



Memorias

V Taller Internacional de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* y otras polillas de la papa

9 y 10 de junio 2022
Quito – Ecuador

Evento virtual realizado dentro del marco de celebraciones por el
Día Nacional de la Papa en Ecuador

Diciembre 2023

Instituto Nacional
de Investigaciones
Agropecuarias

EL NUEVO
ECUADOR



V Taller Internacional de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* y otras polillas de la papa.

Organizadores:

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)
Centro Internacional de la Papa (CIP)
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

Coordinadores:

Carmen Castillo (INIAP)
Nancy Panchi (CIP)
Marcelo Racines (INIAP)

Comité científico:

Heidy Gamarra (CIP)
Xavier Cuesta (INIAP)

Comité editor:

Nancy Panchi (CIP)
Carmen Castillo (INIAP)
María Sol Rivadeneira (CIP)

Fotografías:

Portada: Álvaro Barragán (PUCE);1,2,3,4: INIAP.

Diseño y diagramación:

Stefanny López (Marka Digital)

Cita

Panchi, N., Castillo, C., Rivadeneira, M. Memorias del V Taller Internacional de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* y otras polillas de la papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2023. 39p.

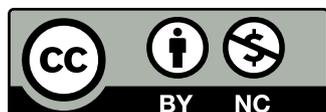
Enlace de las conferencias del taller:

Video taller polilla día 1: <https://youtu.be/yrlmVgNEIXI>
Video taller polilla día 2: <https://youtu.be/rPdnPTTQ1tg>

ISBN: ISBN: 978-9942-22-588-7



El CIP agradece a los donantes y organizaciones que apoyan globalmente su trabajo a través de sus contribuciones al Fondo Fiduciario del CGIAR: www.cgiar.org/funders



© 2023. Esta publicación está registrada por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Está licenciada para su uso bajo la Licencia Internacional de Atribución 4.0 de Creative Commons

Prólogo

Asegurar la producción sostenible de papa (*Solanum tuberosum* L.) es un desafío importante que enfrenta la agricultura a nivel mundial. Las plagas de insectos son las principales limitaciones bióticas que afectan el rendimiento de la papa y la calidad de los tubérculos. A nivel mundial, las pérdidas se estiman en promedio en un 16 %, y localmente, si no se controlan de manera rutinaria, pueden alcanzar entre un 30 y un 70 % para diversas plagas. El alto uso de pesticidas para controlar estas plagas es de gran preocupación para la salud humana y ambiental. Además, se espera que el cambio climático amplíe potencialmente el rango geográfico de distribución de plagas, y que el aumento de las poblaciones conduzca a mayores pérdidas de cultivos y poscosecha. Este problema solo se puede abordar mediante el desarrollo y la adaptación e implementación más amplia de enfoques de Manejo Integrado de Plagas (MIP). El MIP conducirá a sistemas de producción de papa sostenibles y más resilientes que no dependan demasiado de los pesticidas. En última instancia, esto contribuirá a alcanzar los Objetivos de Desarrollo de las Naciones Unidas al mejorar la seguridad alimentaria y nutricional a nivel mundial.

El Quinto Taller Internacional sobre la polilla guatemalteca de la papa, *Tecia solanivora*, y otras polillas de la papa (es decir, la polilla común de la papa, *Phthorimaea operculella*, y la polilla andina de la papa, *Symmetrischema tangolias*) fue un evento virtual del 9 al 10 de junio de 2022, como parte de las celebraciones del día nacional de la papa en Ecuador. Los organizadores fueron el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), el Centro Internacional de la Papa (CIP), y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Este importante evento reunió a científicos de 35 instituciones de investigación nacionales e internacionales para compartir los avances y resultados obtenidos internacionalmente en el manejo sostenible de las polillas de la papa. El enfoque de las presentaciones e investigaciones abarcó desde estudios para comprender mejor la distribución, prevalencia y dinámica poblacional y crecimiento de las tres especies en los países de América Latina mediante el uso de herramientas de monitoreo y modelado de insectos, y opciones tecnológicas como el desarrollo de sistemas de atracción y eliminación de *T. solanivora*, uso de liberaciones aumentadas de agentes de control biológico y detección de resistencia.

Esperamos que el taller estimule aún más la colaboración entre las diversas instituciones involucradas en la investigación de las polillas del tubérculo para avanzar aún más en la investigación innovadora presentada durante el taller y para implementar enfoques de manejo integrado en beneficio de los productores de papa. Esperamos que las memorias de este taller sean de utilidad en este sentido.

Prologue

Ensuring the sustainable production of potato (*Solanum tuberosum* L.) is an important challenge faced by agriculture globally. Insect pests are major biotic constraints affecting potato yields and tuber quality. Globally, losses are estimated on average at 16%, and locally, if not routinely controlled, can reach between 30 and 70% for various pests. The high pesticide uses to control these pests are of high human and environmental health concern. Further, it is expected that climate change will potentially expand the geographical range of pest distribution, and increasing populations will lead to greater crop and post-harvest losses. This issue can be only addressed by developing and more widely adapting and implementing Integrated Pest Management (IPM) approaches. IPM will lead to sustainable and more resilient potato production systems not overly dependent on pesticides. This will ultimately contribute to reach the Development Goals of the United Nations by improving food and nutrition security globally.

The Fifth International Workshop on the Guatemalan potato tuber moth, *Tecia solanivora*, and other potato tuber moths (i.e., the common potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*, and the Andean potato tuber moth, *Symmetrischema tangolias*) was organized as a virtual event from 9-10 June, 2022, celebrating the national day of potato in Ecuador, by the National Institute of Agricultural Research (INIAP), the International Potato Center (CIP), and the Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture (IICA).

This important event brought scientists of 35 international and national research institutions together to share advances and results made internationally in managing potato tuber moths sustainably. The focus of the presentations and research ranged from studies for better understanding the distribution, prevalence and population dynamics and growth of the three species in Latin American countries by using monitoring and insect modelling tools, and technological options such as the development of attract-and-kill for *T. solanivora*, use of augmentative releases of biocontrol agents, and screening for resistance.

We expect that the workshop will further stimulate the collaboration among the various institutions involved in tuber moth research to further advance the innovative research presented during the workshop and to implement integrated management approaches for the benefit of potato growers. We hope that the proceedings of this workshop will be useful in this respect.

Contenido

Los insectos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: ¿Qué novedades para el manejo agroecológico de plagas?.....	11
Evaluación del control etológico de polillas en cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades de Imbabura.....	13
Dinámica de las polillas de la papa en los Andes: resumen y perspectivas.....	15
Evaluación de la fluctuación de las palomillas en cultivos establecidos de <i>Solanum tuberosum</i> L. en la Dolorosa, el Panecillo, Barrio el Norte, Tungurahua.....	19
Análisis de riesgo y su validación para el complejo polilla usando ILCYM en las zonas de Cotopaxi e Imbabura, Ecuador.....	21
Evaluación de la dinámica poblacional del complejo de polillas en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.), en la zona sureste de la provincia del Carchi.....	23
Evaluación de la fluctuación de la población de las polillas (<i>Tecia solanivora</i> , <i>Phthorimaea operculella</i>) en cultivos establecidos de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) en tres localidades del cantón Guano.....	25
Resultados de laboratorio de la técnica “attract an kill” sobre la polilla guatemalteca de la papa (<i>Tecia solanivora</i>).....	27
“Evaluación de la población de la palomilla de la papa a través de trampas en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.) en la provincia de Imbabura”.....	29
Evaluación del control biológico con <i>Trichogramma</i> spp. y <i>Blattisocius tarsalis</i> sobre la polilla guatemalteca de la papa <i>Tecia solanivora</i>	31
Daño de las palomillas de la papa <i>Phthorimaea operculella</i> y <i>Tecia solanivora</i> en Guatemala.....	33
¿Cómo va AGROSVIA en la búsqueda de fuentes de resistencia a la polilla guatemalteca en Colombia?.....	35

Los insectos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: ¿Qué novedades para el manejo agroecológico de plagas?

Olivier Dangles¹

¹ Instituto de Investigación para el Desarrollo Sostenible (IRD).

Autor correspondiente: Olivier.dangles@ird.fr

Palabras clave: entomología, plagas, polinizadores.

Los insectos representan el 80% de las especies de la Tierra y tienen un impacto significativo en los seres humanos, que generalmente los ven a través de un paradigma dual de “enemigos y amigos”. Como vectores de enfermedades, los insectos son responsables cada año de más muertes que todos los conflictos armados. Como polinizadores de cultivos y recicladores de materia orgánica, desempeñan un papel vital en la producción de alimentos y el mantenimiento de las poblaciones de vertebrados. En esta presentación, sostengo que ha llegado el momento de avanzar hacia un nuevo paradigma, el de “los insectos como soluciones” para abordar los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Las Naciones Unidas adoptaron en 2015 un total de 17 ODS como parte de una nueva agenda internacional para abordar los retos más fundamentales de la sostenibilidad global y el desarrollo humano. En este número especial se ofrece una mini- revisión de la utilidad de los insectos para abordar estos retos globales, tomando ejemplos tanto de países desarrollados como en vías de desarrollo.

Como componente central de la intensificación sostenible, el control biológico constituye una solución a medida para la gestión a largo plazo tanto de las plagas endémicas como de las invasoras, contribuyendo así a los ODS nº 1 y 15. El mercado mundial del control biológico se está expandiendo rápidamente, con soluciones que combinan los conocimientos entomológicos clásicos y las innovaciones para controlar las plagas. Debido a que esta solución permite un control de plagas sostenible y a gran escala, los inversores y los profesionales seleccionan las técnicas basadas en insectos en lugar de las convencionales. La investigación y el desarrollo de los insectos permiten alcanzar muchos objetivos de desarrollo, como la mejora de la seguridad alimentaria, la reducción del uso de plaguicidas, la creación de empleo, la innovación y el apoyo a una producción responsable.



Fotografía 1: Daño de tubérculos de papa



Fotografía 2: Daño de tubérculos de papa

Evaluación del control etológico de polillas en cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades de Imbabura

Elvia M., Túquerres¹; Julia K., Prado¹; Carmen Castillo², Nancy Panchi³

¹ Universidad Técnica del Norte. Autor correspondiente: emtuquerrest@utn.edu.ec

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

³ Centro Internacional de la Papa

Palabras clave: Daños, Feromona sexual, Trampa.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es el tercer cultivo alimenticio en el mundo, después del arroz (*Oryza sativa*), trigo (*Triticum aestivum*) y maíz (*Zea mays*) (Ospina, 2012), y es uno de los principales rubros económicos del Ecuador, ya que es cultivado en 11 provincias del país. Este cultivo es afectado por diversas plagas como el complejo de las tres especies de polillas. *Tecia solanivora* fue detectada en el país en el año 1996 en la provincia del Carchi. La etapa larval de las tres polillas es la más dañina debido a que se alimenta del tubérculo de papa, lo cual afecta su calidad hasta un 40% en campo y 80% en almacenamiento (Oyarzún *et al.*, 2002).

