



II TALLER INTERNACIONAL DE
polillaguatemalteca
Tecia solanivora
QUITO - ECUADOR 2002

Memorias



Avances en investigación y manejo integrado
de la polilla guatemalteca de la papa, *Tecia solanivora*

MEMORIAS
II TALLER INTERNACIONAL DE
POLILLA GUATEMALTECA

Avances en investigación y manejo integrado
de la polilla guatemalteca de la papa
Tecia solanivora

Editores

André Pollet
Giovanni Onore
Fernando Chamorro S.
Álvaro R. Barragán

PUBLICACIÓN ESPECIAL 7
JULIO 2004

CENTRO DE BIODIVERSIDAD Y AMBIENTE
ESCUELA DE BIOLOGÍA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

Derechos reservados. Citar mencionando sus autores y fuente de origen.
© 2004, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Para conocer los lineamientos de estilo y procedimiento de admisión de publicaciones, los autores deben ponerse en contacto con los editores antes de enviar sus manuscritos. Todos los manuscritos serán sometidos a revisiones críticas por especialistas. El manuscrito final estará sujeto a la aprobación del CBA (Centro de Biodiversidad y Ambiente).

Esta publicación puede ser obtenida por medio de intercambio de publicaciones afines o bajo pedido al CBA, Av. 12 de Octubre y Roca. Apto. 17-01-2184. Quito, Ecuador. <http://www.puce.edu.ec/zoologia/publicaciones.html>

EDITORES:

André Pollet
ajpollet@wanadoo.fr

Giovanni Onore
gonore@puce.edu.ec

Fernando Chamorro S.
gallegos@fpapa.org.ec

Álvaro R. Barragán
arbarragan@puce.edu.ec

EDITORES CBA:

TRADUCCIÓN AL INGLÉS:

FOTO PORTADA Y CONTRAPORTADA:

REVISIÓN Y DISEÑO DE PORTADAS:

DIGITACIÓN Y DIAGRAMACIÓN:

IMPRESIÓN:

ISBN:

DRA:

IMPRESO EN ECUADOR

Luis A. Coloma

Giovanni Onore

María-Victoria González

Graham Thiele

Álvaro R. Barragán

Ricardo Staël

Tatiana E. Romero

IMPREFEPP.

Telf. (593) (2) 2550705 Quito

9978-77-120-4

019939

PRÓLOGO

La polilla guatemalteca, *Tecia solanivora*, es una plaga que día a día adquiere mayor importancia para los productores de papa en América Latina, causando daños devastadores a sus cultivos y amenazando seriamente su capacidad de lograr un medio de vida sostenible. Es un problema especialmente difícil para los pequeños productores, quienes cuentan con menos recursos y conocimiento para combatirlo.

La polilla guatemalteca se presenta como un complejo problema con causas múltiples e interrelacionadas que van desde el manejo de la plaga en campo y almacén, hasta los movimientos de papa en circuitos de comercialización. Por la complejidad del problema se requiere para su solución la coordinación entre diferentes tipos de instituciones.

Además, por ser una plaga común en un conjunto de países y que tiende a expandirse hacia el sur del continente se vuelve fundamental la concertación de acciones entre diferentes países. El conjunto de trabajos presentados en esta memoria se sitúa en este contexto. Incluye aportes que van desde la investigación biológica con estudios de la dinámica poblacional de la polilla y nuevas opciones tecnológicas para su manejo hasta trabajos de capacitación y actividades en cuarentena. Tiene el gran mérito de ubicar todo esto en el contexto de América Latina, para ayudarnos a compartir avances entre los diferentes países afectados por la plaga.

Pero el taller ha ido mucho más allá de simplemente compartir avances. Ha tomado los primeros pasos de construir una plataforma regional para trabajar en forma concertada en el desarrollo de soluciones al problema. Se formaron grupos de trabajo interinstitucionales con participantes de diferentes países para los temas de investigación básica, manejo integrado, transferencia y capacitación. Cada grupo analizó los vacíos que existen en el tema y propuso un conjunto de recomendaciones para llenar estos vacíos.

Para adelantar en la implementación de las recomendaciones se ha conformado una comisión coordinadora que represente a cada país. El CIP (Centro Internacional de la Papa) ha tenido el grato honor de ser designada como la institución facilitadora encargada de enlazar a los diferentes representantes de cada país.

Esperamos seguir aportando a la preparación de un proyecto de coordinación regional sobre polilla guatemalteca y mantener el impulso generado por el taller en sí. De esta forma podremos avanzar en la implementación de soluciones integrales para combatir a esta plaga por el bien de los pequeños productores de papa de América Latina.

Graham Thiele -Representante del CIP en Quito, Ecuador.

PROLOGUE

The Guatemalan potato moth, *Tecia solanivora* is a pest that acquires more importance each day for potato growers in Latin America and is causing devastating damage in their crops and is seriously threatening their capability of achieving a sustainable life-support system. This problem is especially difficult for small growers who have fewer resources and knowledge with which to combat the pest.

