cubiertos de un polvo de cera blanca y miden entre 1.5 a 2.9 mm [15]. Su reproducción es asexual partenogenética como todos los áfidos y son vivíparos, pero también se conoce que en zonas templadas del hemisferio norte del planeta, en octubre (otoño) tienen reproducción sexual y ponen huevos [15–17]. De igual manera, se tienen hembras con alas que vuelan a colonizar nuevas plantas en los cultivos [16]. En Chimborazo, donde se encontró esta especie durante el estudio, solo se ha observado reproducción asexual y no se encontraron huevos de este áfido en ninguna etapa fenológica del cultivo de Quinua.

Distribución

De acuerdo al estudio realizado, se constató la presencia de *H. atriplicis* en toda la zona de cultivo de quinua orgánica de la provincia de Chimborazo en un rango altitudinal desde los 3130 metros sobre el nivel del mar (ms.n.m) hasta los de 3520 ms.n.m. Es decir, desde las zonas relativamente bajas hasta las zonas más altas donde se produce quinua. En el primer muestreo se encontraron alrededor de 530 individuos de *H. atriplicis* de las 14 localidades. En el segundo muestreo se encontraron alrededor 1385 individuos, en las

10 localidades. En los lugares donde se realizó el monitoreo se observó el síntoma típico de enrollamiento de las hojas sobre su propio haz, esto nos indica la presencia de este áfido. Es importante mencionar que en nuestro estudio se ha encontrado la presencia de *H. atriplicis*

desde la emergencia de la planta de quinua, hasta la etapa de madurez fisiológica del grano. En la Tabla 1, se puede observar las localidades en donde se colectó, y en la Figura 8, podemos observar el mapa donde se las encuentra en el territorio.

Tabla 1. Información general, geolocalización y variables ambientales de las localidades muestreadas para el estudio [18].

Comunidad	Cantón	Parroquia	Código Muestra	Muestreo ¹	Altura msnm	Zona ²	Coordenadas UTM		Precipitación ³ mm		Temperatura Mínima		Temperatura Máxima	
							Este	Norte	<850	>850	<5°C	>5°C	<15°C	>15°C
Nitiluisa	Riobamba	Calpi	1	1	3190	Baja	749656,7	9823638,5	x		x		x	
Nitiluisa	Riobamba	Calpi	2	1	3190	Baja	749656,7	9823568,0	x		x		x	
San Vicente de Luisa	Riobamba	Calpi	3	1	3177	Baja	750923,7	9822829,1	x		x		x	
San Vicente de Luisa	Riobamba	Calpi	4	1	3172	Baja	750861,8	9822798,5	x		x		x	
San José de Gausi	Riobamba	Calpi	5	1	3130	Baja	751727,0	9822183,0	x		x		x	
San Francisco de Cunuguachay	Riobamba	Calpi	6	1	3239	Intermedia	749128,1	9820833,9	x		x		x	
Pardo Troje	Colta	Villa la Unión	7	1	3316	Intermedia	749177,0	9809587,9	x		x		x	
Majipamba	Colta	Villa la Unión	8	1	3337	Intermedia	748495,6	9808513,3	x		x		x	
Ocpote San Vicente	Colta	Santiago de Quito	9	1	3269	Intermedia	751580,2	9802456,4	x	x			x	
Ocpote San Vicente	Colta	Santiago de Quito	10	1	3268	Intermedia	751580,1	9802394,9	x	x			x	
Lupaxi Central	Colta	Santiago de Quito	11	1	3413	Alta	753059,5	9798582,9	x		x		x	
Lupaxi Central	Colta	Santiago de Quito	12	1	3414	Alta	753059,5	9798582,9	x		x		x	
Achullay	Colta	Columbe	13	1	3520	Alta	757353,0	9795350,9	x	x			x	
Achullay	Colta	Columbe	14	1	3505	Alta	757012,6	9795074,8	x	x			x	
Nitiluisa	Riobamba	Calpi	15	2	3231	Intermedia	749224,1	9823805,1	x		x		x	
San Francisco de Cunuguachay	Riobamba	Calpi	16	2	3337	Intermedia	749116,4	9821485,4	x		x		x	
San Francisco de Cunuguachay	Riobamba	Calpi	17	2	3228	Intermedia	749116,4	9821485,4	x		x		x	
San Francisco de Cunuguachay	Riobamba	Calpi	18	2	3285	Intermedia	748617,9	9820951,2	x		x		x	
Pardo Troje	Colta	Santiago de Quito	19	2	3316	Intermedia	749177,0	9809569,4	x		x		x	
Ocpote San Vicente	Colta	Santiago de Quito	20	2	3270	Intermedia	751580,3	9802487,0	x	x			x	
Ocpote San Vicente	Colta	Santiago de Quito	21	2	3265	Intermedia	751611,0	9802302,7	x	x			x	
Lupaxi Central	Colta	Santiago de Quito	22	2	3416	Alta	752533,9	9798583,5	x		x		x	
Lupaxi Central	Colta	Santiago de Quito	23	2	3407	Alta	752552,0	9798190,2	x		x		x	
Achullay	Colta	Columbe	24	2	3511	Alta	757105,4	9795105,4	x	x			x	