Las trampas con feromona sexual son una estrategia alternativa de control de bajo impacto ambiental, ya que genera un control directo (trampeo masivo) e indirecto (interrupción de la cópula) puesto que la trampa atrae y captura a los machos de la polilla evitando la cópula (Trujillo y Perera, 2011). Suquillo *et al.* (2003) indica en su investigación realizada en la provincia del Carchi, donde con 2 trampas/ha capturó 4042 polillas machos/ha y con 10 trampas/ha capturó 11904 polillas machos/ha, el cual presentó un 4% menos de daño en el tubérculo que la densidad de 2 trampas/ha.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la zona norte del Ecuador, provincia de Imbabura, en los cantones Ibarra, Antonio Ante y Cotacachi, parroquias El Sagrario (3235 m.s.n.m.; 0° 20' 50.9" N y 78° 04' 03.2" O), San Francisco de Natabuela (2853 m.s.n.m.; 0° 17' 36.9" N y 78° 11' 26.0" O) e Imantag (2418 m.s.n.m.; 0° 21' 21.2" N y 78° 14' 44.0" O) entre mayo y noviembre de 2021. Se utilizó la variedad Super Chola.

Se utilizó el Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA), que constó de un factor (Distribución de trampas con feromonas) y tres bloques distribuidos en Ibarra, Antonio Ante y Cotacachi. El Nivel 1 fue el lote testigo sin trampas, el Nivel 2 constó de una trampa con feromona por especie de polilla (*T. solanivora*, *S. tangolias* y *P. operculella*) desde la siembra hasta la cosecha del cultivo, mientras que el Nivel 3 inicialmente constó de tres trampas con feromona, una para cada especie de polilla y si en el monitoreo quincenal el 50% de las trampas instaladas sobrepasaba de 50 polillas, se incrementó una trampa. Se evaluó la dinámica poblacional, número de trampas, incidencia de la plaga en el tubérculo, rendimiento (t/ha), número de polillas en postcosecha y ciclo de vida de la polilla. Además, para la evaluación de dos variables en postcosecha, se realizó cajas entomológicas con cajas de cartón y tela tul, donde se colocó 2.5 kg de tubérculos de papa de cada localidad.

Para cada variable se realizó el análisis estadístico de varianza (ADEVA) con pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) cuando se cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza; de lo contrario se utilizaron pruebas Friedman para datos no paramétricos. El análisis se realizó mediante el programa estadístico InfoStat, versión 2020.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis para la dinámica poblacional mostró que tanto en el N2 como en el N3 hasta los 135 días después de la siembra hubo una similitud en el número de adultos machos de polilla capturados por trampa correspondientes a las tres especies de polilla, mientras que, en el N2 en el día 150 y 165 la captura de *T. solanivora* y *P. operculella* fue similar en comparación con la especie *S. tangolias*, sin embargo, en el N3 para el día 150 tuvo una variabilidad entre la captura de las tres especies de polilla, en el día 165 existió una similitud entre *S. tangolias* y *P. operculella* y para el día 171 la captura de las tres especies de polilla tanto en N2 y como en N3 presentaron una similitud. El número de trampas mostró que para la especie *P. operculella* se mantuvo en un incremento de 1 trampa por cada monitoreo a partir de los 90 días después de la siembra hasta la cosecha (día 171), mientras que para *T. solanivora* y *S. tangolias* el incremento de trampas se dio a partir del segundo monitoreo (día 30) en el Nivel 3.

La incidencia de la plaga en el tubérculo mostró que el número de tubérculos dañados fue mayor en el lote testigo (N1) con 14.5% más que el Nivel 2 y con 20.36% más que el Nivel 3. El rendimiento mostró que no existe un efecto de la densidad de trampas con feromona sexual en el rendimiento (t/ha) del cultivo de papa ($p= 0.7042$). El número de polillas en postcosecha mostró que en las muestras de los lotes testigos hubo mayor número de polilla de las tres especies en comparación con N2 y N3. El ciclo de vida de la polilla mostró que la media de la aparición del adulto fue entre 42 a 46 días después de la cosecha y con una media de entre 16 a 19 días de vida del adulto.

CONCLUSIONES

La investigación sugiere que el uso de trampas con feromonas podría ser una alternativa para el control de polillas, en esta investigación se encontró que las trampas influyen en la incidencia de la plaga en el tubérculo, reduciendo el daño en las tres localidades de Imbabura.

BIBLIOGRAFÍA

- Ospina, R. 2012. Alternativa de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradables: el caso del almidón residual derivado de la industrialización de la papa. Escuela de Administración de Negocios. 1(72): 182-192.
- Oyarzún, P., Gallegos, P., Asaquibay, C., Forbes, G., Ochoa, J., Paucar, B., Prado, M., Revelo, J., Sherwood, S. y Yumisaca, F. 2002. Capítulo 4: Manejo integrado de plagas y enfermedades, pp. 85-169. En M. Pumisacho y S. Sherwood. (eds.). El cultivo de la papa en Ecuador. 1ª Ed. INIAP-CIP. Quito. 233 p.
- Trujillo, E. y Perera, S. 2011. Estudio comparativo de dos feromonas sexuales y de dos tipos de trampas para la captura de adultos de la polilla guatemalteca de la papa. Cabildo Insular de Tenerife. Islas Canarias, España. 12 p.
- Suquillo, J., Barrera, V. y Gallegos, P. 2003. Sistematización de tecnologías desarrolladas para el control de *Tecia solanivora*, dentro de un programa de manejo integrado de plagas. INIP. 52 p.

Dinámica de las polillas de la papa en los Andes: resumen y perspectivas

François Rebaudo¹

¹UMR EGCE ; IRD, CNRS, UPSaclay; Gif-sur-Yvette; France.

Autor correspondiente: francois.rebaudo@ird.fr

Palabras clave: modelo, temperatura, dinámica.

INTRODUCCIÓN

T. solanivora es una especie invasora introducida en Ecuador probablemente a través del comercio de tubérculos con países de América Central y del Sur, como se evidencio, gracias a la variabilidad genética entre poblaciones a través de marcadores microsátélites e mitocondriales (Puillandre *et al.* 2008, Torres *et al.* 2009). Este tipo de dispersión de la plaga invasora a través del comercio de su planta huésped ilustra el papel preponderante de las actividades humanas en la circulación de las plagas de los cultivos. Más allá de la dispersión pasiva de la polilla a través del comercio de tubérculos, los análisis genéticos también demuestran su capacidad para establecerse y reproducirse en su nuevo entorno. En un ambiente agrícola, artificializado por las prácticas agrícolas (e.g., siembras, cosechas), la dinámica de la polilla dependerá tanto de los métodos de manejo de plagas como de las variables ambientales. Debido a las interacciones entre el sistema social y el sistema ecológico, se establece un enfoque de modelado del sistema socio ecológico para explorar los determinantes de la dinámica espacio- temporal de las polillas a distintas escalas. Los objetivos son explorar los mecanismos que explican la distribución de la plaga e identificar y cuantificar la respuesta de la plaga a las variables de su entorno. A nivel aplicado, el objetivo es implementar nuevas técnicas de control respetuosas con el medio ambiente y estudiar la adopción de las técnicas por parte de los agricultores. Los diversos estudios presentados aquí se centran en el trabajo realizado en los Andes desde 2010.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se ejecutó en Ecuador, Perú y Bolivia con la colaboración de varias instituciones. La dinámica de la población de plagas se monitoreó utilizando trampas de feromonas dentro del cuadro de un monitoreo participativo. Se desarrolló un modelo que simula las interacciones entre los agricultores y la plaga en un paisaje agrícola para su uso como juego de roles para mejorar las prácticas agrícolas. Luego, se estudió el caso particular de un valle ecuatoriano para seguir la dispersión de la plaga a escala local e integrando componentes humanos como los lugares de almacenamiento de tubérculos, y los movimientos de agricultores fuera del valle. Se evaluó la efectividad de un virus entomopatógeno para el control de *T. solanivora*. Mediante modelos teóricos de difusión de información entre agricultores, se ha estudiado la difusión de prácticas de control para evaluar el tiempo de adopción de innovaciones agrícolas. Además, se ha evaluado el impacto del cambio climático y su papel en la gestión adaptativa de las plagas. Junto con estos estudios, se estudió el papel de la temperatura y el microclima en el desarrollo de los insectos para comprender mejor la distribución y fenología de las plagas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los participantes del monitoreo recopilaron datos del frente de invasión de *T. solanivora*, que revelaron una conexión entre la abundancia de plaga y la lejanía del mercado principal (Dangles *et al.* 2010). Las evaluaciones de las sesiones de capacitación que utilizan el juego de roles brindó a los agricultores evidencia de que las plagas se propagan a través de su comunidad no como resultado de decisiones aisladas sino como resultado de interacciones, y les permitió presentarles la importancia de planificar en conjunto el manejo de plagas al nivel del territorio (Rebaudo *et al.* 2011). El estudio de la presencia

y ausencia de la plaga en un valle ecuatoriano muestra el importante papel de las estructuras de almacenamiento de tubérculos en la distribución de plagas. Su presencia explica la distribución a altitudes superiores a las predichas por modelos basados en la temperatura del aire (Crespo-Pérez *et al.* 2011). Además, este estudio muestra la importancia del microclima en la distribución de plagas. Con el fin de definir nuevas estrategias de control, durante los experimentos de laboratorio se observó un control satisfactorio de la plaga mediante el uso del virus entomopatógeno (Carpio *et al.* 2013). Los estudios para evaluar el tiempo de adopción de las innovaciones agrícolas revelan que, si bien la cooperación ha tenido costos a corto plazo para los agricultores, ha valido la pena a largo plazo, ya que ha reducido la infestación de plagas a nivel de comunidad agrícola. Sin embargo, el lento proceso de aprendizaje impuso restricciones al conocimiento que podría generarse dentro de las comunidades agrícolas a lo largo del tiempo. Esto provocó retrasos en la difusión y aplicación de las innovaciones agrícolas y reforzó el interés y la importancia de las escuelas de campo (Rebaudo y Dangles 2011, Rebaudo y Dangles 2013). Además, los resultados de la adaptabilidad de los agricultores frente al cambio climático sugieren que las temperaturas variables condujeron a estrategias de control de plagas menos efectivas que las utilizadas a temperaturas estables (Rebaudo y Dangles 2015). Después de cuantificar la diferencia entre el clima local y el microclima (Faye *et al.* 2016) y estudiar la respuesta de los insectos a la temperatura (Rebaudo y Rabhi 2018, Rebaudo *et al.* 2018), parece que el conocimiento del microclima mejora las predicciones de los modelos (Rebaudo *et al.* 2016), al igual que el conocimiento de la heterogeneidad de la temperatura en el microclima de los insectos (Faye *et al.* 2017).

CONCLUSIONES

Estos trabajos destacan la necesidad de considerar conjuntamente los sistemas sociales y ecológicos para comprender, describir y predecir la distribución y la dinámica de las polillas de la papa. También destacan la importancia de la temperatura medida en el microclima de los insectos y su variación en el tiempo y el espacio para establecer sistemas expertos de control de plagas.