The Guatemalan moth is a complex problem with multiple interrelated causes, ranging from pest management in the field and storehouses to the potato transportation in commercialization circuits. Due to the complexity of the problem, its solution requires coordinated action between different types of institutions.

Moreover, being a pest common to a group of countries which is trying to spread south of the continent, concerted action by the countries is a necessity. The group of works presented in this report correspond to such an approach. It includes contributions ranging from biological research, with studies of the moth population's dynamics and new technological options for management, training and quarantine actions; with the advantage that its setting in Latin America allows the different countries affected by the pest to share advances.

Nevertheless, the workshop has gone far beyond sharing advances; it has given the first steps towards the establishment of a regional platform to work jointly in the development of solutions to the problem. Interinstitutional working teams composed of participants from different countries were formed to discuss issues such as basic research, integrated management, transfer, and training. Each team analyzed the existing gaps and proposed a set of recommendations to overcome them.

To speed up their implementation a coordinating committee composed of delegates from each country was created. The CIP (Centro Internacional de la Papa) (International Potato Center) has been honored with the appointment as the facilitating institution in charge of coordinating the representation of each country.

We expect to continue supporting the preparation of a regional coordination plan against the Guatemalan moth, as well as supporting the impulse generated by the workshop itself in order to advance in the implementation of integrated solutions to this pest for the benefit of the small potato growers of Latin America.

Graham Thiele -Representative of the CIP in Quito, Ecuador.

AGRADECIMIENTOS

A ALAP (Asociación Latinoamericana de la Papa) por apoyar y permitir que el II Taller Internacional de polilla guatemalteca se lleve a cabo dentro del marco del XX Congreso de ALAP.

A las siguientes instituciones que proveyeron auspicio financiero: Escuela de Biología de la PUCE (Pontificia Universidad Católica del Ecuador), IRD (Institut de Recherche pour le Développement), CIP (Centro Internacional de la Papa), Embajada de Francia en el Ecuador, Ministerio de Relaciones del Gobierno Francés, Proyecto PROMSA 103, CEI (Conferenza Episcopale Italiana) y la Fundación Bioforest (Associazione per la rigenerazione degli ambienti naturali promossa da Valcucine).

A INIAP-FORTIPAPA (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), SESA (Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria) y Proyecto SICA-Banco Mundial por su respaldo y promoción del taller.

A los autores de los trabajos recopilados en estas memorias, por su participación y contribución al conocimiento de la biología, manejo integrado y transferencia de tecnología aplicada al control de la polilla guatemalteca de la papa, *Tecia solanivora*.

A Giovanni Onore (PUCE), André Pollet (IRD) y Aziz Lagnaoui (CIP) por llevar a cabo la tarea de organizar el taller.

A Álvaro Barragán y Leticia Torres por la coordinación del taller y por solucionar los problemas que se presentaron durante el taller.

A Mauricio Rivadeneira, Andrés Iglesias, Ailín Blasco, Francisco Prieto, Vanesa Noboa, Carolina Portero, Denise Benítez, Silvia Salgado y Jeaneth Padilla por poner a disposición de los participantes del taller su tiempo, ayuda y sonrisas.

A Graham Thiele (CIP) por su generosa revisión de los resúmenes en inglés.

Al Rector de la PUCE, José Ribadeneira S.J., por su apoyo a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

A Laura Arcos Terán, Decana de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la PUCE, por su respaldo durante la realización del taller.

A los investigadores y estudiantes de las áreas de Ciencias Naturales y Agronómicas, funcionarios y especialistas de organismos estatales de sanidad vegetal y a los representantes de grupos indígenas y asociaciones de agricultores por su empeño en cultivar y proteger al preciado tubérculo, tesoro heredado de nuestros antepasados que debe conservarse y transmitirse a las generaciones futuras.

ACKNOWLEDGEMENTS

To ALAP (Asociación Latinoamericana de la Papa) for supporting and having allowed the Second International Potato Moth Workshop to be held within the ALAP's Twentieth Congress.

To the following institutions which provided us with financial support: the Escuela de Biología of PUCE (Pontificia Universidad Católica del Ecuador), the IRD (Institut de Recherche pour le Développement), the CIP (Centro Internacional de la Papa), the French Embassy in Ecuador, the Ministry of Foreign Affairs of the Republic of France, the PROMSA 103 Project, the CEI (Conferenza Episcopale Italiana), and Bioforest Foundation (Associazione per la rigenerazione degli ambienti naturali promossa da Valcucine).

To the INIAP-FORTIPAPA (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), the SESA (Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria), and the SICA-World Bank Project for their support to the Workshop and its promotion.

To the authors of the works compiled in this report for their participation and contribution to the knowledge of the biology, integrated management and technological transfer regarding the pest control of the Guatemalan potato moth, *Tecia solanivora*.

