

# *Tecia solanivora*, Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae): una revisión sobre su origen, dispersión y estrategias de control biológico

D. Villanueva<sup>1</sup> y C.I. Saldamando <sup>2</sup>

Recepción: 22-04-2013, Aceptación: 23-07-2013

Disponible en línea: 05-11-2013

PACS: \*43.80.-n, 43.80.+p

---

## Resumen

En 1956, *Tecia solanivora* fue reportada por primera vez en Centroamérica. Este insecto Lepidóptero de la familia Gelechiidae fue encontrado causando daños graves a los cultivos de papa (*Solanum tuberosum*), lo que afectó negativamente la economía local. Aunque este insecto tiene movilidad reducida, ha invadido varios países en Centro y Sur América así como las Islas Canarias en España. El daño causado por *T. solanivora* ha sido detectado en tubérculos cosechados en campo y en almacenamiento. El Impacto económico de la plaga en países del área andina es mucho más serio que en Centro América, principalmente debido a que la papa es un importante alimento básico de las familias y su producción es intensiva. Por lo tanto, *T. solanivora* es considerada el insecto plaga más perjudicial del cultivo

---

<sup>1</sup> MSc. en Biotecnología, [dvillanu@eafit.edu.co](mailto:dvillanu@eafit.edu.co), Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.

<sup>2</sup> PhD. Ecología y evolución, [cisaldam@unal.edu.co](mailto:cisaldam@unal.edu.co), Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

de la papa en diferentes países. Esta revisión se enfoca en el actual conocimiento científico alrededor de *T. solanivora*, el cual incluye su origen y dispersión a través de los países, las implicaciones en los cultivos de papa, las estrategias para controlar su impacto. Adicionalmente, el conocimiento generado desde la filogeografía y genética de poblaciones de *T. solanivora*, se discute como estrategia complementaria para enfrentar esta plaga.

**Palabras clave:** *tecia solanivora*; polilla guatemalteca; *solanum tuberosum*; gelechiidae; especies invasoras.

### Aspectos relevantes

- Se exponen diferentes alternativas de control por medios químicos y biológicos contra *Tecia solanivora*.
- Se exponen algunos estudios en filogeografía y genética de poblaciones realizados en *Tecia solanivora*.

---

## ***Tecia solanivora*, Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae): a Review of its Origin, Dispersion and Biological Control Strategies**

---

### Abstract

In 1956, *Tecia solanivora* was reported by the first time in Central America. This Lepidopteran insect of the Gelechiidae family was found to severely damage potato crops (*Solanum tuberosum*), which adversely affected local economy. Although this insect has reduced mobility, it has invaded several countries in Central and South America as well as the Canary Islands in Spain. The damage caused by *T. solanivora* has been detected in both field crops and stored tubers. The economic impact of the pest in countries of the Andean area is much more serious than in Central America, mainly because potato is an important family staple and production is very intensive. Therefore, *T. solanivora* is considered the most damaging crop insect pest in such countries. This review focuses on the actual scientific knowledge on *T. solanivora*, which includes its origin and spread across different countries, implications, strategies for controlling its impact. In addition, current knowledge generated from phylogeography and population genetics of *T. solanivora* are discussed as complementary strategies to deal with this pest.

**Key words:** *tecia solanivora*; guatemalan moth; *solanum tuberosum*; gelechiidae; invasive species.

---

## 1 Introducción

*Tecia solanivora* [1] es un insecto que hace parte del complejo de polillas perteneciente a la familia Gelechiidae (Orden Lepidóptera) que atacan al

cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*). Se le conoce con varios nombres comunes: polilla gigante, palomilla grande, polilla centroamericana, gusano guatemalteco y principalmente como polilla guatemalteca. Es originaria de Centroamérica, siendo considerada en varios países de esta zona y en los países andinos (Venezuela, Colombia y Ecuador) como una de las principales plagas de este cultivo. Se ha considerado una amenaza potencial para los cultivos de papa ubicados en todos los países del área andina.[2],[3]

Se caracteriza por realizar una metamorfosis completa durante todo su desarrollo (insecto holometábolo). La duración de cada uno de estos estados y por ende la duración total del desarrollo del individuo, es afectada por las condiciones ambientales siendo la temperatura y la humedad relativa los factores que más influyen, observándose una relación inversa entre la duración del desarrollo y la temperatura. El desarrollo total desde huevo hasta adulto puede tener una duración de 42 días a 25 °C y de 95 días a 15,5 °C [2],[4],[5], lo que implica un alto grado de adaptabilidad a nuevas condiciones ambientales, motivo por el cual ha logrado establecerse en diferentes países. Con esta revisión se presenta el panorama actual sobre lo que se conoce hasta el momento de este insecto plaga (*T. solanivora*), desde su origen y dispersión a través de diferentes países, las implicaciones de este insecto en el cultivo de la papa, las estrategias desarrolladas para tratar de controlar su impacto en el cultivo, así como el conocimiento generado alrededor de su filogeografía y genética de poblaciones, conocimiento vital para complementar las estrategias de su manejo integrado.