BIBLIOGRAFÍA

- Carpio C., Dangles O., Dupas S., Léry X., López-Ferber M., Orbe K., Páez D., Rebaudo F., Santillán A., Yangari B., Zeddám J.L. (2013) Development of a viral biopesticide for the control of the Guatemala potato tuber moth *Tecia solanivora*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 112:184-191. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2012.11.014>
- Crespo-Pérez V., Rebaudo F., Silvain J.F., Dangles O. (2011) Modeling invasive species spread in complex landscapes: the case of potato moth in Ecuador. *Landscape Ecology*, 26:1447-1461. <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9649-4>
- Dangles O., Carpio F.C., Villares M., Yumisaca F., Liger B., Rebaudo F., Silvain J.F. (2010) Community-based participatory research helps farmers and scientists to manage invasive pests in the Ecuadorian Andes. *Ambio*, 39:325-335. <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0041-4>
- Faye E., Rebaudo F., Carpio C., Herrera M., Dangles O. (2017) Does heterogeneity in crop canopy microclimates matter for pests? Evidence from aerial high-resolution thermography. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 246: 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.05.027>
- Faye E., Rebaudo F., Yáñez-Cajo D., Cauvy-Fraunié S., Dangles O. (2016) A toolbox for studying thermal heterogeneity across spatial scales: from unmanned aerial vehicle imagery to landscape metrics. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(4): 437-446. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12488>
- Rebaudo F., Crespo-Pérez V., Silvain J.F., Dangles O. (2011) Agent-Based Modeling of Human-Induced Spread of Invasive Species in Agricultural Landscapes: Insights from the Potato Moth in Ecuador. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 14:3. <https://doi.org/10.18564/jasss.1802>
- Rebaudo F., Dangles O. (2011) Coupled Information Diffusion – Pest Dynamics Models Predict Delayed Benefits of Farmer Cooperation in Pest Management Programs. *PLoS Computational Biology*, 7:10. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1002222>
- Rebaudo F., Dangles O. (2013) An agent-based modeling framework for integrated pest management

- dissemination programs. *Environmental Modelling and Software*, 45:141-149. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.06.014>
- Rebaudo F., Dangles O. (2015) Adaptive Management in Crop Pest Control in the Face of Climate Variability: An Agent-Based Modeling Approach. *Ecology & Society*, 20(2):18. <https://doi.org/10.5751/ES-07511-200218>
- Rebaudo F., Faye E., Dangles O. (2016) Microclimate data improve predictions of insect abundance models based on calibrated spatiotemporal temperatures. *Frontiers in Physiology*, section Invertebrate Physiology, 7. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00139>
- Rebaudo F., Rabhi V.B. (2018) Modeling temperature-dependent development rate and phenology in insects: review of major developments, challenges, and future directions. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 166(8): 607-617. <https://doi.org/10.1111/eea.12693>
- Rebaudo F., Struelens Q., Dangles O. (2018) Modeling temperature-dependent development rate and phenology in arthropods: the devRate package for R. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(4): 1144-1150. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12935>



Fotografía 3: Trampas con feromonas



Fotografía 4: Trampas con feromonas

Evaluación de la fluctuación de las palomillas en cultivos establecidos de *Solanum tuberosum* L. en la Dolorosa, el Panecillo, Barrio el Norte, Tungurahua

Laura A. Caranqui¹, Carlos F. Carpio¹

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – ESPOCH. Carrera de Ing. Agronómica. Riobamba, Ecuador.

Palabras clave: Población, Altitud, Especie.

INTRODUCCIÓN

La papa se originó hace 8000 años aproximadamente en las montañas de los Andes de América del Sur, es el cuarto alimento básico a nivel mundial. En el Ecuador cerca de 80 mil productores se dedican al cultivo y a su comercialización (Cuesta *et al.*, 2018).

Con el paso del tiempo los cambios climáticos, la infestación de nuevas plagas y el desconocimiento del manejo integrado de plagas ha generado pérdidas significativas en el rendimiento y calidad. Una de las limitantes del cultivo son las palomillas debido a que afectan la calidad de la papa tanto en la bodega como en el campo, el objetivo radica en estimar la fluctuación de la población de dos especies de palomillas de la papa *Phthorimaea operculella* Zeller. y *Tecia solanivora* Povolný en La Dolorosa, El Panecillo, Barrio El Norte, Tungurahua. La presente investigación permitirá identificar los niveles de población de las palomillas y facilitar la toma de decisiones para su manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en Tungurahua, cantón Quero, parroquia Yanayacu, a partir del 18 de agosto al 20 de octubre de 2021 en sectores situados a diferentes altitudes: zona alta (Dolorosa 3450,8 m.s.n.m.), zona media (Panecillo 3400 m.s.n.m.) y zona baja (Barrio el Norte 3278 m.s.n.m.).

Para el muestreo de las palomillas se emplearon feromonas para cada una de las especies (*Tecia solanivora* Povolný) y (*Phthorimaea operculella* Zeller.). Los corchos de feromonas se instalaron en ganchos de alambre dentro de las botellas plásticas de 1 galón con una solución de agua y jabón. Las trampas fueron colocadas a una distancia de 10 metros entre sí y distribuidas en forma triangular. Se tomaron las muestras cada semana con la ayuda de un colador y se contabilizó el número de palomillas que caían en cada trampa. Los datos se registraron en el aplicativo EPICOLLECT5.

Debido al alto coeficiente de variación se realizó la transformación de los datos de la población de las especies de palomillas a logaritmo natural para realizar el análisis de varianza de un experimento en serie de la población con la interacción de localidad por especie.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados no hubo significancia estadística en la interacción, ni en la especie, pero sí en las localidades. Se obtuvo mayor presencia de *Phthorimaea operculella* en todas las 3 localidades de estudio, se encontró en la zona baja un total de 421, en la zona media 114 y en la zona alta 55 adultos. Esta palomilla presentó mayor población en la zona baja ya que se encuentra a una altitud de 3278 m.s.n.m. donde las condiciones climáticas para el desarrollo de las palomillas fueron favorables, como lo menciona Barragan (2005) esta especie se desarrolla hasta los 3500 m.s.n.m., siendo así que entre menor sea la altitud donde se encuentran los cultivos habrá mayor incidencia de esta especie. Cabe mencionar que hubo un pico alto en la fluctuación de la población en las semanas 4 y 5 debido a que fueron las épocas más secas, la semana 4 con una precipitación de 6.78 mm y la semana 5 con 7.33 mm de precipitación generando las condiciones ideales para el desarrollo de la población de *Phthorimaea operculella* como lo indica Vignola *et al.* (2017) que dice que la falta de precipitación crea condiciones climáticas ideales para la proliferación de insectos como las palomillas.

Se encontró abundancia de la población de las palomillas especie *Tecia solanivora*, muestreando en la zona baja 237, zona media 42 y en la zona alta 33 adultos, siendo así la zona baja con mayor abundancia de *Tecia solanivora* debido a que está situado a una altura de 3278 m.s.n.m. presentando así esta localidad las condiciones más aptas para el aumento poblacional, como lo indica Gallegos *et al.* (1997) esta especie se desarrolla hasta una altura de 3200 m.s.n.m. aproximadamente. En las últimas semanas del monitoreo se observó el aumento de esta población pues el cultivo se encontraba en su etapa final, tal como lo menciona Torres (1998) que la población de *Tecia solanivora* va creciendo a medida que se desarrolla el cultivo, los individuos se incrementan considerablemente desde el comienzo de la tuberización y llegando al punto más alto de su fluctuación en las semanas antes de la cosecha.

CONCLUSIÓN

En la investigación realizada, la especie de palomillas *Phthorimaea operculella* predomina en las 3 localidades de estudio con un total de 590 individuos durante todo el periodo de investigación a comparación de *Tecia solanivora* con apenas 312 individuos. No hubo efecto en la interacción, ni en las especies, pero si en las localidades estudiadas; en el Barrio El Norte se registró mayor abundancia de polillas que en La Dolorosa y El Panecillo.

BIBLIOGRAFÍA

- Barragan, Álvaro. 2005. Identificación, biología y comportamiento de las polillas de la papa en el Ecuador (en línea). Disponible en: [horizon.documentation.ird.fr https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cc-2010/010044653.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cc-2010/010044653.pdf). [Citado el: 13 de Noviembre de 2021.]. Ecuador.
- Cuesta, y otros. 2018. Guía de manejo de la punta morada de la papa (en línea). disponible en: [repositorio.iniap.gob.ec. https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5653/1/Gu%.pdf](https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5653/1/Gu%.pdf). [Citado el: 13 de Septiembre de 2021.].
- Gallegos, P., y Suquillo, J. 1997. Monitoreo de la polilla (*Tecia solanivora*) (en línea). disponible en: [repositorio.iniap.gob.ec. https://repositorio.iniap.gob.ec/146p29.pdf](https://repositorio.iniap.gob.ec/146p29.pdf). [Citado el: 13 de 11 de 2021.]
- Torres, F. 1998. Biología y Manejo Integrado de La polilla Centroamericana. Maracay : Fondo Nacional de Investigación Agropecuarias/ Fundación para el desarrollo de la Ciencia y Tecnología del estado táchira, 1998. pág. 22. ISBN 980-329-194-7.
- Vignola, Raffaele, y otros. 2017. Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de papa en costa rica (en línea). Disponible en: [www.mag.go.ec http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-papa.pdf](http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-papa.pdf). [Citado el: 04 de Diciembre de 2021.]. Ecuador.

Análisis de riesgo y su validación para el complejo polilla usando ILCYM en las zonas de Cotopaxi e Imbabura, Ecuador

Heidy A. Gamarra¹, P. Carhuapoma¹, Carmen Castillo², Nancy Panchi¹, Julia Prado³, Paul Chacon⁴, Claudio Velasco¹, Jan Kreuze¹

¹ Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. Autor correspondiente: h.gamara@cgiar.org

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. Quito, Ecuador.

³ Universidad Técnica del Norte (UTN), Ibarra Ecuador.

⁴ Dirección Distrital Latacunga Ministerio de Agricultura (MAG)-Cotopaxi

Palabras clave: Mapas de Riesgo, Análisis de riesgo de plagas, MIP, ILCYM.

INTRODUCCIÓN

La polilla común de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Po), la polilla andina de la papa, *Symmetrischema tangolias* (Gyen) (St), y la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Povolny) (Ts) son plagas importantes de la papa, *Solanum tuberosum* L., y otros cultivos de solanáceas. Dependiendo de la temperatura y altitud, prácticas culturales, variables naturales y otros factores, la abundancia y distribución de los especímenes por especie varía, así como el daño causado por el complejo de polillas en las diferentes regiones productoras de papa en Ecuador (Castillo 2005, Dangles *et al.* 2009). Los daños llegan a causar pérdidas del 80-100% de la papa almacenada en la región andina (INIAP 2010, Gómez *et al.* 2013, Villanueva y Saldamando 2013). Monitorear los nuevos comportamientos de estas plagas por efecto de cambios en la temperatura, obtener mapas de riesgo de introducción y diseminación que alimenten a los sistemas de alerta temprana, y con esta información generar recomendaciones para el manejo agroecológico de estas plagas es un desafío y una necesidad para fortalecer la resiliencia de los sistemas agroalimentarios.