To Giovanni Onore (PUCE), André Pollet (IRD) and Aziz Lagnaoui (CIP) for organizing the Workshop.

To Álvaro Barragán and Leticia Torres for coordinating the Workshop and solving last-minute problems during the event.

To Mauricio Rivadeneira, Andrés Iglesias, Ailín Blasco, Francisco Prieto, Vanesa Noboa, Carolina Portero, Denise Benítez, Silvia Salgado and Jeaneth Padilla for their kindnesses, assistance and time devoted to the Workshop participants.

To Graham Thiele (CIP) for his generous revision of the English version.

To the Chancellor of PUCE, José Ribadeneira S.J., for his support to the Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).

To Laura Arcos Terán, Dean of the Facultad de Ciencias Exactas y Naturales of PUCE, for her support during the Workshop.

To the researchers and students in the fields of Natural Sciences and Agronomy, officers and specialists of government plant-sanitary organizations, and to the representatives of indigenous organizations and farmers associations for their eagerness to grow and protect the precious tuber, a treasure we inherited from our ancestors which must be conserved and passed down to future generations.

CONTENIDO

| | |
|---|---------|
| Prólogo | iii |
| Agradecimientos | v |
| Contenido | vii |
| Introducción | I |
| ÁLVARO R. BARRAGÁN, ANDRÉ POLLET, J. MARCELO PRADO, AZIZ LAGNAOUI, GIOVANNI ONORE, IVÁN AVEIGA, XAVIER LERY, Y JEAN-LOUIS ZEDDAM La polilla guatemalteca <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) en Ecuador. Diagnóstico y perspectivas de manejo bajo un método de predicción | 5 — 23 |
| NANCY BARRETO T., EDUARDO ESPITIA M., RICARDO GALINDO P., EDWIN GORDO Q., LILIANA CELY P., GERMÁN SÁNCHEZ L., Y ARISTÓBULO LÓPEZ-ÁVILA Fluctuación de la población de <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) en tres intervalos de altitud en Cundinamarca y Boyacá, Colombia | 25 — 43 |
| MICHEL GUILLON—Introducción a la utilización racional de la feromona en el manejo integrado de la polilla guatemalteca <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) | 45 — 52 |
| JOVANNY P. SUQUILLO, PATRICIO D. GALLEGOS, J. MARCELO PRADO, Y PATRICIA RODRIGUEZ G.—Control de <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) en almacenamiento mediante asolación de papa para semilla | 53 — 56 |
| EDISON SÁENZ S., MARÍA PALACIOS L., OSCAR ORTIZ O., Y AZIZ LAGNAOUI— Alternativas para mejorar la adopción del manejo integrado de plagas en Boyacá, Colombia: Mercados orgánicos para la papa | 57 — 65 |
| FERNANDO CHAMORRO S., PATRICIO D. GALLEGOS, Y JOVANNY P. SUQUILLO— Determinación de la eficacia del control químico para la polilla de la papa <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) en condiciones de campo, Carchi, Ecuador | 67 — 74 |
| ÁLVARO C. ARÉVALO Y RENÉ A. CASTRO—Evaluación post-registro de diez insecticidas con licencia de uso para controlar la polilla guatemalteca de la papa <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) en Colombia | 75 — 94 |

| | |
|--|-----------|
| PATRICIO D. GALLEGOS, JOVANNY P. SUQUILLO, FERNANDO CHAMORRO S., Y CÉSAR R. ASAQUIBAY—Alternativas de manejo de <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) en Ecuador | 95 – 99 |
| LILIANE CROIZIER, AHMED TAHA, GUY CROIZIER, Y MIGUEL LÓPEZ-FERBER—Determinación de la secuencia completa del granulovirus de la polilla de la papa <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) | 101 – 108 |
| CARLOS RUIZ A., ANDRÉ POLLET, IVÁN AVEIGA, Y ÁLVARO R. BARRAGÁN—Aislamiento y caracterización de un granulovirus encontrado en <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) para su uso como pesticida biológico | 109 – 119 |
| GLORIA SOTELO F., MARÍA PALACIOS L., Y AZIZ LAGNAOUI—Producción y utilización del granulovirus de <i>Phthorimaea operculella</i> para el control de <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) en el departamento de Boyacá, Colombia | 121 – 129 |
| RAIMUNDO CABRERA P., CRISTINA GIMÉNEZ M., ANA RICÓN M., CARMELO PRENDES A., DOMINGO RÍOS M., Y MATIAS REINA A.—Evaluación de la actividad de extractos de plantas de las Islas Canarias sobre <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) | 131 – 141 |
| MOISÉS PACHECO E.—Sistema de vigilancia fitosanitaria contra la polilla guatemalteca de la papa <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) en el Perú | 143 – 148 |
| MARCO-POLO ZAPATA F.—Actividades de cuarentena en el departamento de Piura-Perú contra la polilla guatemalteca de la papa <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) | 149 – 155 |
| SONIA-LUCÍA NAVIA—Transferencia de tecnología en el manejo y control de la polilla guatemalteca <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) en el municipio de San Juan de Pasto, Colombia | 157 – 161 |
| EDISON SÁENZ S., MARÍA PALACIOS L., OSCAR ORTIZ O., Y AZIZ LAGNAOUI—La experiencia de la capacitación y difusión del programa manejo integrado de plagas en Belén, Boyacá, Colombia | 163 – 170 |