¹ Primer muestreo realizado de mayo a agosto de la temporada quinuera 2019 – 2020. El segundo muestreo realizado de octubre a agosto de la temporada 2020 – 2021. ² Clasificación en función de la distribución de los cultivos de Quinua en la provincia que va desde los 2800 hasta los 3800 ms.n.m. Baja: > 2800 a 3200; Intermedia > 3200 a 3400; Alta > 3400 a 3800. ³ Precipitación anual acumulada en mm menor o mayor a 850 mm. ⁴ Temperatura mínima promedia anual menor o mayor que 5°C. ⁵ Temperatura máxima promedia anual menor o mayor a 15°C.

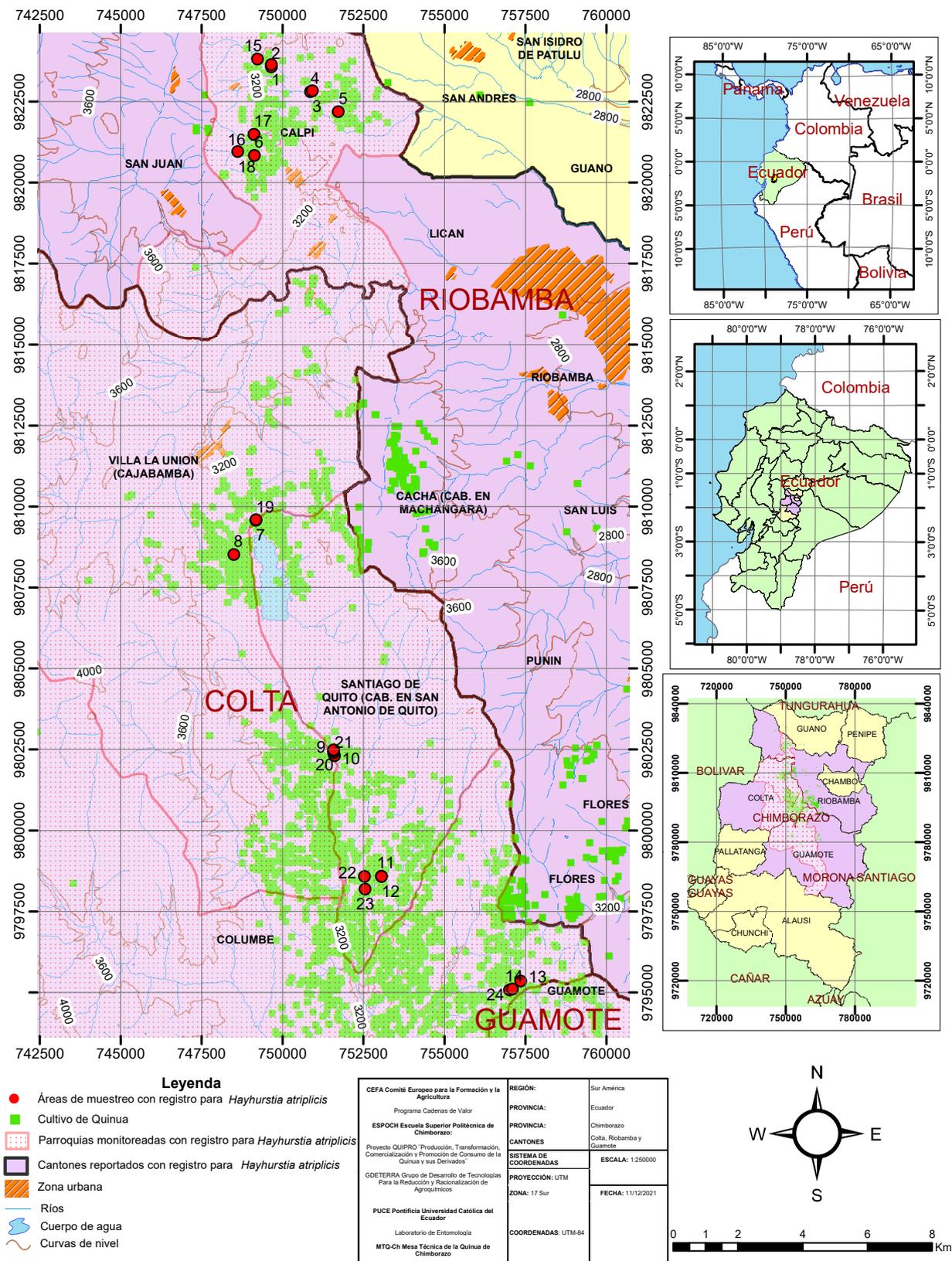


Fig.8. Mapa de la zonas estudiadas para el primer registro de *Hayhurstia atriplicis* en Ecuador.

IV. CONCLUSIONES

En el presente estudio se pudo determinar la presencia de la especie de áfido *H. atriplicis* en Ecuador, en los cultivos de quinua de la provincia de Chimborazo. Este áfido se encontró en las 24 localidades que cubren un rango altitudinal desde los 3130 hasta los 3520 ms.n.m. y cuatro zonas climáticas homogéneas, agrupadas por niveles de precipitación acumulada anual y temperaturas mínima y máxima promedio anual. La presencia de este áfido en las áreas representativas del cultivo de la Quinua en la provincia de Chimborazo y en los diferentes microclimas en donde se monitoreó, da a entender que es uno de los principales fitófagos que afecta a la quinua en términos de distribución, establecimiento y severidad dependiendo de la etapa fenológica del cultivo y de las condiciones de altas temperatura y ausencia de precipitación, las cuales son cada vez más frecuentes por la variabilidad climática. El manejo integral de *H. atriplicis* es prioritario para evitar que cause daños económicos en el cultivo ya sea por su acción directa al alimentarse o por la transmisión de algunos virus que se han reportado para esta especie. No obstante también está reportado y se pudo constatar