Usando los modelos fenológicos y los mapas de riesgo generados por ILCYM, se validaron los mapas de riesgo de las 3 especies de polillas bajo las condiciones agroecológicas de Cotopaxi e Imbabura en Ecuador. La importancia de esta investigación radica en la necesidad de conocer en qué proporción se encuentran las especies de polillas distribuidas en zonas productoras de papa de las dos provincias lo cual permitirá desarrollar un manejo integrado de polillas de la papa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en zonas productoras de papa de Cotopaxi e Imbabura entre agosto 2019 y septiembre 2020. Se utilizaron contenedores transparentes, estacas y alambre para asegurar las trampas y las respectivas feromonas para cada especie: T.s: - acetato 3-Dodecenil (Isomero E3-12AC 98% y Z3-12-AC 2%); S.t - 2:1 mezcla de (E, Z)-3,7-tetradecadien-1-ol acetato y (E)-3-tetradecen-1-ol acetato; P.o Componente 1: (E, Z, Z) trans-4, cis-7, cis-10 tridecatrienyl acetato, componente 2: (E, Z) trans-4, cis-7-tricadienyl acetato. Además, se colocaron sensores de temperatura en zonas cercanas a los sitios muestreados. Las evaluaciones se realizaron cada 15 días. En cada lote seleccionado se colocó una trampa de cada especie de polilla. La data colectada fue analizada usando la herramienta ILCYM para validar y generar nuevos mapas de riesgo en base a las zonas agroecológicas de Cotopaxi e Imbabura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los adultos capturados de las 3 especies de polilla se pudo generar nuevos mapas de riesgo usando interpolación en las dos zonas de investigación: Cotopaxi e Imbabura entre 2000 y 4000 m.s.n.m. bajo condiciones climáticas actuales (2011-2020), donde se predice el índice de

establecimiento de ERI $>0.95-1$ para la época actual (2020) en las 3 especies, identificando que las 3 plagas pueden establecerse durante todo el año, la distribución localizada u ocasional se encuentra en áreas con un ERI >0.8 . Las simulaciones actualizadas (Govindasamy *et al* 2003) para el escenario 2050 presumen un incremento de la temperatura de 2°C, por lo es muy probable la propagación de las 3 especies a todas las zonas paperas de Imbabura y Cotopaxi. El cálculo del índice de generaciones para Po es de 8 generaciones por año en las zonas de estudio, los cuales fue menor que en St y Ts (9 y 12 generaciones respectivamente) para el 2020, se puede esperar un aumento en la abundancia (GI) de las 3 especies en ambas zonas, en el año 2050 se incrementará en 2 generaciones por año en la mayoría de las áreas de producción de papa. Es decir que el tamaño de las poblaciones de Po, St y Ts podría aumentar si no está limitado por otros factores, 100 veces más que en el año 2020.

Además, se observó una relación directamente proporcional entre las capturas de los adultos de las 3 especies y la simulación de la tasa neta de reproducción (Ro), por lo que se logró validar la efectividad del Ro para determinar el riesgo potencial de infestación en el tiempo con el uso de datos de temperatura (Nasa Power-2019), siendo Ts la plaga de mayor riesgo seguida de St y finalmente Po; así mismo se observó en campo que hay un incremento de la población de las 3 especies alrededor de los 150 días de la instalación. St predomina en Imbabura con poblaciones que superan los 30 adultos por trampa/día, seguida por Ts y finalmente Po. En Cotopaxi, se observaron poblaciones bajas durante el 2019. El promedio de adultos de las tres especies de polillas por días de instalación de las trampas para cada rango de altitud es observado entre los 2800 a 3200 m.s.n.m., resaltando mayor grado de poblaciones de St y Ts.

CONCLUSIONES

Las tres especies de polillas de la papa siguen siendo un problema importante en las zonas productoras de papa en Ecuador. St predomina en ambas zonas productoras de papa muestreadas, seguida de Ts y por último Po. Existe efecto altamente significativo de la altitud (mayor altitud menor población) y temperatura (mayor temperatura mayor población) para las 3 especies. El conocimiento de proporción de la abundancia de las especies predominantes permitirá desarrollar estrategias de MIP más dirigidas y por lo tanto más eficaces.

BIBLIOGRAFÍA

- Castillo, G. 2005. Determinación del Ciclo de Vida de las Polillas de la Papa *Symmetrischema tangolias* (Gyen) y *Tecia solanivora* (Povolny) Bajo Condiciones Controladas de Laboratorio. Tesis de pregrado. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Dangles, O., Mesías, V., Crespo-Pérez, V., Silvain, J. 2009. Crop damage increases with pest species diversity: evidence from potato tuber moths in the tropical Andes. *Journal of Applied Ecology* 46, 1115-1121.
- INIAP (2010). Informe anual del Departamento Nacional de Protección Vegetal, EESC.
- Gómez-Bonilla, Y., López-Ferber, M., Caballero, P., Murillo, R., Muñoz, D. 2013. Granulovirus formulations efficiently protect stored and field potatoes from *Phthorimaea operculella* and *Tecia solanivora* in Costa Rica. *BioControl*, 58(2), 215-224.
- Govindasamy B., Duffy, P. B., Coquard, J. 2003. High resolution simulations of global, Part 2: Effects of increased greenhouse gases, *Climate Dynamics*, 21, 391-404
- Sporleder, M., P. Carhuapoma, E. Z. H. Tonnang, H. Juarez, H. Gamarra, R. Simon, and J. Kroschel. 2017. ILCYM - Insect Life Cycle Modeling. A software package for developing temperature-based insect phenology models with applications for local, regional and global analysis of insect population and mapping, International Potato Center, Lima, Peru. pp 175. (URL: <https://research.cip.cgiar.org/confluence/display/ilcym/Downloads>)
- Villanueva, D., Saldamando, C.I. (2013). *Tecia solanivora*, Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae): una revisión sobre su origen, dispersión y estrategias de control biológico. *Ingeniería y Ciencia*, 9(18), 197-214.

Evaluación de la dinámica poblacional del complejo de polillas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en la zona sureste de la provincia del Carchi

Jorge Solano¹, Julia Prado¹, Carmen Castillo², Nancy Panchi³

¹ Universidad Técnica del Norte. Autor correspondiente: jasolanog@utn.edu.ec

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

³ Centro Internacional de la Papa

Palabras clave: Daño tubérculo, Feromona Sexual, Plaga.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una solanácea originaria de Sudamérica, de importancia económica a nivel mundial y altamente consumida (Sood *et al.*, 2017). Sin embargo, el cultivo se ha visto afectado por plagas y enfermedades que perjudican la calidad en la cosecha y almacenamiento, cómo el complejo de polillas conformado por las especies *Tecia solanivora* Polvony, *Phthorimaea operculella* Zeller y *Symmetrischema tangolias* Gyen (Clavijo *et al.*, 2012). El daño de la plaga ocurre después de la eclosión de los huevos, puesto que se introduce en el tubérculo (etapa larva), creando galerías verticales y horizontales, lo que permite la colonización de microorganismos y la acumulación de residuos de la misma plaga (Villanueva y Saldamando, 2013). En el Ecuador, *Tecia solanivora* fue observada en 1996 por primera vez en Carchi, provincia altamente productora de papa (Pumisacho y Sherwood, 2012; Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2020).

El monitoreo es una herramienta de detección y cuantificación de plagas existentes en un determinado cultivo, que sirve para establecer estrategias de control eficientes (Guillén *et al.*, 2008). En vista de la poca información sobre la dinámica poblacional de polilla en Carchi, el objetivo de la investigación fue determinar la población de adultos de *Tecia solanivora* P., *Phthorimaea operculella* Z. y *Symmetrischema tangolias* G. estableciendo el uso de trampas de feromonas durante todo el ciclo fenológico de la papa.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en Ecuador, provincia del Carchi, en los cantones de Bolívar, Montúfar y Huaca, en las localidades de Cuesaca (0° 29' 43.13"N y 77° 52' 32.84"O), Tesalia (0° 31' 20.704"N y -77° 50' 57.60"O), Monteverde (0° 33' 27.20"N y -77° 47' 44.21"O) y La Calera (0° 36' 46.526"N y -77° 44' 46.75"O) entre los meses de mayo 2021 y febrero 2022. Las variedades de papa monitoreadas para Cuesaca y Tesalia Capiro y para Monteverde y La Calera Super Chola.

La investigación es tipo descriptiva aplicada a campo. En cada lote se ubicaron en los bordes, trampas de feromonas sexuales para las tres especies que conforman el complejo de polillas, las que estaban compuestas de un botellón con aberturas tipos ventanas, con agua y detergente y estuvieron suspendidas en una estaca de la altura promedio de una planta de papa. La referencia del número de trampas es de 4/ha/especie, para áreas menores se realizó una regla de tres simple. El conteo de adultos se lo realizó cada 15 días en todas las etapas fenológicas del cultivo de papa con la ayuda de un cernidor y una pinza. El análisis estadístico se realizó mediante el software InfoStat versión 2022.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la dinámica poblacional mostro que Tesalia fue la localidad que presento el promedio estadísticamente más alto, con 4405 adultos de polilla de la especie *Phthorimaea operculella* en la etapa de floración, seguido de Cuesaca con 3819 de la misma especie, pero en la etapa de tuberización. Por otro lado, la especie que menor promedio estadístico obtuvo fue *Symmetrischema tangolias* en Cuesaca

durante la etapa de floración con 9 adultos. Respecto al análisis por etapa fenológica, la etapa en que existió un aumento poblacional de las tres especies para las cuatro localidades fue en la floración. Gallegos y Suquillo (1997) refieren que la población de *Tecia solanivora* señalan que las poblaciones para el año de 1997 en Carchi se encontraban en niveles bajos, sin embargo, los datos obtenidos muestran que la plaga se ha adaptado a la zona.

CONCLUSIONES

Existe la presencia de las tres especies *Phthorimaea operculella*, *Tecia solanivora* y *Symmetrischema tangolias* en la provincia de Carchi. En la localidad de Tesalia se presentó el mayor número de adultos de polilla de la especie *Phthorimaea operculella* con 4405 de machos adultos en la etapa de floración. La especie con menor número de individuos durante todo el ciclo de producción fue *S.tangolias*.

BIBLIOGRAFÍA

- Clavijo, A., Karlsson, M., Bosa, C., Proffit, M., Bengtsson, M., Zuluaga, M., Witzgall, P. (2012). Mating Disruption of Guatemalan Potato Moth *Tecia solanivora* by Attractive and Non-Attractive Pheromone Blends. *Journal of Chemical Ecology*. 38(1):63-70.
- Gallegos, P. y Suquillo, J. (1997). *Monitoreo de la polilla de la papa (Tecia solanivora) en Ecuador. En Primer Seminario Taller Internacional sobre Manejo Integrado de Tecia solanivora*. INIAP/CIP.
- Guillén, L., Alcalá de M, D., Fernández, S., Pire, A. y Alvarez, C. (2008). Percepción de los agricultores sobre el manejo integrado de plagas en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Revista de la Facultad de Agronomía*. 25(2): 222-242
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2020). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC).
- Pumisacho, M., y Sherwood, S. (2002). *El cultivo de la papa en Ecuador*. CIP-INIAP.
- Sood, S., Bhardwaj, V., Pandey, S. y Chakrabarti, S. (2017). History of Potato Breeding: Improvement, Diversification, and Diversity. *The Potato Genome. Compendium of Plant Genomes*. Springer, Cham.
- Villanueva, D. y Saldamando, C. (2013). *Tecia solanivora*, Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae): una revisión de su origen, dispersión y estrategias de control biológico. *Ingeniería y Ciencia*. 9(18):197-214.