ANEXO 1. POSTERS

JEAN-LOUIS ZEDDAM, XAVIER LÉRY, MIGUEL LÓPEZ-FERBER, MARÍA-VICTORIA CARRERA, AZIZ LAGNAOUI, LAURA NIÑO DE GUALDRÓN, Y ANDRÉ POLLET—Estudios preliminares sobre la patología viral de *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) 187

ANA RICÓN M., CRISTINA GIMÉNEZ M., CARMEN D. LORENZO BETHENCOURTH, DOMINGO RÍOS M., Y RAIMUNDO CABRERA P.—Control de *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) con *Copidosoma koehleri* Blanch (Hymenoptera: Encyrtidae) en Tenerife, Islas Canarias, España 189

EUGENIA TRUJILLO G., DOMINGO RÍOS M., Y RAIMUNDO CABRERA P.—Distribución de *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) en Tenerife, Islas Canarias, España 191

GILLES FÉDIÈRE, SAID ABOL-ELA, RABAB EL-MERGAWY, MOHAMED EL-FAR, PETER TUISSEN, Y MAX BERGOIN—La polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) un miembro de los numerosos insectos hospederos del densovirus egipcio poli específico MIDNV 193

OMAIMA KHAMISS Y SAID ABOL-ELA—Virogénesis en una nueva línea celular de *Spodoptera littoralis* (Boisd) (Lepidoptera: Noctuidae) adaptada a 19°C infectable por SpliGV, PhopGV y SpliNPV 196

ANEXO 2. PROYECTOS

VERÓNICA CAÑEDO T., NANCY BARRETO T., Y AZIZ LAGNAOUI—Propuesta de liberación de plantas transgénicas para resistencia a la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) en Colombia 199

MARÍA PALACIOS L., AZIZ LAGNAOUI, Y OSCAR ORTIZ O.—La necesidad de un proyecto regional andino para el control y prevención de la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) 207

ANEXO 3. FIGURAS

Estadios de *Tecia solanivora* 214

INTRODUCCIÓN

La polilla guatemalteca de la papa, *Tecia solanivora*, es una de las principales plagas que ataca a este tubérculo en Centro América, Venezuela, Colombia, Ecuador y últimamente, en las Islas Canarias (Comunidad Europea). Esta plaga es un riesgo potencial para los demás países que cultivan papa.

La comercialización de los tubérculos ha facilitado la circulación de la plaga y el posterior establecimiento de la misma. Por ello, fue necesario revisar el marco legal de las políticas fitosanitarias de varios países en un primer Taller de Prevención (en Perú) y Control (en Ecuador y Colombia) contra *Tecia solanivora* realizado en Lima, Perú en septiembre de 2001.

Este segundo Taller Internacional de la polilla guatemalteca se desarrolló en Quito (Ecuador) el 4 y 5 de junio del 2002, con la participación de investigadores, técnicos, estudiantes, agricultores, representantes gubernamentales y del sector privado y expertos internacionales involucrados en actividades de investigación y control de la plaga.

Los objetivos de este taller fueron: dar continuidad y consolidar el proyecto regional para la prevención y control de la polilla guatemalteca con una proyección de carácter internacional; promover la cooperación interinstitucional y el intercambio de conocimientos entre científicos de centros de investigación que estudian esta plaga y establecer compromisos regionales e internacionales entre instituciones, técnicos y actores de las cadenas agroalimentarias de la plaga, en relación a investigación, capacitación, difusión de información, MIP (Manejo Integrado de Plagas), sistemas de muestreo y predicción, y coordinación interinstitucional.

El taller consistió en la presentación de trabajos sobre investigación biológica, MIP y transferencia de tecnología generada en los países participantes. Durante este taller se abordaron problemáticas y se plantearon recomendaciones referentes a los tres aspectos antes mencionados.

Varias investigaciones han sido realizadas sobre la biología y métodos de control de *Tecia solanivora*. Sin embargo, existen algunos aspectos que aún se desconocen (genética, comportamiento, dinámica de poblaciones, etc). por lo que es necesario aunar esfuerzos y priorizar líneas de investigación al respecto.