## 2 Origen de la plaga y dispersión

Desde 1956 se han registrado daños producidos por este insecto en Guatemala y posteriormente, debido a la movilización de tubérculos de papa entre diferentes países centroamericanos, la plaga se dispersó y adaptó con facilidad a las condiciones agroecológicas de cada cual. Es así como en 1970 fue reportada en Costa Rica, ocasionando daños entre 5 a 41.5 % en la zona productora de Cartago [6],[7]. Posteriormente, en 1973 se observó en Panamá, en Honduras y en San Salvador. En 1983 se reportó en Suramérica debido a la importación de semilla de la variedad Atzimba proveniente de Costa Rica hacia el estado Táchira, Venezuela [8]. En Colombia, se constató su presencia por primera vez en 1985 en el departamento Norte de

Santander y en 1994 ya se reportaban daños en los demás departamentos paperos [9]. En 1996 se localizó en la Provincia del Carchi en Ecuador y en el 2001 se registró con daños hasta del 60% en campo, en el Chambo Chimborazo (Venezuela) [10]. Desplazándose a otras latitudes, finalmente en 1999, se detectó en la zona noroeste de Tenerife, Islas Canarias España [2],[11]. Recientemente, [12] reportaron la presencia de *T. solanivora* en la localidad El Provenir en México, a 17 km de la frontera con Guatemala, lo cual ha establecido la necesidad de evaluar el estado actual de dispersión de este insecto en éste país.

De acuerdo a los reportes científicos generados, *T. solanivora* pareciera ser una plaga de origen muy reciente. Sin embargo, es importante mencionar que generalmente los reportes científicos se realizan cuando el insecto se ha considerado plaga. No se conoce con exactitud cuando apareció *T. solanivora* o por lo menos cuando divergió de otros insectos cercanos, lo cual pudo haber ocurrido miles de años atrás. Algo muy similar ocurrió con el *Ostrinia nubilalis*, un insecto lepidóptero plaga de cultivos como el maíz en Europa y América [13]. Encontraron que *O. nubilalis* divergió en diferentes razas hace mas de 75.000 años, lo cual fue significativamente superior a los 500 años que lleva el cultivo de maíz de haber sido introducido a Europa. Estudios de este tipo son primordiales para comprender que un insecto pudo haber estado en una región con muchos años de anticipación antes de considerarse "plaga" para un cultivo. A continuación se presentan en detalle las implicaciones económicas de la presencia de *T. solanivora* en el cultivo de la papa.

### 3 Pérdidas económicas ocasionadas por la plaga

Este insecto después de la eclosión de los huevos, penetra el tubérculo donde completa su desarrollo. El daño consiste en la apertura de múltiples galerías verticales y horizontales, dentro de las que quedan residuos de alimento, excremento, exuvias larvales y moho, más o menos compactas que le confieren una tonalidad oscura al tubérculo, disminuyendo su calidad y permitiendo la entrada de microorganismos que provocan pudriciones secundarias [14], lo que contribuye al incremento del uso de agroquímicos en acciones que tiendan a prevenir estos daños, incrementando directamente los costos de producción del cultivo [2],[15].

En 1956 el Servicio Interamericano de Desarrollo Agrícola (SCIDA) de Guatemala estableció que *T. solanivora* ocasionaba daños hasta de un 25 % en las siembras. En 1984 en un estudio hecho en Venezuela sobre el ciclo biológico de esta plaga, se observó casos de pérdidas en la producción hasta del 50 % o más, tanto en campo como en almacenamiento cuando la época era seca [14],[15],[16],[17]. Pasó a Colombia en 1985 convirtiéndose en un problema grave en la zona papera de los departamentos de Santander y Norte de Santander, donde las pérdidas ocasionadas en campo y almacén superan el 50 %. Por su alto grado de adaptación, continuidad geográfica en intercambio vial intra e interdepartamental, en 1993 alcanza a infestar la zona papera del Altiplano Cundiboyacense, donde se cultivan 50.000 hectáreas, para llegar finalmente a las zonas productoras del departamento de Antioquia [14],[15],[16],[17]. En este último departamento se pudo establecer que la polilla de la papa ha causado graves pérdidas, entre el 50 y el 100 % de la producción del cultivo, afectando indiscriminadamente a la semilla almacenada y a los tubérculos en campo [9],[18].

Por todo lo anterior se considera como una de las plagas de mayor impacto económico, que ataca solo a tubérculos de papa. En ciertos países donde existe, se le considera más perjudicial que el gusano blanco *Premnotrypes vorax* [14]. Dada la severidad de las pérdidas, son diferentes las alternativas de control que ha tratado de implementar el hombre sobre el desarrollo de *T. solanivora* en el cultivo de la papa. A continuación se presentan las reportadas hasta el momento bajo el esquema de control químico, biológico, etológico y biotecnológico.

#### 4 Estrategias de control de *T. solanivora*

Los insecticidas de naturaleza química son los productos más ampliamente empleados para el control de *T. solanivora* con 12 a 24 aplicaciones por período de cultivo [6],[19]. Esto ha contribuido notablemente a que en países como Colombia se considere al cultivo de la papa como el cultivo agrícola que posee la mayor demanda de plaguicidas químicos, después del café [20] con aproximadamente el 12 % del consumo nacional [21]. Es importante resaltar que, debido al uso abusivo e indiscriminado de insecticidas químicos, se ha generado una serie de impactos de gran magnitud, además de los económicos, por el aumento de los costos de producción. En

el ambiente abiótico, estos productos contribuyen a la contaminación de aire, agua y suelo por residuos; en las plantas, se aumenta la fitotoxicidad y producen cambios fisiológicos; en los animales, se producen efectos fisiológicos adversos como infertilidad, se aumenta la mortalidad de especies silvestres, insectos benéficos, predadores y parásitos, así como cambios en las poblaciones; en el hombre se aumentan los problemas de salud (toxicidad) por contacto directo y afecciones en los órganos; también se advierte que los agroquímicos tienen como efecto potencial adverso el desarrollo de resistencia en plagas y enfermedades [22].