como un hospedero de insectos parasitoides. Como recomendación se requieren más estudios para determinar su distribución real en el país y América del Sur. Es importante que sobre *H. atriplicis* se profundicen estudios sobre su dinámica poblacional, incidencia, severidad, transmisión de enfermedades a las plantas de Quinua, manejo integrado y umbrales económicos para los sistemas de producción orgánico y convencional.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se realizó gracias al Comité Europeo para la Formación y la Agricultura CEFA, que ejecutó desde el 2017 al 2022 el Programa Cadenas de Valor del que hacen parte los proyectos: Las Organizaciones Rurales y los Mecanismos de Producción y Comercialización Asociativa - Un modelo de Desarrollo Integral para el Agro Ecuatoriano - Contrato FOOD/2016/380-060, financiado por la Unión Europea; y el proyecto JUNTOS: pequeños productores en red para la

producción sostenible de café, cacao y quinua en Ecuador con código AID 011.416, financiado por la Agencia Italiana de Cooperación Para el Desarrollo - AICS. A esto se suma la ESPOCH, con el Contrato Marco con código MAE-DNB-CM-2018-0086, el mismo que titula como "ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD EN EL ECUADOR, ECOLOGÍA, CONSERVACIÓN Y SU POTENCIAL USO SOSTENIBLE", que se utilizó para la colecta de los insectos.

Se agradece a la Ing. Carmen Castillo PhD del Departamento Nacional de Protección Vegetal, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP; MSc. Heidy Gamarra investigadora asociada del Centro Internacional de la Papa; Ing. Adrina Mariño del Laboratorio de Entomología de Agrocalidad; Bio. Diego Bastidas director ejecutivo de la Sociedad Entomológica Ecuatoriana; PhD Verónica Crespo, PhD Santiago Ron, MSc. Claudia Terán y Microbiólogo Bolívar Salas, investigadores de la PUCE que colaboraron con esta investigación.