El MIP enfrenta problemas referentes al mal manejo de la semilla en los sitios de almacenamiento, la diseminación en campo de los residuos de cosecha, la falta de control biológico, el desconocimiento del MIP. Las recomendaciones propuestas tienen relación con: la integración del productor en el MIP, la evaluación, validación y difusión de prácticas MIP y MIC (Manejo Integrado de Cultivo) a nivel biológico, etológico, cultural y químico, la ampliación del

conocimiento de la plaga a través de investigación participativa y actividades de capacitación y el uso del control biológico mediante *Bacillus thuringiensis* y PhopGV (granulovirus de *Phthorimaea operculella*).

Las técnicas de capacitación y transferencia de tecnología son insuficientes y no aptas para la mayoría de los agricultores por problemas de idiosincrasia, desorganización comunitaria y poco apoyo del Estado y ONGs. Otro de los problemas en la transferencia de tecnología es el poco o ningún control de calidad de las metodologías transferidas o de los productos recomendados.

Algunas de las recomendaciones que se plantearon durante el taller con respecto a la transferencia de tecnología fueron: capacitación a los integrantes de la cadena productiva de la papa en MIP con criterio empresarial, elaboración de un plan de manejo a mediano y largo plazo para la transferencia de tecnología y extensión de la capacitación a países en los cuales aún no existe la plaga.

Es primordial destacar que durante este taller se inició la formulación de un proyecto de cooperación internacional. Este proyecto permitirá crear alianzas estratégicas entre los organismos internacionales gubernamentales y no gubernamentales, compañías multinacionales, universidades y los integrantes de toda la cadena productora de papa, para controlar el avance de la polilla guatemalteca y establecer programas de investigación y capacitación relacionados con esta plaga.

INTRODUCTION

The Guatemalan potato moth, *Tecia solanivora*, is one of the main pests attacking this tuber in Central America, Venezuela, Colombia, Ecuador and, lately, in the Canary Islands (of the European Community), and is posing a potential risk for other potato growing countries.

The tuber commercialization has facilitated the pest circulation and its further establishment. Therefore, it was necessary to revise the legal frame of the phytosanitary policies currently in effect in our countries in a first workshop, Prevention (in Perú) and Control of *Tecia solanivora* (in Ecuador and Colombia) held in Lima-Perú, in September of 2001.

The Second International Workshop was held in Quito (Ecuador) on June 4th and 5th of 2002, with the participation of researchers, technicians, students, farmers, government and private sectors delegates, and international experts involved in the pest research and control.

The objectives of the workshop were: to continue and consolidate the regional project in order to prevent and control program of the Guatemalan moth with an international approach: to promote interinstitutional cooperation and exchange knowledge between scientists from research centers dedicated to the study of this pest and to establish regional and international agreements between institutions, technicians and protagonists of the potato agroalimentary chains, regarding research, training, spreading information, MIP (Manejo Integrado de Plagas) (Integrated Pest Management), monitoring; and prediction systems, and interinstitutional coordination.

The workshop consisted on work presentations about studies on biological research, MIP and technological transfer, performed by the participant countries. During this workshop, problems related to the three aforementioned issues, and recommendations were expounded.

Several studies on the pest biology and control methods for *Tecia solanivora* have been performed. Nevertheless, there are still some unknown aspects (genetics, behavior, populations dynamics, etc), being it necessary to work jointly to set priority research lines.

The MIP faces problems related to seed mishandling in storage places, harvest remains scattered in the field, lack of biological control and lack of knowledge about the MIP. Recommendations are related to actively involving potato growers into the integrated management, evaluating, validating and spreading MIP and MIC (Manejo Integrado de Cultivo) (Integrated Crop Management) practices regarding biological, ethological, cultural and chemical levels, increasing the knowledge about the pest through participatory research and training actions.

considering biological control through *Bacillus thuringiensis* and the PhopGV (granulovirus *Phthorimaea operculella*)

The training and transfer techniques are insufficient, the methods are not suitable for most farmers due to idiosyncratic problems, lack of communitarian organization and lack of support from the government and NGO's. Another problem in the transfer of technology is the little or no quality control of transferred methodologies or recommended products.

Some of the recommendations proposed during the workshop for technological transfer were: provide appropriate training to the members of the MIP with an enterprising criterion, devising a medium and long-term management plan for technological transfer and extending training to those countries which have not been affected by the pest yet.

It is important to emphasize that during this program, the formalization of a project of international cooperation was initiated. This project will allow the creation of a strategic partnership between governmental and non-governmental international organism, multinational companies and universities, and the members of the whole productive potato chain in order to control the spreading of the Guatemalan potato moth, and establish research and training programs related to this pest.