Estrategias alternativas para el control biológico de *T. solanivora* se han investigado. Son varios los trabajos enfocados a la identificación, caracterización y evaluación biológica de Baculovirus (Baculoviridae) para el control de *T. solanivora*. [23] evaluaron diferentes asilamientos de Baculovirus del genero *Granulovirus* (GV) nativos colectados entre 2004 y 2005 en Norte de Santander, Cundinamarca y Nariño, frente a individuos de *T. solanivora*. [24] aislaron y evaluaron 5 diferentes aislamientos de GV procedentes de larvas de *T. solanivora* de Colombia frente a larvas de ésta misma plaga. Se estableció que los asilamientos VG001 y VG005 debían ser analizados al ser promisorios para el control de la plaga en mención. De igual forma, [25] evaluaron algunas formulaciones que contenían GV con un aditivo que los protegía frente a los rayos UV. Frente a diferentes estímulos de luz UV, se demostró que las formulaciones continuaron con su estabilidad y actividad biológica frente a individuos de *T. solanivora*. [26] evaluaron dos formulaciones de GV (una en gránulos y otra en emulsión concentrada) elaboradas a partir del *Granulovirus* conocido como VG003, que fueron expuestas a extensos períodos de almacenamiento. Se determinó que después de 6 meses de almacenamiento a diferentes temperaturas, se conservaron las propiedades fisicoquímicas de las formulaciones, siendo afectadas las que se mantuvieron a temperaturas superiores a 28°C. Bajo la misma línea esquemática, [27],[28] caracterizaron molecular y biológicamente aislamientos de GV procedentes de *Phthorimaea operculella* (PhopGV) de suelos de Costa Rica, determinándose que el aislamiento PhopGV-CR1 protegió tubérculos de papa en condiciones de almacenamiento, reduciendo el daño hasta en un 70 %, lo que permite postularlo para el Manejo Integrado de *T. solanivora* en Costa Rica. Adicionalmente, [29] identificó el asilamiento PhopGV-CR3 como potencialmente promisorio para el con-

trol de insectos de *T. solanivora* y *P. operculella* en cultivos de papa de Costa Rica, ya que presentó la menor dosis letal frente a otros aislamientos de PhopGV procedentes de suelo Costarricense. De igual forma, [30] evaluó diferentes mezclas que contenían aislamientos de PhopGV procedentes de Perú y de PhopGV procedentes de Colombia, encontrando una mayor eficacia para el control de larvas de *T. solanivora* y *P. operculella*, que los aislamientos virales evaluados de manera individual. Por otro lado, [31] identificó, caracterizó y evaluó aislamientos de virus entomopatógenos en insectos de la familia Gelechiidae procedentes de 12 diferentes países, a partir de los cuales identificaron un aislamiento de PhopGV, el JLZ9f, con el cual desarrollaron un bioplaguicida que presentó resultados satisfactorios para el control de *T. solanivora*.

*Bacillus thuringiensis* (Bt) [32] es otro microorganismo que ha sido usado ampliamente para el desarrollo de bioplaguicidas y cultivos biotecnológicos para el control de plagas como *T. solanivora* [33],[34]. [18] identificaron cepas nativas de Bt activas frente a larvas de *T. solanivora*, siendo la cepa 146-15801 la más activa. Adicionalmente, caracterizó sus genes cry, postulando un gen para el futuro desarrollo de cultivos biotecnológicos. De otro lado, [35] desarrollaron y evaluaron la proteína híbrida de Bt SN1917 frente a *T. solanivora*, proteína que resultó ser más eficaz para el control de la plaga que las proteínas parentales evaluadas como control. [36] desarrollaron líneas de papa de *Solanum tuberosum* susp andígena, transformadas genéticamente con el gen que codifica para la proteína insecticida Cry1Ac. Varias de las líneas desarrolladas de las variedades Diacol Capiro, Parda Pastusa, Puracé, entre otras, presentaron hasta un 100 % de resistencia al ataque de larvas de *T. solanivora* a nivel de laboratorio. Continuando con esa investigación, [37] evaluaron fenotípicamente algunas de estas líneas a nivel de invernadero de bioseguridad encontrando una similaridad entre las líneas de papa genéticamente modificadas y las control no modificadas. Por su parte, [38] desarrollaron líneas de papa *Solanum tuberosum* ssp andígena de la variedad androestéril Pastusa Suprema, las cuales lograron expresar la proteína Cry1Ac de Bt para el posible control de *T. solanivora*. Se espera que en un futuro estas líneas puedan ser evaluadas biológicamente para demostrar su efectividad para el control de la plaga.