Finalmente el agradecimiento especial a los productores de la provincia de Chimborazo: Juan Yuquilema de la comunidad de Achullay en Guamate, Marianita Lema Abat de la comunidad San José Gaushi, Faustino Paucar Lema de la comunidad Nitiluisa, Camen Ilbay de la comunidad San Francisco Cunuguachay, Alonso Buñay Cujilema de la comunidad Pardo Troje, Juan Miranda de la comunidad Lupaxi Central, y Carlos Yuquilema de la comunidad Troje Chico.

REFERENCIAS

- [1] Peralta-I E, Mazón N. Quinoa in Ecuador. In: State of the art report on Quinoa around the world in 2013. 2015. p. 388-400.
- [2] Ruales J, Nair BM. Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Plant Foods Hum Nutr.* 1992;42(1):1-11.
- [3] Tapia B. C, Peralta E, Mazón O. N. Colecciones núcleo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del Banco de Germoplasma del INIAP, Ecuador. *Rev Científica Axioma.* 2015;13:5-9.
- [4] Vargas Huanca DE, Boada M, Araca L, Vargas W, Vargas R. Agrobiodiversidad y economía de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en comunidades aymaras de la cuenca del Titicaca. *Idesia.* 2015;33(4):81-7.

- [5] Bazile D, Baudron F. The dynamics of the global expansion of quinoa growing in view of its high biodiversity. In: State of the Art Report of Quinoa in the World in 2013. 2015. p. 42–55.
- [6] Dughetti AC. Plagas de la Quinoa y sus enemigos naturales en el Valle inferior del río Colorado, Buenos Aires, Argentina. Inst Nac TecnolAgropecuMinistAgricGanadypesca.2015;
- [7] Bazile D, Bertero HD, Nieto C. State of the Art Report of Quinoa in the World in 2013. 2013.
- [8] Cranshaw WS, Kondratieff BC, Qian T. Insects Associated with Quinoa, *Chenopodium quinoa*, in Colorado. J Kansas Entomol Soc [Internet]. 2014;63(1):195–9. Available from: <http://www.jstor.org/stable/25085162>.
- [9] Terrón S R, Peña Martínez R, Rodríguez N, A. Fierro A. Insectos y ácaros asociados a quelite cenizo, *Chenopodium album* L., (Chenopodiaceae) y quelite colorado, *Amaranthus hybridus* L., (Amaranthaceae) en Las Ánimas, Tulyehualco, Distrito Federal, México. 2008. p. 9–20.
- [10] Delgado Mamani P, Goyzueta Hancco W, Castro Hancco J, Loza del Carpio A, Chura Parisaca E. Manual técnico: Plagas de la quinua, manejo integrado para agricultura sostenible y resiliente. 2020.
- [11] Hinojosa L, Leguizamo A, Carpio C, Muñoz D, Mestanza C, Ochoa J, et al. Quinoa in Ecuador: Recent advances under global expansion. Plants. 2021;10(2):1–24.
- [12] AGROCALIDAD. Instructivo de la normativa general para promover y regular la producción orgánica-ecológica-biológica en el Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca 2013 p. 202.
- [13] AGROCALIDAD. Procedimiento específico de ensayo para identificación de Áfidos. 2014. p. 27.
- [14] Blackman RL, Eastop VF. APHIDS on the World's Herbaceous Plants and Shrubs, VOLUME 1 Host and Keys. 2006.
- [15] ABlackman RL, Eastop VF. APHIDS on the World's Herbaceous Plants and Shrubs, VOLUME 2 The Aphids. 2006.
- [16] Hayhurst P. Observations on a Gall Aphid (*Aphis Atriplicis* L.)*. Ann Entomol Soc Am. 1909;2(2):88–99.
- [17] Mondor EB, Tremblay MN, Messing RH. Morphological and ecological traits promoting aphid colonization of the Hawaiian Islands. Biol Invasions. 2007;9(1):87–100.
- [18] Taguacundo O. Desarrollo de productos meteorológicos para la provincia de Chimborazo. 2021.