LA POLILLA GUATEMALTECA *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EN ECUADOR. DIAGNÓSTICO Y PERSPECTIVAS DE MANEJO BAJO UN MÉTODO DE PREDICCIÓN

ÁLVARO R. BARRAGÁN¹, ANDRÉ POLLET², J. MARCELO PRADO³,
AZIZ LAGNAOUI⁴, GIOVANNI ONORE¹, IVÁN AVEIGA¹,
XAVIER LERY⁵, Y JEAN-LOUIS ZEDDAM⁶

¹*Escuela de Biología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador,
Av. 12 de Octubre y Roca, Aptdo. 17-01-2184,
Quito, Ecuador, e-mail, arbarragan@puce.edu.ec*

²*Chemin d'Auzouville, 76590 Bertreville Saint Ouen, France*

³*Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología,
Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias,
Mejía 322 y Bolívar, San Gabriel, Carchi, Ecuador*

⁴*The World Bank, Environmentally and Socially Sustainable Development,
1818 H Street, NW, Washington D.C. 20433, U.S.A.*

⁵*Institut de Recherche pour le Développement, UR 132,*

Station de recherches INRA, 30380 Saint-Christol-les-Alès, France

⁶*Institut de Recherche pour le Développement, Whympre 442 y Coruña,
Aptdo. 17-12-857, Quito, Ecuador*

RESUMEN

Tecia solanivora, la polilla guatemalteca, es considerada como la plaga más perjudicial para el cultivo de la papa en Centroamérica, Venezuela, Colombia, Ecuador y las Islas Canarias. El control de esta plaga es muy difícil, pues el comercio del tubérculo escapa generalmente a todas las formas de vigilancia fitosanitaria.

Se investigaron los factores bióticos y abióticos para el control de esta plaga. Se instalaron parcelas consecutivas durante un año, en las cuales se tomaron muestras semanales de tubérculos para buscar especímenes de polilla guatemalteca, así como sus posibles controles naturales. Se muestreó la población de adultos con trampas de feromonas sexuales y se tomaron datos climáticos. Estos últimos fueron analizados en busca de su relación con infestaciones.

Los controles bióticos naturales son casi inexistentes y sólo se observaron controles abióticos relacionados a la precipitación y a la temperatura.

Se encontraron correlaciones significativas entre la captura de machos en trampas de feromonas y los daños en los tubérculos. Además, tres variables climáticas (precipitación, temperatura y humedad relativa) durante los primeros

meses de inicio del cultivo, son determinantes en la tasa final de infestación. El uso de estas variables permite predecir, con un alto nivel de seguridad, el daño en los dos a tres meses antes de la cosecha.

Palabras claves: Diagnóstico; Muestreo; Predicción de daños; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

Tecia solanivora, the Guatemalan potato moth, is considered to be the most harmful pest to potato crops in Central America, Venezuela, Colombia, Ecuador and the Canary Islands. The control of this pest has proved to be very difficult since the trade of the tuber usually evades all kinds of phytosanitary control.

Biotic and abiotic pest control factors were studied. Small crop plots were established consecutively during a whole year, where tuber samples were selected on a weekly basis to search for specimens of the Guatemalan moth, as well as of its parasites as potential natural control. The adult population was sampled by using sexual pheromone traps, and climatic data were collected and studied to search for their relation to infestation.

Natural biotic control is virtually nil, and abiotic control was shown just regarding precipitation and temperature.

Significant correlation was found between the capture of male specimens in pheromone traps and tuber damage. Besides, three climatic variations during the first months of the crop cycle (precipitation, temperature and relative humidity) were found to be determinant in the final infestation rate. By using these variables it is possible to predict the damage level two or three months before the harvest with a high degree of accuracy.

Key words: Damage prediction; Diagnosis; Sampling; *Tecia solanivora*

INTRODUCCIÓN

Originaria de América Central donde fue descrita por primera vez como *Scrobipalopsis solanivora* Povolny, 1973, la polilla guatemalteca es considerada el limitante número uno en esta región (Murillo, 1981). La plaga ha emigrado hacia Sudamérica debido principalmente al intenso comercio entre países.

En 1983 entró a América del Sur por la importación de semilla contaminada, procedente de Costa Rica, a la zona papera del Táchira en Venezuela (Salazar y Escalante, 1984). Dos años después, en 1985, se reportó por primera vez en Colombia en el departamento del Norte de Santander (Durán, 2001).

Posteriormente la polilla se propagó por todo el territorio colombiano, llegando a traspasar la frontera sur y establecerse en el norte de Ecuador, desde 1996 de donde se ha desplazado por las zonas paperas ecuatorianas (Barragán et al., 2000).

Últimamente se han reportado serios ataques de *Tecia solanivora* en las Islas Canarias, por lo que se presume una disminución del 25% de la producción de papas en el archipiélago canario (SANINET, 2000).

Han pasado más de seis años desde el ingreso y establecimiento de *Tecia solanivora* en Ecuador. Al inicio el INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) puso mucho énfasis en campañas de difusión del problema, mediante cursos y talleres en los cuales, se informó sobre métodos de prevención y control de la plaga (INIAP, 1997).

Sin embargo, fueron las condiciones climáticas, especialmente fuertes lluvias en los años subsiguientes a la primera infestación (INAMHI, 2000), las que actuaron frenando la intensidad de la plaga; pero también encubriendo un problema que se ha extendido hacia la mayoría de zonas de producción de papa en Ecuador.