Las feromonas también han sido analizadas con el fin de controlar poblaciones de *T. solanivora*. [39] realizaron el seguimiento de insectos de *T.*

*solanivora* en un cultivo de *Solanum phureja*, considerando como períodos clave en la evaluación, antes y después del aporque. Trampas que contenían partes de la planta de papa y otras que contenían insectos machos o hembras como atrayentes fueron evaluadas. Se determinó que el momento de inicio de la tuberización y la madurez fisiológica del cultivo, fueron los estados en los que una mayor cantidad de insectos fueron capturados. [40] analizaron químicamente feromonas sexuales extraídas de *T. solanivora*. Encontraron que las feromonas sexuales de este insecto son una mezcla de (E) - 3-acetato de dodecenilo, (Z)-3-acetato de dodecenilo, y acetato de dodecilo. En campo, aplicaron una mezcla 100:1:20 de estos compuestos y lograron capturar más machos que cuando se usaron los compuestos de manera individual. Adicionalmente, la mezcla evaluada fue muy específica, dado que no atrajeron insectos de *Phthorimaea operculella*, a las trampas usadas. Durante mas de 2 meses en los cuales se usó la mezcla mencionada en un campo papero, se redujo sustancialmente el número de machos de *T. solanivora*, lo que demostró el potencial de usar feromonas para el control de esta plaga. [41] evaluaron en *T. solanivora* la viabilidad de una estrategia basada en la confusión sexual mediada feromonas. Se desarrollaron dispensadores que contenían una formulación con 70 mg de los tres compuestos de feromona sexual (E)-3-acetato de dodecenilo, (Z)-3-acetato de dodecenilo, y acetato de dodecilo, en una relación de 100:56:100, la cual era considerada fuera de rango (dispensadores de confusión sexual), teniendo en cuenta que la proporción óptima para la atracción de los machos es 100:1:20, y cuyo resultado fue la atracción de unos pocos machos. Con la aplicación de esta estrategia en campo, durante 2 meses se redujo sustancialmente el número de machos atraídos a las trampas que contenían hembras de *T. solanivora*, confirmando el potencial de la estrategia. A largo plazo el beneficio se daría en la disminución de la población plaga. Un estudio similar fue realizado por [42] en el que usaron una mezcla de los 3 componentes de la feromona en la relación 100:50:100, que eliminó por completo la atracción de los machos por las feromonas producidas por las hembras, en un campo papero. Estos resultados ratificaron la importancia de esta estrategia para la disminución de la cantidad insectos plaga de *T. solanivora* en campo. [43] también estudiaron los mecanismos de comportamiento de la interrupción del apareamiento en *T. solanivora*. Los componentes de la feromona sexual, (E)-3-acetato de dodecenilo, (Z)-3-acetato de dodecenilo, y aceta-

to de dodecilo, fueron formulados en una relación 100:1:20 (imitación a la producida por las hembras) y una relación 100:56:100 (considerada fuera del esquema de relación natural). El modo de acción de estas dos mezclas se evaluó en experimentos de apareamiento, perturbación en campo y en invernadero, así como en túnel de viento de laboratorio. Las dos formulaciones produjeron un efecto similar en el comportamiento de los machos a pesar de las diferencias en la composición de la mezcla, confirmando que se puede generar un efecto perturbador en los machos y por tanto, es una herramienta valiosa para la disminución de poblaciones en cultivos de papa.

En el caso particular de *T. solanivora* el uso de la filogeografía y la genética de poblaciones permitirán entender la historia evolutiva de la especie y el grado de diferenciación genética de sus poblaciones. Si las poblaciones de este insecto plaga se encuentran genéticamente estructuradas, diferentes formas de control deberán ser utilizadas dada la posibilidad de presentar diferentes genes y a su vez alelos que respondan diferencialmente al efecto de la selección artificial generada por los insecticidas y controladores biológicos usados para su manejo en el campo. A continuación se presentan los estudios en filogeografía y genética de poblaciones realizados en *T. solanivora*.

## 5 Filogeografía y Genética de poblaciones en *T. solanivora*

La identificación y cuantificación del número de poblaciones del insecto genéticamente diferenciadas con potencial invasivo [44],[45],[46]; la estimación del tamaño efectivo de la población ( $N_e$ ) que representa el mínimo número de individuos que requiere una población para que no pierda su variabilidad genética por el efecto de la deriva [44]; la determinación de procesos de expansión o reducción en la población causados por fuerzas evolutivas [46],[47]; el establecimiento de eventos de invasión poblacional y el orden de ocurrencia [46]; y finalmente, la presencia o ausencia de flujo genético entre las poblaciones evaluadas [46], es información generada mediante el estudio de la genética poblacional de los organismos, que para el caso de insectos plaga permite identificar la capacidad de dispersión y subdivisión de las poblaciones plaga, fundamental para predecir y conducir las intervenciones respectivas para su manejo, dado que permite entre otros, definir unidades de control a distintas escalas geográficas y predecir capacidades y focos de

reinfestación o recolonización de las regiones afectadas por el ataque del insecto [44],[48],[49].

Estudios de Filogeografía y Genética de Poblaciones en insectos considerados plaga de cultivos de importancia agrícola han permitido implementar medidas de manejo más efectivas. A continuación dos ejemplos particulares.

*Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae), conocida como el barrenador del maíz Europeo, es un insecto nativo de Europa y Norte y Oeste de África. Aunque cuenta con una heterogeneidad de hospederos, tales como artemisa, lúpulo o espárrago, pimientos, patatas, *O. nubilalis* es considerada la principal plaga del maíz, ya que ocasiona pérdidas anuales de aproximadamente 1 billón de dólares [50]. [51] estudiaron la variabilidad genética de esta plaga dentro y entre poblaciones colectadas en cultivos de artemisa y maíz en Francia, mediante el análisis de secuencias de ADN mitocondrial y aloenzimas, así como el efecto de la asociación al hospedero sobre la estructura genética del insecto. El análisis jerárquico y de diferenciación alélica de las poblaciones estudiadas demostró el grupo de poblaciones de *O. nubilalis* que se alimentan de maíz difieren del grupo de poblaciones de *O. nubilalis* que se alimentan de artemisa, consecuentemente el flujo de genes entre estas dos poblaciones es limitado, lo que ha conducido a la estructuración de dos razas genéticamente diferenciadas en la especie que además de ello presentan diferencias en la composición de sus feromonas.

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), es una polilla que cubre la mayor parte del hemisferio occidental con una distribución que se extiende desde el sur de Canadá, Florida, Louisiana, América central, el Caribe - pasando por Colombia, Brasil y Venezuela - hasta llegar al centro de Argentina [52]. Es un insecto móvil y polígrafo que presenta preferencia por las gramíneas, tanto cultivadas como silvestres, dentro de las cuales se han registrado más de 80 especies de plantas de 23 familias como hospedantes de esta especie [53]. *S. frugiperda* ha sido estudiada en Estados Unidos y en Colombia mediante el uso de marcadores AFLP, PCR-RFLP y secuenciación del gen *COI*, lo que ayudó a encontrar que esta plaga divergió en dos poblaciones asociadas a cultivos de maíz y arroz, a las cuales se les denominó biotipos, ya que son idénticas morfológicamente pero diferentes molecularmente. Las principales características que se encontraron en estos biotipos es que presentan barreras de aislamiento reproductivo, puesto que las hembras del biotipo de maíz no se

aparean con machos del biotipo de arroz y que ambos biotipos responden diferencialmente a los insecticidas químicos y endotoxinas procedentes de la bacteria *Bacillus thuringensis* esto debido a que el biotipo de maíz es más tolerante a los insecticidas lambda-cialotrina y metomil que el biotipo de arroz, mientras que el biotipo de arroz es más tolerante a las endotoxinas Cry1Ac y Cry1ab del Bt que el biotipo de maíz [52],[54],[55],[56],[57]. La información obtenida hoy en día sobre esta polilla puede proveer una base fundamental para la implementación de planes de manejo integrado adecuados para esta plaga, ya que la asociación a diferentes plantas hospederas y el flujo genético reducido entre las poblaciones que se encuentran en ellas implicaría que el manejo de los cultivos de maíz sean muy diferentes a los del cultivo de arroz.

Para el caso particular de *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae), [58],[59] se realizaron las caracterizaciones genéticas más conocidas con el objeto de hacer un seguimiento de la historia ecológica y genética de la invasión de ésta plaga en Centro y Sur América. Estos trabajos se realizaron, mediante el análisis de secuencias de una región del gen mitocondrial citocromo b (*cytb*) a partir de larvas de *T. solanivora* proveniente de países como Guatemala, Ecuador y Colombia. Los resultados obtenidos en estos estudios mostraron que individuos procedentes de América del Sur comparten un mismo haplotipo mitocondrial, mientras que individuos originarios de Guatemala presentan una mayor variabilidad genética. Basados en estos resultados, dichos autores sugieren que la diferenciación genética de *Tecia solanivora* en Guatemala es mayor debido a que esta especie es originaria de este país, mientras que en Sur América la diversidad genética es menor dado que el proceso de invasión de esta especie pudo haberse acompañado de una reducción del pool genético del insecto (cuello de botella). Es importante tener en cuenta, que estos autores utilizaron un marcador molecular más apto para realizar estudios de variabilidad genética en animales vertebrados, a diferencia de la mayoría de trabajos realizados con insectos, en particular con lepidópteros, que se enfocan en el uso del gen mitocondrial de la citocromo oxidasa I (*COI*). Este gen presenta una tasa de evolución más rápida que el *cytb* en los insectos, lo cual permite evaluar diferenciación genética dentro una especie con una mayor resolución [44],[60], que el marcador mitocondrial empleado por [58]. Estos estudios, sumados al trabajo realizado por [61] en el que se estandarizaron nueve microsatélites en

la especie, son las únicas investigaciones enfocadas en la genética de esta polilla.

## 6 Conclusiones

Como se puede evidenciar, son varios los países que han sufrido el daño causado por el insecto plaga *Tecia solanivora*. Aunque la capacidad de desplazamiento del insecto por medios propios es reducida, el hombre ha contribuido en gran medida a la dispersión internacional favorecida por el movimiento de semilla de papa a través de las fronteras. Su gran capacidad de adaptación es extraordinaria teniendo en cuenta los reportes dados en pérdidas económicas de los cultivos de papa en cada uno de los países que esta plaga ha invadido. Los estudios científicos que giran alrededor de conocer ésta plaga aún se consideran muy pocos para la magnitud del daño que ocasiona este insecto, lo que implica la necesidad de abordar estudios que permitan mantener las poblaciones de este insecto plaga en condiciones manejables para los agricultores.

## 7 Agradecimientos

Los autores agradecen a los pares evaluadores y editores de la revista por sus valiosas contribuciones. Adicionalmente, a Daniel Loaiza y Viviana Ramírez Ríos por su apoyo en el ajuste digital del documento.