Evaluación de la fluctuación de la población de las polillas (*Tecia solanivora*, *Phthorimaea operculella*) en cultivos establecidos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades del cantón Guano.

Jonathan E. Angulo¹, Carlos F. Carpio¹

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – ESPOCH. Carrera de Ing. Agronómica. Riobamba, Ecuador. Autor correspondiente: jntn078@gmail.com

Palabras clave: Palomillas, Gradiente altitudinal, Feromonas.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) considerada originaria de las zonas andinas, se viene cultivando desde hace unos cuatro mil años. Según el Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería en el año 2020 hubo un total de 25 924 ha de tubérculo fresco plantadas en el Ecuador, de las cuales 24 882 ha fueron cosechadas, obteniendo una producción en todo el territorio ecuatoriano de 408 313 toneladas.

Debido a que al cultivo de papa se maneja como un monocultivo, se han originado un sin número de plagas, tanto principales como secundarias, que causan afecciones en la producción de tan importante rubro. En los últimos treinta años se ha conocido que varias poblaciones de polillas de la papa se han movilizadas entre la mayoría de países del norte: Los Andes, centro América, y hacia el sur del continente, estas polillas están relacionadas taxonómicamente pero difieren en características morfológicas, como etológicas, *Tecia solanivora* Povolny (Ts), *Phthorimaea operculella* Zeller (Po), mismas que se encuentran comúnmente infestando el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) tanto en campo y durante su almacenamiento.

Dependiendo de la altitud y latitud, las prácticas culturales, las variables naturales, entre otras, son factores que influyen en las abundancias registradas por especie, la distribución de las especies, y el daño causado de acuerdo con Castillo (2005). Por ello el objetivo de esta investigación fue evaluar la fluctuación poblacional de dos especies de polillas *T. solanivora* y *P. operculella* en cultivos establecidos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Guano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó entre el 12 de julio y el 20 de septiembre de 2021, en tres localidades en donde los cultivos establecidos se encontraban en la misma fase de desarrollo vegetativo, superficies totales similares, en un gradiente altitudinal. En la parte alta Saguazo a 3637m.s.n.m.; en la parte media Santa fe de Galán a 3484 m.s.n.m.; y con la parte baja San Andrés a 3027 m.s.n.m. Estas localidades se encuentran en el cantón Guano, provincia Chimborazo, Ecuador.

Para el monitoreo de las polillas se utilizó trampas con feromonas sexuales específicas, introducidas en una botella plástica transparente con solución jabonosa en su interior, el conteo de los machos capturados fue semanal, obteniendo así un total de diez monitoreos. Con los datos obtenidos se aplicó un análisis de estadística paramétrica, un análisis combinado para una serie de experimentos que es una variable del (DBCA) en donde el cuadrado medio del error para encontrar F calculado fue la interacción A\A*B, B\A*B, y A*B. (Factor A: Localidad y Factor B: Especie de palomilla).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hubo efecto en la interacción de la especie de la polilla y la localidad. Las dos especies de polillas se encuentran ausentes en la zona alta del cantón Guano (Saguazo), posiblemente debido a que Saguazo al estar a 3637 m.s.n.m. las condiciones ambientales (temperatura y precipitación) que presenta no fueron favorables para la sobrevivencia de *T. solanivora*, lo mismo sucede con *P. operculella*, que suele ser muy escasa en zonas frías (Barragán *et al.*, 2001).

En la localidad Santa Fe de Galán la dinámica poblacional de las polillas fue moderada en donde el índice de mayor poblacional fue de *T. solanivora* con 48 adultos sobrepasando a la población de *P. operculella* que presentó 2 adultos en los diez monitoreos.

La mayor abundancia poblacional de las polillas de papa (*T. solanivora*, *P. operculella*) se presentó en la parte baja del cantón Guano (San Andrés), en donde los registros de adultos capturados fueron mayores, 385 adultos de *T. solanivora* y 437 adultos de *P. operculella*, esto debido a las condiciones favorables que brindó esta zona para la reproducción y sobrevivencia de las polillas.

En los registros realizados en los conteos semanales se observó valores altos y bajos en base a las variaciones climáticas de las zonas, debido que a medida que el tiempo transcurre, las poblaciones de las polillas se alternan en densidades altas y bajas asociadas con las variaciones estacionales, acción de enemigos naturales y por la disponibilidad de alimento que encuentren (Gómez, 2010)

CONCLUSIONES

La mayor abundancia poblacional de las polillas de la papa se presentó en San Andrés *Tecia solanivora*, es inferior a la población de *Phthorimaea operculella*, la segunda mayor abundancia poblacional se determinó en Santa Fe de Galán en donde se encontró un número moderado de individuos, teniendo así que los adultos de *T. solanivora* son mayores a los adultos capturados de *P. operculella*, finalmente en la localidad alta (Saguazo) existió una ausencia de las dos especies de polillas.

BIBLIOGRAFÍA

- Barragán, A.R. *et al.*, 2021. La polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) en Ecuador. diagnóstico y perspectivas de manejo bajo un método de predicción (en línea). Disponible en: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers1103/010036183.pdf (Consulta el 23 de Octubre de 2021). Quito, Ecuador. 19p.
- Castillo, G.M. 2005. Determinación del ciclo de vida de las "polillas de la papa" *Symmetrischema tangolias* (Gyen) y *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidopteros: Gelechiidae), bajo condiciones controladas de laboratorio, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador. 13 p.
- Gómez, M.R, 2010. Dinámica poblacional de tres especies de polilla de la papa (*Phthorimaea operculella* Z., *Paraschema detectendum* P., *Symmetrischema tangolias* T.) en tres comunidades del altiplano central, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 90p.

Resultados de laboratorio de la técnica “Attract and kill” sobre la polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*)

Alberto Ramos¹, Estrella Hernández², Ana Piedra-Buena², Fernando Pinacho³, y Santiago Perera¹

¹ Cabildo Insular de Tenerife, España. Correo autor: Albertoramos1097@outlook.es.

² Unidad de Protección Vegetal, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, España.³ Ecobertura (Ferimark 2016 S.L.), España.

Palabras clave: Atracción y muerte, Control, Polilla Guatemalteca.

INTRODUCCIÓN

La polilla guatemalteca de la papa (*T. solanivora*) (Povolný) (Lep., Gelechiidae) es una de las principales plagas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en las Islas Canarias (España). Detectada en 1999 en el municipio tinerfeño de Icod de los Vinos, no fue hasta el año 2000 cuando se logró identificar como *Scrobipalopsis (Tecia) solanivora*.

Las feromonas sexuales de esta polilla son herramientas ideales para monitorear su actividad de vuelo, pero no se usan como medio de control. La técnica de “attract and kill” (atracción y muerte) consiste en la utilización de un compuesto formado por feromona pura y un insecticida de contacto (atractivicida) aplicado en gotas de 100 µL sobre el cultivo, que produce la muerte del insecto por contacto. Esta técnica se ha utilizado con éxito en otras plagas de lepidópteros tales como *Cydia pomonella*, *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias* (Lösel *et al.*, 2000; Kroschel y Zegarra, 2010).

Se considera que esta técnica podría ser una buena herramienta de control para la polilla guatemalteca de la papa (*T. solanivora*), por lo que se propone realizar los ensayos necesarios para estudiar la formulación del producto y evaluar su estabilidad en condiciones de laboratorio y campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos de laboratorio se llevaron a cabo en el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA) en la isla de Tenerife. Para la formulación del atractivicida se contó con el apoyo de las empresas Bayer España para el insecticida y Ferimark 2016 S.L. (Ecobertura) para la feromona.

Tras el desarrollo de la formulación, se realizó el estudio de la concentración óptima de feromonas utilizando un olfatómetro de seis brazos. Se ensayaron simultáneamente tres concentraciones de feromonas (0.5, 0.25, 0.125 g l⁻¹) con una concentración común del insecticida de 5.0 g l⁻¹ según Kroschel y Zegarra, 2010, y se compararon con hembras vírgenes de *T. solanivora* (2, 4 y 8 individuos). En el vaso central se liberaron 50 machos de *T. solanivora* y a las 24 horas se evaluó, observando el número de individuos atraído a cada uno de los brazos del olfatómetro

La concentración óptima de insecticida se evaluó utilizando 5 concentraciones del mismo (0.35, 0.65, 1.25, 2.5 y 5.0 g l⁻¹) y un control sin insecticida. La concentración de la feromona era constante en todos los tratamientos: 0,5 g l⁻¹. Para ello se utilizaron jaulas de 45 x 45 x 45 cm donde se colocaron los tratamientos y se liberaron 20 machos de *T. solanivora* de 24-48 horas, cuya mortalidad se evaluó a las 24 horas.

Una vez ajustada la concentración óptima de feromona y de insecticida, se pasó a evaluar la persistencia de la formulación en ensayos de campo en una parcela comercial de papa situada en el término municipal de Los Realejos, Tenerife, España (636 m.s.n.m.; 28°21'57.0" S, 16°35'04.4" W) entre abril y mayo de 2022. Se aplicó el producto en las hojas de las plantas de papa, y se recogerán en períodos

de 1, 2, 4, 6, 12, 24 y 36 días desde la aplicación, para su evaluación en laboratorio. La evaluación se realizará soltando 20 machos de *T. solanivora* en jaulas de 45 x 45 x 45 cm, y registrando su mortalidad diariamente hasta la muerte de todos los individuos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La preparación de la formulación se basó en los trabajos de Kroschel y Zegarra (2010), pero para ajustar la fluidez al punto deseado fue necesario realizar modificaciones en la formulación, principalmente cambiando el aceite de ricino por aceite de girasol y eliminando el estabilizante Aerosil® (sílice ahumada hidrofílica).

En el estudio de la concentración óptima de feromona se observó que el fuerte olor desprendido por el insecticida podría interferir en la orientación de las polillas macho. Por ello se modificó la cantidad de feromona, utilizando una concentración de 3 mg l-1, que es la que se utiliza en forma comercial por la empresa Ecobertura para el monitoreo de la plaga en Canarias. La concentración óptima de insecticida, por su parte, fue 0.65 g l-1, con un porcentaje medio de efectividad del 85% en 48 horas. Actualmente se encuentra en desarrollo el estudio de persistencia del formulado en campo.

CONCLUSIONES

Se ha podido ajustar la formulación del atracticida con las características físicas deseadas para su aplicación, así como con las concentraciones de feromona e insecticida más eficaces. La persistencia del formulado se está evaluando en este momento, en condiciones de semi-campo.

Agradecimientos: Agradecemos el asesoramiento brindado por la investigadora Heidy Gamarra del CIP para la realización de los ensayos.

BIBLIOGRAFÍA

- Kroschel, J., y Zegarra, O. (2010). Attract-and-kill: a new strategy for the management of the potato tuber moths *Phthorimaea operculella* (Zeller) and *Symmetrischema tangolias* (Gyen) in potato: laboratory experiments towards optimising pheromone and insecticide concentration. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 66(5), 490-496.
- Lösel, P. M., Penners, G., Potting, R. P., Ebbinghaus, D., Elbert, A., y Scherckenbeck, J. (2000). Laboratory and field experiments towards the development of an attract and kill strategy for the control of the codling moth, *Cydia pomonella*. *Entomologia experimentalis et applicata*, 95(1), 39-46.
- Ríos Mesa, D. (2012). Informe "La Polilla Guatemalteca de la Papa (*Tecia solanivora*) en Tenerife". *Agrocabildo: Santa Cruz de Tenerife, Spain*.