Actualmente, los agricultores en Ecuador no tienen herramientas efectivas para el control de la plaga, y aún se desconocen muchos aspectos básicos de su biología

La Experiencia Ecuatoriana

Información personal de agricultores del Carchi, que muestrearon a la plaga con feromonas traídas de Colombia en 1994, revela que *Tecia solanivora* estuvo presente en el Ecuador mucho antes de los anuncios oficiales. Sin embargo, la evolución de la problemática de la plaga en el Ecuador se define en tres fases: 1. El primer reporte oficial de la polilla guatemalteca en Ecuador fue en 1996 en El Chamizo (cantón Montúfar, provincia del Carchi). Los técnicos de la UVTT (Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología), perteneciente al INIAP, trabajaron en campañas de difusión del problema, muestreo, validación y transferencia de tecnología y empezaron las primeras actividades de investigación de nuevos métodos de control de la plaga.

El SESA (Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria) (Acuerdo Ministerial Nro. 157) declaró a la polilla guatemalteca presente en áreas de cultivo y almacenes en la provincia del Carchi, como peste nacional. También, se declaró en emergencia fitosanitaria a dicha provincia, imponiendo normas restrictivas para la importación de papa procedente de Colombia. En mayo de 1997 se incauta e incinera un cargamento de casi 5 t de semilla infestada, que ingresó a Ecuador procedente de Colombia (INIAP, 1997). Sin embargo, pese a estos esfuerzos de las autoridades, las rutas clandestinas de comercio escapan a los intentos estatales de control cuarentenario.

Posteriormente se organizó un seminario taller en donde se formularon recomendaciones para emprender la lucha en contra de la plaga. Se discutieron algunos aspectos sobre las experiencias en otros países, así como acciones a desarrollarse en el futuro (INIAP, 1997).

2. La segunda fase en el historial de *Tecia solanivora* en Ecuador se presenta a finales de 1997. Las fuertes lluvias típicas del fenómeno de “El Niño” bajaron la intensidad de los daños a niveles imperceptibles, demostrando que los factores climáticos son determinantes en la dinámica poblacional de la plaga. Sin embargo, este decrecimiento en la población de la plaga, provocó por otro lado una disminución de los esfuerzos por parte de agricultores, técnicos, investigadores y representantes gubernamentales, al creer que el problema había desaparecido.

Este aparente control de la plaga dejó la posibilidad de que los tubérculos infestados circulen y se comercialicen en todo el país, abriendo la posibilidad de nuevos focos de infestación como así ocurrió. A inicios del 2000, cuando aún se evidenciaban influencias de un invierno fuerte para la serranía ecuatoriana, un grupo de investigadores del IRD (Institut de Recherche pour le Développement) y la PUCE (Pontificia Universidad Católica del Ecuador), en colaboración con funcionarios del SESA hicieron un recorrido por campos y bodegas de papas del Ecuador. Se recolectaron tubérculos de papa y se realizó un muestreo con trampas de feromonas, logrando obtener nuevos datos de distribución de la plaga (Barragán et al., 2000).

3. La tercera etapa es el nuevo reporte de daños a finales del 2000, causada por la evidente disminución de precipitación en la región Andina. Como factores adicionales que favorecen la pululación de la plaga podemos citar: la sobreproducción, y consecuente disminución de los precios del tubérculo, lo que produjo abandonos masivos de cientos de hectáreas de cultivo que representaron una fuente alimenticia ilimitada para la polilla (El Comercio, 2001).

Con estos antecedentes, a partir de agosto del 2001, los agricultores del Carchi ejercieron presión para que se declare en emergencia al sector papicultor. Desde entonces el volumen de semilla afectada ha aumentado vertiginosamente sumando nuevas áreas de infestación, lo que genera preocupación en los agricultores dedicados a esta actividad.

Sistema de Predicción de Daños de *Tecia solanivora* en Ecuador

Como se ha mencionado en la introducción, el manejo de la plaga resulta infructuoso en el Ecuador, pues los factores naturales bióticos de control son casi inexistentes (Barragán et al., 2000; IRD, 2000; Pollet et al., 2002). Después de dos años de estudios en el Ecuador, en los cuales se muestrearon miles de larvas en varios sitios y en las parcelas de ensayo ha sido muy difícil encontrar controladores naturales.

En muestreos en campo se han encontrado dos larvas parasitadas por Encyrtidae (Hymenoptera), una por nematodos y otra con evidencia de virosis.

Esta última fue estudiada en laboratorio y se constató que estaba infectada por PhopGV (granulovirus de *Phthorimaea operculella*) (Ruiz, 2001). En este trabajo, analizamos la acción de los parámetros climáticos y su impacto en la regulación natural de *Tecia solanivora*.