## Referencias

- [1] D. Povolny, "Scobipalpopsis solanivora sp. n. A new pest of potato (solanum tuberosum) from central América," *Acta Universitatis Agriculturae, Facultas Agronomica*, vol. 21, pp. 143–146, 1973. 198
- [2] L. Niño, "Revisión sobre la Polilla de la Papa *Tecia solanivora* en Centro y Suramérica," *Suplemento Revista Latinoamericana de la Papa*, 2004. 199, 200
- [3] A. Valle, "El cultivo de la papa en Colombia," *Agricultura de las Américas*, vol. 27, pp. 4–7, 1997. 199

- [4] A. Notz, "Influencia de la Temperatura sobre la Biología de *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) Criadas en Tubérculos de papa *Solanum tuberosum* L." *Boletín de Entomología Venezolana*, vol. 11, pp. 49–54, 1995. 199
- [5] F. Torres, "Algunos aspectos de la biología y comportamiento de la polilla de la papa *Scrobipalopsis solanivora* Povolny 1.973, (Lepidoptera: Gelechiidae) en el estado Táchira, Venezuela," Ph.D. dissertation, 1989. 199
- [6] L. Hilje, "Caracterización del daño de las polillas de la papa, *Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) en Cartago, Costa Rica," *Manejo Integrado de Plagas*, vol. 31, pp. 43–46, 1994. 199, 201
- [7] W. Hooker, *Compendio de enfermedades de la papa*, 1980. 199
- [8] F. Torres, *Biología y Manejo Integrado de la polilla Centroamericana de la Papa Tecia solanivora en Venezuela. Maracay, Venezuela*, 1998. 199
- [9] F. Herrera, "La polilla guatemalteca de la papa. Biología, comportamiento y prácticas de Manejo Integrado," Tech. Rep., 1997. 200, 201
- [10] A. Pozo and J. Zambrano, "Tecia solanivora en el Ecuador," in *Memorias I Taller Internacional sobre Prevención y Control de la Polilla Guatemalteca de la papa*, 2001, pp. 11–14. 200
- [11] E. García, D. R. Mesa, and R. Cabrera, "Distribución y georeferenciación de *Tecia solanivora* (Povolny) (Lep: Gelechiidae) en la Isla de Tenerife," in *Memorias del II Taller Internacional de Polilla Guatemalteca (Tecia solanivora), Avances en investigación y Manejo Integrado de la Plaga*, 2002. 200
- [12] E. Roblero, A. Vera, and E. Malo, "First report of *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) attacking the potato *Solanum tuberosum* in Mexic," *Florida Entomologist*, vol. 94, no. 4, pp. 1055–1056, 2011. 200
- [13] T. Malausa, L. Leniaud, J. Martin, P. Audiot, D. Bourguet, S. Ponsard, S. Lee, R. Harrison, and E. Dopman, "Molecular Differentiation at Nuclear Loci in French Host Races of the European Corn Borer (*Ostrinia nubilalis*)," *Genetics*, vol. 176, pp. 2343–2355, 2007. 200
- [14] D. Sandoval and J. Vilatuña, "La polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Povolny)," 1998. 200, 201
- [15] P. Osorio, E. Espitia, and E. Luque, "Reconocimiento de enemigos naturales de *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) en localidades productoras de papa en Colombia," *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 27, no. 3-4, pp. 177–185, 2001. 200, 201

- [16] E. Botero, Z. Londoño, G. Trrellos, R. Arias, and P. Jaramillo, “Detección de la Polilla de la Papa *Tecia solanivora* en el Departamento de Antioquia,” *Tech. Rep.*, 1995. 201
- [17] A. Varela, “Morfología de la Polilla Guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolny) Lep. Gelechiidae y su Manejo Integrado,” *Revista Couniversitaria Ciencia y Tecnología*, no. 2, 1996. 201
- [18] D. Villanueva, N. Velásquez, E. Rodríguez, S. Orduz, and R. Arango, “Molecular characterization of a Colombian *Bacillus thuringiensis* strain with activity against *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae),” *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 35, no. 2, pp. 130–137, 2009. 201, 203
- [19] A. MacLeod, “Data sheets on quarantine pests *Tecia solanivora*,” *EPPO Bull*, vol. 35, pp. 399–401, 2005. 201
- [20] C. Espinal, H. Covaleda, N. Ruiz, and C. Urrutia, “La Cadena De La Papa En Colombia. Una Mirada Global De Su Estructura y Dinamica 1991-2005,” 2006. 201
- [21] J. Areiza and I. Góez, “Diagnóstico del manejo de algunos insumos agrícolas en el municipio de la Unión (Antioquia),” Ph.D. dissertation, 1998. 201
- [22] L. Fierro and J. Téllez, “Motivaciones y uso de plaguicidas en el cultivo de la papa,” *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Tibaitatá e Instituto Colombiano Agropecuario, ICA*, 1997. 202
- [23] P. Cuartas, L. Villamizar, C. Espinel, and A. Cotes, “Infection of native granulovirus on *tecia solanivora* and *Phthorimaea operculella* (lepidoptera: Gelechiidae),” *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 35, no. 2, pp. 122–129, 2009. 202
- [24] C. Espinel-Correal, X. Lery, L. Villamizar, J. Gómez, J. Zeddám, A. Cotes, and M. López-Ferber, “Genetic and biological analysis of colombian *Phthorimaea operculella* granulovirus isolated from *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae),” *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 76, no. 22, pp. 7617–7625, 2010. 202
- [25] M. Chaparro, C. Espinel, A. Cotes, and L. Villamizar, “Photostability and insecticidal activity of two formulations of granulovirus against *Tecia solanivora* larvae,” *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 36, no. 1, pp. 25–30, 2010. 202
- [26] I. Quiroga, M. Gómez, and L. Villamizar, “Stability of formulations based on granulovirus for controlling *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) in the field,” *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 37, no. 1, pp. 27–35, 2011. 202