“Evaluación de la población de la palomilla de la papa a través de trampas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la provincia de Imbabura”

Dayana M. Pérez, Julia Prado, Carmen Castillo, Nancy Panchi

¹ Universidad Técnica del Norte. Autor correspondiente: dmperezm@utn.edu.ec

² Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

³ Centro Internacional de la Papa

Palabras clave: feromonas, monitoreo, trampeo masivo.

INTRODUCCIÓN

La palomilla o polilla (Lepidóptera: Gelechiidae) de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es un insecto plaga que ataca al follaje, al sistema vascular (tallo) y causa daño al sistema subterráneo (tubérculo) en donde permanece hasta terminar su fase de larva, realiza galerías dentro de este para alimentarse y ocasiona pérdidas en la producción y economía del agricultor (Agropecuario, 2018).

La estrategia de un monitoreo indirecto se realiza para evitar la reproducción de la polilla a través de trampas con feromonas sintéticas, el CIP desarrollo este producto llamado “adiós macho” que contiene una formulación química letal para las palomillas *Symmetrischema tangolias*, *Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora* (Kroschel y Zegarra, 2007, 2010, 2013). Estudios realizados por el Centro Internacional de la Papa (CIP) han demostrado que el monitoreo de la palomilla de la papa mediante el uso de feromonas sintéticas logra disminuir la incidencia y severidad de la plaga en el cultivo; debido a que estas trampas interfieren en el apareamiento de la plaga y reducen las poblaciones de insectos en campo (Martínez, 2006). En la provincia del Carchi se realizó un trabajo de monitoreo de palomillas en dos localidades, que fue el cantón Montúfar y Huaca. El nivel de daño que ocasionaron al tubérculo en Montúfar fue el mínimo de 5% y el máximo de 24%, mientras que en Huaca no se registró incidencia de daños ya que los agricultores realizaron control químico para evitar el daño del cultivo. En estas localidades hubo la presencia de las tres especies *P. operculella*, *T. solanivora* y *S. tangolias* (Suquillo *et. al*, 2009)

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se ejecutó en la provincia de Imbabura, se seleccionó cinco lotes de papa en los cantones Ibarra (localidades la Esperanza y Yuracruz), Otavalo (Muenala), Cotacachi (Ugshapungo) y Pimampiro (El Cielito). Se realizó entre septiembre 2020 y mayo 2021, el promedio de las temperaturas máximas variaba entre 15.84 a 23.23°C y las mínimas 6.73 a 13.22°C. La semilla de papas que se usó fueron super chola, chola y violeta, esta era almacenada por los agricultores de sus anteriores cosechas. Se hizo una encuesta con datos generales como: ubicación del lote, datos generales del lote y que controles fitosanitarios se efectuarían en el ciclo del cultivo. Fueron cinco lotes seleccionados, en donde se colocaron tres trampas por cultivo (una por cada especie). La investigación fue de tipo descriptiva aplicada al campo, se utilizó trampas que contenían una botella plástica de cinco litros, una estaca, alambre, clavos y la feromona sintética. Los monitoreos fueron cada 15 días después de la siembra y hasta la cosecha, se contabilizó las palomillas caídas en trampa y posterior se registró en la libreta de campo. En la cosecha se tomó una muestra de 100 tubérculos al azar para analizar el porcentaje de incidencia de daño que ocasiono la polilla y verificar mediante la ecuación (1) propuesta por Ríos y Baca (2006).

$$(1)\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de tubérculos dañados}}{\text{N}^\circ \text{ total de tubérculos}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la comunidad El Cielito se evidenció las tres especies de polilla en papa, en donde *T. solanivora* fue la especie que registró la mayor población con un 87%; mientras que *S. tangolias* obtuvo un 7% y *P. operculella* presentó un 6%; en la Esperanza la mayor población fue de *T. solanivora* con un 54%, y de menor población fueron *S. tangolias* con un 35% y la *P. operculella* con un 11%; en Yuracruz *T. solanivora* presentó la mayor población con un 63% y la menor población presentó la especie *P. operculella* con un 19% y la especie *S. tangolias* con un 18%. En la localidad Ugshapungo la especie *T. solanivora* con un 77%; *S. tangolias* con un 18% y *P. operculella* con un 5% y en la localidad de Muenala fue de *T. solanivora* con un 59% y las especies que presentaron una menor población fueron *S. tangolias* con un 28% y *P. operculella* con un 13%, en el monitoreo realizado.

El mayor porcentaje de incidencia presentó el cantón Cotacachi (sector Ugshapungo) con un 34%, seguido por el cantón Ibarra (comunidad Yuracruz) con un porcentaje de daño del 30% en los tubérculos. Los cantones que presentaron una menor incidencia fueron Pimampiro (El Cielito) con un 12%, seguido por Otavalo (localidad Muenala) con 8% y finalmente el cantón Ibarra (comunidad Esperanza) con una incidencia en tubérculos del 5%.

Las aplicaciones realizadas en toda la investigación de los controles fitosanitarios fueron mediante fungicidas con un 35%, insecticidas con un total de 42% y fertilizantes con 24%.

CONCLUSION

La dinámica poblacional de las tres especies estuvo presente en las distintas localidades evaluadas, se evidenció las zonas con alta infestación en la localidad de Yuracruz y Ugshapungo, encontrándose hasta 600 y 602 polillas por trampa. La mayor captura de *Tecia solanivora* se obtuvo en las fases de emergencia, floración y tuberización, esto se evidenció en las cinco localidades evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Agropecuaria, P. (2018). Panorama agro.com. Obtenido de Revista de agricultura (en línea). Disponible en: <https://panorama-agro.com/?p=2587>
- Baca, P., y Ríos, F. (2006). Niveles y umbrales de daños económicos de las plagas. Manual para el estudiante, primer año de bachillerato técnico, 2da Ed. PROMIPAC. 50p.
- Kroschel, J., y Zegarra, O. (2007). Development of an attract-and-kill strategy for the potato tuber moth complex *Phthorimaea operculella* Zeller and *Symmetrischema tangolias* (Gyen) in Peru. Proc XVI Internat Plant Prot Cong, Glasgow, 576-577p.
- Kroschel, J., y Zegarra, O. (2010). Attract-and-kill: a new strategy for the management of the potato tuber moths *Phthorimaea operculella* (Zeller) and *Symmetrischema tangolias* (Gyen) in potato: laboratory experiments towards optimizing pheromone and insecticide concentration. Wiley Interscience. DOI 10.1002/ps.1898.
- Kroschel, J., y Zegarra, O. (2013). Attract-and-kill as a new strategy for the management of the potato tuber moths *Phthorimaea operculella* (Zeller) and *Symmetrischema tangolias* (Gyen) in potato: evaluation of its efficacy under potato field and storage conditions. Pest management science, 1205-1215p.

Evaluación del control biológico con *Trichogramma* spp. y *Blattisocius tarsalis* sobre la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora*

Jorge Gavara^{1,2}, Estrella Hernández-Suárez¹, Mihaela Paris¹, y Ana Piedra-Buena¹

¹ Instituto Canario de Investigaciones Agrarias – ICIA, San Cristóbal de la Laguna, España.

Autor correspondiente: jorgegavara@gmail.com

² Universitat Politècnica de València– UPV. València, España.

Palabras clave: Almacén, Ácaro depredador, Eficacia.

INTRODUCCIÓN

Tecia solanivora es una plaga de cuarentena en Europa. Identificada por primera vez en Guatemala en los años 70, se extendió por centro y Sudamérica, llegando a las islas Canarias en 1999 y a la España peninsular en 2015 (Carnero *et al.* 2008; Gavara *et al.* 2022a). En las Islas Canarias, *T. solanivora* puede suponer un 50% de pérdidas de la cosecha en campo y del 100% en almacenes (Trujillo *et al.* 2011). En campo, el uso de tratamientos fitosanitarios y las técnicas culturales se están mostrando ineficaces (Perera *et al.* 2009). Por su parte, en almacén actualmente no existen tratamientos fitosanitarios autorizados a tales efectos. Este contexto, estudios previos de laboratorio han mostrado la idoneidad de dos especies de *Trichogramma* (Ts1 y Ts2) para su uso en campo y del ácaro depredador de huevos, *Blattisocius tarsalis*, para condiciones de almacén no refrigerado (Gavara *et al.* 2022b). En el presente trabajo se analizan las eficacias de los mencionados enemigos naturales en condiciones de semicampo y semialmacén, respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ensayo de semicampo: Se colocaron recipientes de 15 L con un sustrato mezcla de tierra y picón (2:1) en jaulones (45*45*45 cm) en invernadero. En cada recipiente se enterraron 20 papas (lavadas, pesadas y numeradas) sobre 2 cm del sustrato y cubiertas con una capa de 5 cm de éste. Se realizaron tres tratamientos (Control, Tsp1 y Tsp2) con 4 repeticiones, liberando 5 parejas de *T. solanivora* de 48 h de edad en todos los casos. A las 48 h se liberó una primera dosis de 60 hembras de Tsp1 y Tsp2 en sus respectivos tratamientos, y a los 7 días se procedió a una segunda liberación con las mismas dosis. Se permitió la parasitación de huevos por *Trichogramma* y el desarrollo de las larvas de *T. solanivora* supervivientes durante 20 días, tras los cuales las papas fueron desenterradas y transferidas a cajas plásticas para permitir el desarrollo de las larvas durante 25 días más.

Ensayo de semialmacén: En el interior de cubos de 7 L se colocaron 20 papas (lavadas, pesadas y numeradas) en cámara climática a 17 °C, 60 % HR y oscuridad. Se realizaron dos tratamientos (Control y Ácaro) con 4 repeticiones cada uno. En todos los tratamientos se liberaron 5 parejas de *T. solanivora* de 48 h de edad, y los cubos fueron sellados con telas y gomas elásticas. Pasados 4 días se liberaron 360 individuos de *B. tarsalis* en los tratamientos con ácaro, y se permitió la depredación y el desarrollo de larvas supervivientes durante 40 días.

En ambos ensayos la evaluación consistió en pesar nuevamente las papas, contar número de tubérculos sanos e infestados, orificios de salida de las larvas y las larvas, pupas y adultos supervivientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

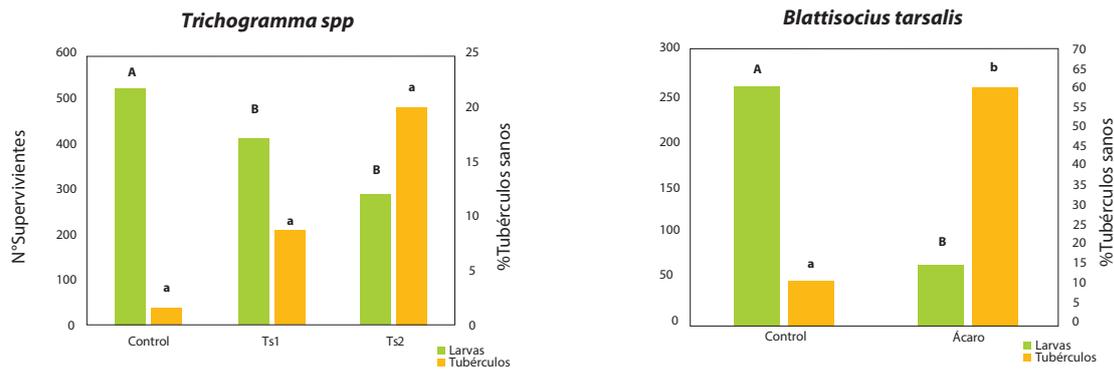


Fig. 1. Supervivencia de *T. solanivora* y % de tubérculos sanos en los tratamientos con Ts1 y Ts2 en semialmacén. Letras distintas indican diferencia a $P=0.05$.