- [27] Y. Gómez-Bonilla, M. López-Ferber, P. Caballero, X. Léry, and D. Muñoz, “Characterization of a Costa Rican granulovirus strain highly pathogenic against its indigenous hosts, *Phthorimaea operculella* and *Tecia solanivora*,” *Entomologia Experimentalis et Applicata*, vol. 140, no. 3, pp. 238–246, 2011. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1570-7458.2011.01156.x> 202
- [28] Y. Gómez-Bonilla, M. López-Ferber, P. Caballero, R. Murillo, and M. n. D, “Granulovirus formulations efficiently protect stored and field potatoes from *Phthorimaea operculella* and *Tecia solanivora* in Costa Rica,” *BioControl*, vol. 1, no. 10, 2012. 202
- [29] Y. Gómez-Bonilla, M. López-Ferber, P. Caballero, X. Lery, and M. n. D, “Costa Rican soils contain highly insecticidal granulovirus strains against *Phthorimaea operculella* and *Tecia solanivor*,” *Journal of Applied Entomology*, vol. 136, no. 7, pp. 530–538, 2012. 202
- [30] C. Espinel-Correal, M. López-Ferber, J.-L. Zeddám, L. Villamizar, J. Gómez, A. M. Cotes, and X. Léry, “Experimental mixtures of *Phthorimaea operculella* granulovirus isolates provide high biological efficacy on both *Phthorimaea operculella* and *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae),” *Journal of Invertebrate Pathology*, vol. 110, no. 3, pp. 375–381, 2012. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022201112001188> 203
- [31] C. Carpio, O. Dangles, S. Dupas, X. Lery, M. Lopez-Ferber, K. Orbe, D. Paez, F. Rebaudo, A. Santillan, B. Yangari, and J. Zeddám, “Development of a viral biopesticide for the control of the Guatemala potato tuber moth *Tecia solanivora*,” *Journal of Invertebrate Pathology*, vol. 112, no. 2, pp. 184–191, 2013. 203
- [32] E. Berliner, “Über die Schlaffsucht der Mehlmottenraupe (*Ephestia kühniella* Zell) und ihren Erreger *Bacillus thuringiensis* n. sp.” *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, vol. 2, pp. 29–56, 1915. 203
- [33] J. Iriarte and P. Caballero, *Bioinsecticidas y Aplicaciones de Bacillus thuringiensis en el control integrado de plagas*, 2001. 203
- [34] E. Schnepf, N. Crickmore, J. V. Rie, D. Lereclus, J. Baum, J. Feitelson, D. Zeigler, and D. Dean, “*Bacillus thuringiensis* and Its Pesticidal Crystal Proteins,” *Microbiology and Molecular Boilogy Reviews*, vol. 62, pp. 775–806, 1998. 203
- [35] S. López-Pazos, A. Rojas, S. Ospina, and J. Cerón, “Activity of *Bacillus thuringiensis* hybrid protein against a lepidopteran and a coleopteran pest,” *FEMS Microbiology Letters*, vol. 302, no. 2, pp. 93–98, 2010. 203

- [36] A. Valderrama, N. Velasquez, E. Rodriguez, A. Zapata, M. Zaidi, I. Altosaar, and R. Arango, "Resistance to *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) in three transgenic andean varieties of Potato expressing *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac protein," *Journal of Economic Entomology*, vol. 100, no. 1, pp. 172–179, 2007. 203
- [37] J. Torres, D. Villanueva, G. Restrepo-Cadavid, and R. Arango, "Phenotypic evaluation of two transgenic potato varieties for control of *Tecia solanivora*," *Agronomia Colombiana*, vol. 30, no. 1, pp. 7–14, 2012. 203
- [38] E. Torres, J. Torres, C. Moreno, and R. Arango, "Development of transgenic lines from a male-sterile potato variety, with potential resistance to *Tecia solanivora* Povolny," *Agronomia Colombiana*, vol. 30, no. 2, pp. 163–171, 2012. 203
- [39] J. Galindo and J. Española, "Capture dynamic of *Premnotrypes vorax* (coleoptera: Curculionidae) and the guatemalan potato tuber moth *Tecia solanivora* (lepidoptera: Gelechiidae) in traps with different types of attractants in a potato crop (*Solanum phureja*)," *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 30, no. 1, 2004. 203
- [40] C. Bosa, A. Prado, T. Fukumoto, M. Bengtsson, and P. Witzgall, "Pheromone-mediated communication disruption in Guatemalan potato moth, *Tecia solanivora*," *Entomologia Experimentalis et Applicata*, vol. 114, no. 2, pp. 137–142, 2005. 204
- [41] C. Bosa, A. Cotes, P. Osorio, T. Fukumoto, M. Bengtsson, and P. Witzgall, "Disruption of pheromone communication in *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae): Flight tunnel and field studies," *Journal of Economic Entomology*, vol. 99, no. 4, pp. 1245–1250, 2006. 204
- [42] C. Bosa, P. Osorio, A. Cotes, M. Bengtsson, P. Witzgall, and T. Fukumoto, "Control of *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) through its pheromone for mating disruption," *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 34, no. 1, pp. 68–75, 2008. 204
- [43] A. McCormick, M. Karlsson, C. Ochoa, M. Proffit, M. Bengtsson, M. Zuluaga, T. Fukumoto, C. Oehlschlager, A. Prado, and P. Witzgall, "Mating Disruption of Guatemalan Potato Moth *Tecia Solanivora* by Attractive and Non-Attractive Pheromone Blends," *Journal of Chemical Ecology*, vol. 38, no. 1, pp. 63–70, 2012. 204
- [44] J. Freeland, *Molecular Ecology*, 2005. 205, 206, 207
- [45] D. Harti and A. Clark, *Principles of Population Genetics*, 1997. 205