La supervivencia de *T. solanivora* mostró valores significativamente menores que el control en los tratamientos con *Trichogramma* (Fig.1), con unas eficacias de $31.05 \pm 7.65\%$ para Tsp1 y de $53.60 \pm 8.51\%$ para Tsp2. Gallego y Cabello (datos no publicados) encontraron una eficacia del $47.37 \pm 20.51\%$ con el uso de *T. cacoeciae* sobre *Phthorimaea operculella* en plantas de papa en invernadero, con la dosis de 15 hembras del parasitoide. Las dosis en el presente ensayo fueron mayores, pero se debe considerar que *P. operculella* ovipone sobre la planta, dejando los huevos más expuestos y accesibles, mientras que *T. solanivora* ovipone en las grietas del suelo. Por su parte, *B. tarsalis* redujo la supervivencia de la polilla, con una eficacia del $79.70 \pm 7.76\%$, resultado similar al de Solano-Rojas *et al.* 2022 con *B. mali* sobre *P. operculella*, que obtuvieron una eficacia del 86.52%. Pese a los efectos en la supervivencia, solo Tsp2 y *B. tarsalis* lograron la protección de las papas con un 20 y 60% de tubérculos sanos, respectivamente.

CONCLUSIONES

En semicampo, aunque ambas especies de *Trichogramma* redujeron las poblaciones de polilla, solo Tsp2 permitió obtener tubérculos sanos, por lo que se considera mejor opción. Se valorará aumentar la dosis y del número de sueltas, para mejorar los resultados en campo. En semialmacén, *B. tarsalis* proporcionó el mayor nivel de protección de los tubérculos, por lo que se procederá a su ensayo en condiciones de almacenamiento reales.

BIBLIOGRAFÍA

- Gavara J, Suárez-Hernández E, Piedra-Buena A. 2022a. Gestion integrada de la polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*). (En impresión). Agrocabildo.
- Gavara J, Piedra-Buena A, Hernández-Suarez E, Gámez M, Cabello T, Gallego JR. 2022b. Evaluation of the egg predator *Blattisocius tarsalis* (Mesostigmata: Blattisociidae) for the biological control of the potato tuber moth *Tecia solanivora* under storage conditions. Agriculture (en proceso de publicación).
- Carnero A, Padilla A, Perera S, Hernández E, Trujillo E. 2008. Pest status of *Tecia solanivora* (Povolny 1973) (Lepidoptera: Gelechiidae), Guatemalan Potato moth, in the Canary Islands. In: Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes IOBC/wprs Bulletin. p. 336–9.
- Trujillo E, Perera S. Estudio comparativo de dos feromonas sexuales y de dos tipos de trampas para la captura de adultos de la polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*). 2011. Serv Técnico Agric y Desarro Rural Cabil Insul Tenerife.
- Solano-Rojas Y, Gallego JR, Gamez M, Garay J, Hernández J. Evaluation of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera:Trichogrammatidae) and *Blattisocius mali* (Mesostigmata : Blattisociidae) in the Post-Harvest Biological Control of the Potato Tuber Moth (Lepidoptera : Gelechiidae): Use of Sigmoid Functions. 2022. Agriculture 12:152.

Daño de las palomillas de la papa *Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora* en Guatemala

María G. Tobar,¹ [Luz Montejo](mailto:lm.montejo@icta.gob.gt)¹, Osman E. Cifuentes¹, Luis Flores², Kelly A. Zarka² y David S. Douches².

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala. Autor correspondiente:

lm.montejo@icta.gob.gt

² Michigan State University (MSU)

Palabras clave: Feromonas, plagas, tubérculos.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una fuente importante de carbohidratos, y por lo tanto es un alimento básico en la dieta de muchos países Latinoamericanos. Además, contribuye a la seguridad alimentaria (Bradshaw y Ramsay, 2009). El cultivo de la papa en Guatemala es manejado en su mayoría por pequeños productores, sin embargo, este país es el mayor productor en Centroamérica (Del Cid, 1992).

La palomilla de la papa es una de las plagas más importantes en el cultivo a nivel mundial. En Guatemala se encuentran documentada la presencia de la palomilla común de la papa y la palomilla guatemalteca de la papa (MAGA, 1999). Sin embargo, en el año 2008 se reportó por primera vez la palomilla andina. En los años 2019 y 2020 se ha reportado la presencia de *P. spp.* y *T. solanivora* en los departamentos de Totonicapán, Huehuetenango, Baja Verapaz, Alta Verapaz y El Progreso (VISAR-MAGA, 2020). Sin embargo, el cambio en el comportamiento de estas especies sobre el cultivo no ha sido evaluado sistemáticamente en el país en los últimos años. Por lo tanto, este proyecto tuvo como objetivos documentar el daño en planta y en rendimiento, causado por las palomillas de la papa en distintas localidades de Guatemala.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en las zonas productoras del Altiplano Occidental, Altiplano Central, Oriente y Norte Guatemala, en localidades representativas de cada zona, monitoreadas por investigadores del ICTA y productores colaboradores. Se realizaron dos fases, 2020 y 2021 para cubrir diferentes épocas de siembra y 13 localidades total.

La evaluación se realizó bajo condiciones de campo, en un diseño completamente al azar (DCA), con ocho repeticiones. El tratamiento fue el insecticida (Con control químico: Ampligo [10 g Clorantraniliprole + 5 g Lambdacialotrina], y sin control). La unidad experimental constó de 5 surcos de 4.2 m de largo (18.9 m²). Se utilizó la variedad de papa Loman en la mayoría de las zonas (Ciclo de 90-110 días); variedad ICTA Dia-71 (120 días) e ICTA-Frit (180 días) para dos localidades específicas. Se colocaron dos trampas de feromonas por cada especie de palomilla para determinar el umbral y la fluctuación de los adultos, que se contabilizaron semanalmente. Cuando el número de adultos fue igual o mayor a 50/ trampa, se realizó la aplicación del insecticida correspondiente (INIA, Chile).

La evaluación de larvas en folíolos, tallos y tubérculos se realizó a partir de la formación de tubérculos hasta una semana antes de la defoliación, cada dos semanas, en dos plantas al azar de la parcela neta. Para evaluar el daño a cosecha, se tomaron al azar 25 tubérculos de papa de primera, segunda y tercera, por cada unidad experimental. Finalmente, se determinó el rendimiento (R). Se realizó análisis de hipótesis marginales; y separación de medias por medio del índice de Tukey al 95% de confiabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó que cinco de 13 localidades sobrepasaron el umbral de adultos al menos una vez durante el desarrollo del cultivo, pero ambas especies estuvieron presentes en todas las zonas evaluadas del país. Su comportamiento varió, pero en general su máximo se identificó en etapa de formación de tubérculos y descendió cerca de la cosecha.

El mayor número de *P. operculella* se encontró en Aldea Telená Concepción Chiquirichapa, con un máximo de 350 adultos/ trampa, seguido de Chimaltenango. En esta zona los productores no realizan rotación de cultivos ni descanso entre ciclos de papa. En cuanto a *T. solanivora*, la polilla guatemalteca, el mayor número se encontró en Mataquesuintla, Jalapa; seguido, de Concepción Chiquirichapa.

El daño de larvas en folíolos y tallos fue poco común y no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. El daño en tubérculos durante los muestreos destructivos varió del 0%-3.30%, y el daño a cosecha en tubérculos entre 0%-8% en la mayoría de localidades, sin diferencia significativa entre tratamientos; a excepción de Concepción Chiquirichapa debido a la alta incidencia de la plaga, donde la palomilla causó 68% de daño. No se identificó diferencia significativa entre tratamiento para la variable rendimiento. Sin embargo, se identificó correlación alta entre el daño a cosecha y número de adultos de *P. operculella* y *T. solanivora*. Se presenta correlación alta en la presencia de *P. operculella* y altitud (m.s.n.m.) y correlación intermedia entre *T. solanivora* y altitud.

CONCLUSIONES

Se identificó la presencia de ambas palomillas de la papa *P. operculella* y *T. solanivora* en las 13 localidades evaluadas, distribuidas en las cuatro zonas productoras de papa de Guatemala, 2020-2021.

Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango; Chimaltenango y Jalapa, fueron las localidades con mayor incidencia de las palomillas, con valores promedios de 250 de *P. operculella* y 102 de *T. solanivora*

No se encontró diferencia significativa entre tratamientos, a excepción de Concepción Chiquirichapa donde las palomillas causaron en promedio 68% de daño en tubérculos.

BIBLIOGRAFÍA

- Del Cid, A. (1992). El cultivo de la papa en Guatemala. En: G.J. Scott, J.E. Herrera, N. Espinola, M. Daza, C. Fonseca, H. Fano, M. Benavides (Eds.). Desarrollo de productos de raíces y tubérculos (pp. 31-33). Centro Internacional de la Papa.
- Bradshaw, J. E., y Ramsay, G. (2009). Potato origin and production. En: Advances In potato chemistry and technology (pp. 1-26). Academic Press.
- MAGA (1999). Inventario de plagas y enfermedades de los cultivos de Guatemala. Unidad de Normas y Regulaciones, Área Fitosanitaria, Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario.
- VISAR-MAGA. (2020). Base de datos de capturas de la familia Gelechiidae en Guatemala de los años 2018 al 2020.

¿Cómo va AGROSVIA en la búsqueda de fuentes de resistencia a la polilla guatemalteca en Colombia?

Liliana Cely-Pardo¹, Nancy Barreto-Triana¹, Alexandra Santacruz¹, Yajaira Romero¹, Alejandro Salinas¹, Zahara Lasso¹.

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. Centro de Investigación Tibaitatá Kilómetro 14 vía Mosquera. Autor correspondiente: ncely@agrosavia.co (<https://orcid.org/0000-0001-9948-9798>)

Palabras clave: *Tecia solanivora*, mejoramiento de papa, mecanismos de resistencia.

INTRODUCCIÓN

La polilla guatemalteca ocasiona altos porcentajes de daño y pérdidas económicas para los productores de papa en Colombia. El uso excesivo de insecticidas de síntesis química para su control favoreció la aparición de resistencia a piretroides (Bacca *et al.*, 2017), carbamatos y organofosforados (Gutiérrez *et al.*, 2019). Como respuesta a esta problemática, el uso de variedades con resistencia genética es primordial (Cardona y Mesa, 2011). En Colombia existen estudios en busca de resistencia varietal a *T. solanivora*, con papas nativas, clones avanzados y clones transformados. Desde el 2002, AGROSAVIA comenzó a evaluar genotipos de papa de la Colección Central Colombiana – CCC e identificó seis con alguna respuesta de resistencia en condiciones controladas de laboratorio y almacenamiento, además, se cruzaron estos materiales y la progenie F1 fue evaluada en condiciones de bodega. (Cely-Pardo *et al.*, 2019).

En este estudio financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y AGROSAVIA, se presentan los avances desde 2019. El objetivo fue evaluar en parcela de pequeño productor, la respuesta de los genotipos de papa seleccionados de la CCC, al ataque de la polilla con infestación natural, caracterizarlos morfológicamente y evaluar su rendimiento. Así mismo, la población F1 proveniente de cruzamientos entre los seleccionados de la CCC, se evaluaron en experimentos de preferencia de oviposición en condiciones de almacenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS:

La evaluación en campo se realizó en un lote ubicado a 3004 m.s.n.m. en Toca – Boyacá. Se evaluaron cinco genotipos nativos de la CCC (1604, 1629, 1815, 2581, 2384) del grupo Andígena y *Tuberosum* y 3 testigos comerciales (Parda Pastusa - PP, Tuquerreña - Tu y Perla Negra - PN). Se estableció una parcela de 1500m² bajo un diseño de bloques completos al azar (BCA) y cuatro repeticiones. La unidad experimental correspondió a cuatro surcos de 10m de largo, 1m entre surcos y 0,35m entre plantas. Para evaluar la incidencia de daño de la plaga, se permitió infestación natural, corroborada mediante trampas con feromona sexual para captura de machos, a partir de floración no se realizó control químico de insectos. Los materiales se caracterizaron por morfología y rendimiento en cosecha. Se empleó análisis de varianza, prueba de Tukey y correlación de Spearman.

En bodegas del C.I. Tibaitatá de AGROSAVIA se realizó un experimento de preferencia de oviposición en condiciones de almacenamiento con la progenie F1. Se evaluaron 171 materiales incluidos los parentales y tres testigos comerciales (Diacol Capiro – DC, PN y Tu), se usó un DBCA con tres repeticiones en jaulas entomológicas de 3x3x2m, consideradas como un bloque y la unidad experimental conformada por 10 tubérculos. Se hizo una liberación de 100 parejas de adultos de polilla recién emergidos por jaula. 60 días después se evaluó porcentaje de incidencia (PI), desarrollo biológico (DB) y severidad de daño (PSD). Se aplicaron análisis de varianza, componentes principales (ACP) para reducir dimensionalidad y conglomerados (AC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los materiales se cosecharon según madurez fisiológica, 171 días después de siembra - dds (1815 y PN), 191 dds (1629, 2581 y PP) y 207 dds (1604, 2384 y Tu). Se encontraron diferencias entre tratamientos ($p < 0.0001$, $F = 10.54$, $gl = 7$). Menor daño, duración del ciclo de cultivo y susceptibilidad a la plaga se presentó en 1815 seguida del 2384 (0.83% y 2.91% de daño, respectivamente). 1629, PP y PN (entre 18.95% y 34.58%) presentaron mayor susceptibilidad a polilla. Se clasificaron como resistentes 1815 y 2384, Tu como susceptible y los demás (1604, 1629, 2581, PP y PN) con alta susceptibilidad a la plaga. Se evidenció relación directa entre incidencia de daño de polilla y color primario de la flor ($\rho = 0.74882$, $p = 0.0325$) y relación inversa con la intensidad del color primario de la flor ($\rho = -0.82479$, $p = 0.0117$). En cuanto a rendimiento, PN (59.41 t/h) y Tu (43.31 t/ha) mostraron valores más altos, mientras que 2384 y 1604 los más bajos (42.61 y 20.39 t/ha respectivamente).

Respecto a la F1, tanto para PI como para PSD causado por *T. solanivora*, se encontraron diferencias estadísticas ($P = 0.0033$ $F = 1.42$ $gl = 169$; $P = 0.0006$ $F = 1.52$ $gl = 169$ respectivamente). Mediante AC se agruparon 54 genotipos con menor porcentaje de daño por polilla, entre los cuales estaban los parentales 1815 y 2384. Para la variable DB no se encontraron diferencias significativas ($P = 0.2643$ $F = 1.08$ $gl = 169$), mediante AC se agruparon por menor desarrollo de la plaga 74 materiales incluyendo el parental 1815.

CONCLUSIONES:

Por sus características de menor susceptibilidad al ataque de *T. solanivora*, los materiales de la CCC 1815 y 2384 son genotipos con alto potencial para variedades o para parentales en un programa de mejoramiento. De la F1 de cruzamientos, 91 genotipos mostraron menor susceptibilidad a la plaga y se evidenció que 2384 es ventajoso como donador, ya que la polilla mostró menor preferencia por su progenie con respecto a sus pares dialélicos. AGROSAVIA continúa con la evaluación de los materiales promisorios con resistencia a polilla guatemalteca.

BIBLIOGRAFÍA

- Bacca, T., Haddi, K., Pineda, M., Guedes, R., y Oliveira, E. (2017). Pyrethroid resistance is associated with a *kdr*-type mutation (L1014F) in the potato tuber moth *Tecia solanivora*. *Pest Management Science*, 73(2), 397–403. <https://doi.org/10.1002/ps.4414>
- Cardona Mejía, C., y Mesa, N. (2011). Resistencia Varietal a insectos. Universidad Nacional de Colombia.
- Cely-Pardo, L., Santa, J. D., Salinas, A., Barreto-Triana, N., y Pérez, O. (2019). La apuesta de Agrosavia en la búsqueda de fuentes de resistencia a la polilla guatemalteca en la Colección Central Colombiana de Papa. Libro de Resúmenes IV Taller Internacional de La Polilla Guatemalteca de La Papa, *Tecia solanivora*, 10–22.
- Gutiérrez, Y., Bacca, T., Zambrano, L., Pineda, M., & Guedes, R. N. (2019). Trade-off and adaptive cost in a multiple-resistant strain of the invasive potato tuber moth *Tecia solanivora*. *Pest Management Science*, 75(6), 1655–1662. <https://doi.org/10.1002/ps.5283>

ANEXOS

1. Programa del taller.

Hora	Tema	Expositor	Institución y país
Jueves 9 de junio, 2022 (hora Ecuador)			
8h00 - 8h05	Bienvenida	Julio Escobar	IICA, Ecuador
8h05 – 8h10	Inauguración	Raúl Jaramillo	INIAP, Ecuador
8h10 – 8h50	Los insectos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: ¿qué novedades para el manejo agroecológico de plagas?	Olivier Dangles	IRD, Francia
8h50 – 9h10	Evaluación del control etológico de polillas en cultivo de papa en la provincia de Imbabura	Mariela Túquerres	UTN, Ecuador
9h10 – 9h50	Dinámica de las polillas de la papa en los Andes: resumen y perspectivas	Francois Rebaudo	IRD, Francia
9h50 – 10h10	Evaluación de la fluctuación de las palomillas en cultivos de papa en la provincia de Tungurahua	Laura Caranqui	ESPOCH, Ecuador
10h10 – 10h20	Receso		
10h20 – 11h00	Análisis de Riesgo y su validación para el complejo Polilla usando ILCYM en las zonas de Cotopaxi e Imbabura, Ecuador	Heidy Gamarra	CIP, Perú
11h00 – 11h20	Evaluación de la dinámica poblacional del Complejo de Polillas en el cultivo de papa en la provincia del Carchi	Jorge Solano	UTN, Ecuador
11h20 – 11h40	Evaluación de la fluctuación de la población de las polillas en cultivos de papa en la provincia de Chimborazo	Jonathan Angulo	ESPOCH, Ecuador
11h40 – 12h20	Medidas de erradicación de <i>Tecia solanivora</i> en Galicia	Víctor Novo Vázquez	Junta de Galicia, España

Hora	Tema	Expositor	Institución y país
Viernes 10 de junio, 2022 (hora Ecuador)			
8h00 – 8h40	Datos preliminares técnica “attract and kill” sobre <i>T. solanivora</i> en Canarias	Alberto Ramos	ICIA-Cabildo de Tenerife, España
8h40 – 9h00	Evaluación de la población de la palomilla a través de trampas en el cultivo de papa en la provincia de Imbabura	Mishel Pérez	UTN, Ecuador
9h00 – 9h40	Evaluación del control biológico con <i>Trichogramma spp.</i> y <i>Blattisocius tarsalis</i> sobre la polilla guatemalteca de la papa <i>Tecia solanivora</i>	Jorge Gavara	ICIA, España
9h40 – 9h50	Receso		
9h50 – 10h30	Nivel de daño de las palomillas de la papa <i>Phthorimaea operculella</i> y <i>Tecia solanivora</i> en Guatemala	Luz Montejo	ICTA, Guatemala
10h30 – 11h10	¿Cómo Va Agrosavia En La Búsqueda De Fuentes De Resistencia A La Polilla Guatemalteca En Colombia?	Liliana Cely	Agrosavia, Colombia
11h10 – 11h50	18 años persiguiendo a <i>Phthorimaea operculella</i> en el Noroeste del Pacífico de Estados Unidos	Silvia Rondón	OSU, USA
11h50 – 12h00	Clausura	Horacio Rodríguez	CIP, Quito

2. Participantes del taller.

En este evento en línea se registraron 141 personas pertenecientes a 10 países (Cuadro 1). Cada día participaron de 60 a 70 personas.

Cuadro 1. País de origen de las personas registradas en el evento “V Taller Internacional de la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) y otras polillas”, 2022.

Registros por país	
País	Nº participantes
Guatemala	11
España	11
Ecuador	95
Perú	8
Colombia	4
Estados Unidos	7
Portugal	1
Costa Rica	1
India	1
Francia	2

Las personas que participaron en el evento pertenecen a 35 instituciones de 7 países (Cuadro 2).

Cuadro 2: Instituciones que participaron en el evento “V Taller Internacional de la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) y otras polillas”, 2022.

Instituciones participantes	País
Agrosavia	Colombia
Fundación Morpho Colombia	Colombia
Centro Internacional de la Papa	Ecuador/Peru
IICA	Ecuador
Fundación EkoRural	Ecuador
ATlagro	Ecuador
AGROCALIDAD	Ecuador
UTELVT	Ecuador
BioPlant C.A.	Ecuador
Agrocampo	Ecuador

INIAP	Ecuador
Universidad Técnica del Norte	Ecuador
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Ecuador
Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos	Ecuador
Agromundo SC	Ecuador
Ecuaquímica	Ecuador
Universidad Central del Ecuador	Ecuador
IRD	Ecuador /Francia
Ministerio de Agricultura y Ganadería	Ecuador
Universidad Estatal de Bolívar	Ecuador
Universidad Técnica Estatal de Quevedo	Ecuador
Cabildo Insular de Tenerife	España
Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo	España
XUNTA DE GALICIA	España
Finca roots	España
Instituto Canario de Investigaciones Agrarias	España
Oregon State University	Estados Unidos
ICTA-Quetzaltenango	Guatemala
Universidad Rafael Landívar	Guatemala
World Vegetable Center	India
SENASA	Perú
Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión	Perú
MIDAGRI	Perú

Memorias

V Taller Internacional de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* y otras polillas de la papa

Organizadores

Instituto Nacional
de Investigaciones
Agropecuarias

EL NUEVO
ECUADOR