- [46] L. Rollins, A. Woolnough, and W. Sherwin, "Genetic tools for pest management: A review," *Wildlife Research*, vol. 33, p. 251, 2006. 205
- [47] L. Brundin, "Phylogenetics and Biogeography," *Systematic Biology*, vol. 21, no. 1, pp. 69–79, 1972. [Online]. Available: <http://sysbio.oxfordjournals.org/content/21/1/69.abstract> 205
- [48] J. Pinto, M. Donnelly, C. Souza, V. Gil, C. Ferreira, N. Elissa, V. Do-Rosário, and J. Charlwood, "Genetic structure of *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) in São Tomé and Príncipe (West Africa): implications for malaria control," *Molecular Ecology*, vol. 11, pp. 2183–2187, 2012. 206
- [49] H. Salinas-Hernandez and C. Saldamando, "Haplotype identification of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) strains from corn and rice strains at Central Colombia," *Brasil. Neotropical Entomology*, vol. 40, pp. 421–430, 2011. 206
- [50] K. Ostlie, W. Hutchinson, and R. Hellmich, "Bt corn and the European corn borer: long term succes through resistance management," *North Central Regional Extension Publication, University of Minnesota, 602*, pp. 1–18, 1997. 206
- [51] A. Martel, A. RéJasse, F. Rousset, M. Bethenod, and D. Bourguet, "Host-plant-associated genetic differentiation in Northern French populations of the European corn borer," *Heredity*, vol. 90, 2003. 206
- [52] C. Saldamando and A. Velez-Arango, "Host Plant Association and Genetic Structure of Corn and Rice Strains of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) in Colombia," *Neotropical Entomology*, vol. 39, pp. 921–929, 2010. 206, 207
- [53] R. Velez, *Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: binomía y manejo integrado*, 1997. 206
- [54] D. Prowell, M. McMichael, and J. Silvain, "Multilocus genetic analysis of host use, introgression, and speciation in host strains of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae)," *Annals of Entomological Society of America*, vol. 97, pp. 1034–1044, 2004. 207
- [55] A. Vélez-Arango, R. Arango, D. Villanueva, E. Aguilera, and C. Saldamando, "Identificación de biotipos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) mediante marcadores mitocondriales y nucleares," *Revista Colombiana de Entomología*, vol. 34, pp. 145–150, 2008. 207
- [56] M. Velásquez-Vélez, C. Saldamando-Benjumea, and J. Ríos-Diez, "Reproductive isolation between two populations of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) collected in corn and rice fields from Central Colombia,"

- Annals of the Entomological Society of America*, vol. 104, no. 226-233, 2011. 207
- [57] J. Ríos-Diez and C. Saldamando-Benjumea, “Susceptibility of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Strains from Central Colombia to two insecticides, Methomyl and Lambda-Cyhalothrin: A Study of the Genetic Basis of Resistance,” *Journal of Economic Entomology*, vol. 104, no. 6, 2011. 207
- [58] N. Puillandre, S. Dupas, O. Dangles, J. Zeddami, C. Capdevielle-Dulac, K. Barbin, Torres-Leguizamon, and J. Silvain, “Genetic bottleneck in invasive species: the potato tuber moth adds to the list,” *Biological Invasions*, vol. 10, pp. 319–333, 2008. 207
- [59] M. Torres-Leguizamón, S. Dupas, D. Dardon, Y. Gómez, L. Niño, A. Carnero, A. Padilla, I. Merlin, A. Fossoud, J. Zeddami, X. Lery, C. Capdevielle-Dulac, O. Dangles, and J. Silvain, “Inferring native range and invasion scenarios with mitochondrial DNA: the case of *T. solanivora* successive north-south step-wise introductions across Central and South America,” *Biological Invasions*, vol. 13, no. 7, pp. 1505–1519, 2011. 207
- [60] R. Simmons and S. Weller, “Utility and Evolution of Cytochrome b in Insects,” *Molecular Phylogenetics and Evolution*, vol. 20, pp. 196–210, 2001. 207
- [61] M. Torres-Leguizamon, M. Solignac, D. Vautrin, C. Capdevielle-Dulac, S. Dupas, and J. Silvain, “Isolation and characterization of polymorphic microsatellites in the Potato Tuber Moth *Tecia solanivora* (Povolny, 1973) (Lepidoptera: Gelechiidae),” *Molecular Ecology Resources*, vol. 9, pp. 167–116, 2009. 207