Este estudio pretende responder a las siguientes preguntas: ¿cómo influye el clima en la dinámica poblacional de *Tecia solanivora*? ¿Cuál o cuáles parámetros climáticos son fundamentales en el control de la polilla: temperatura, humedad relativa o lluvia? ¿Qué correlaciones entre el clima y daños debemos buscar? ¿Debemos trabajar con correlaciones simples o múltiples? y ¿qué tipo de combinación debemos hacer?

Además, en relación a los parámetros climáticos surgen estas interrogantes: ¿debemos considerar valores medios calculados para un periodo de cultivo dado? En el caso de las lluvias ¿podemos escoger un acumulado de las medias diarias? ¿Qué clase de periodo (floración o cosecha) debemos privilegiar y estudiar con las regresiones? ¿Cuándo debemos tomar en cuenta las variaciones climáticas existentes, antes de la floración? y en este último caso ¿cuál es el mejor periodo que nos pueda dar una regresión significativa, los últimos 30, 45 o 60 días?

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron estudios con *Tecia solanivora* en campo y bodegas durante 13 meses (julio del 2000 a julio del 2001), en una granja localizada al norte del Ecuador en el sector de El Chamizo (cantón Montúfar, provincia de Carchi).

Se estudiaron 10 parcelas experimentales de 300 m² cada una. Éstas fueron instaladas sucesivamente a partir de marzo del 2001. Así, obtuvimos en una área determinada el mismo estado fenológico del cultivo durante un año consecutivo.

Se instalaron trampas de feromonas en las cercanías de las parcelas, para estimar la población de adultos. Éstas fueron revisadas semanalmente, con lo cual obtuvimos información continua sobre las variaciones poblacionales.

Al inicio del periodo de floración se empezaron a tomar muestras semanales de tubérculos en cada una de las 10 parcelas. El muestreo continuó hasta la cosecha. Con esta metodología podíamos garantizar la existencia de tubérculos en una área determinada durante los 13 meses de estudio, proveyendo de recursos continuos para las poblaciones de *Tecia solanivora*.

En cada parcela se tomaron cinco plantas al azar, de las cuales se recolectaban los tubérculos que eran llevados al laboratorio, para ser analizados bajo el microscopio en busca de larvas de *Tecia solanivora* y posibles controladores naturales. Se hicieron de cinco a ocho muestreos en cada parcela dependiendo

de la duración total del ciclo de cultivo. Las siguientes variables fueron calculadas: valor acumulado del porcentaje de daño por mes y por ciclo y el promedio del número de larvas por tubérculo. Después de la cosecha, los tubérculos fueron almacenados y se realizaron muestreos semanales por un periodo de tres meses. Se definieron cuatro periodos de referencia para los cálculos de regresión del clima 60 (-60), 45 (-45) y 30 (-30) días antes y el periodo real de infestación desde la floración hasta la cosecha.

Pruebas Estadísticas Usadas

Estudios estadísticos sobre la relación que puede existir entre los daños de los tubérculos en campo y en bodega y las tres series disponibles de factores climáticos (Tabla 1) han sido probadas usando las metodologías de regresión simple y múltiple.

Los datos de infestación y daños fueron transformados mediante la raíz cuadrada del arcoseno y analizados con un procedimiento de modelo lineal (Steel y Torrie, 1980; Pollet y Nasrullah, 1994). Todos los cálculos fueron realizados con tablas interactivas en Excel® (MacOffice 2001, Microsoft).

Se probaron tres niveles de regresión para la tasa de infestación de los tubérculos: $(X_0) = \text{Función (1 parámetro climático)}$, $(X_0) = \text{Función (2 parámetros climáticos)}$ y $(X_0) = \text{Función (3 parámetros climáticos)}$.

Ejemplo: $(X_0 - M_0) = b_1 * (M_{.ra} - M_{M.ra}) + b_2 * (TMAX - m_{TMAX}) + b_3 * (RH12 - m_{RH12})$.

En cada M_0 , $m_{M.ra}$, m_{TMAX} y m_{RH12} son las medias respectivas de las variables estudiadas y de los tres parámetros considerados. Después de hacer los cálculos obtenemos la siguiente ecuación:

$$(1) X_0 = b_1 * M_{.ra} + b_2 * TMAX + b_3 * RH12 + a$$

con: $a = M_0 - (b_1 * m_{M.ra} + b_2 * m_{TMAX} + b_3 * m_{RH12})$

La ecuación (1) nos provee de valores esperados X'_0 o el valor real señalado como X_0 . Los binomios (X'_0, X_0) han sido calculados con coeficientes de correlación múltiples a través de la siguiente fórmula:

$$R_{\text{múltiple}} = 1 - \frac{(X_0 - X'_0)^2}{n * \sigma^2_{X_0}}$$

En donde:

X_0 : valor real de la tasa de infestación medida en campo o en bodega.

X'_0 : valor esperado de la tasa de infestación calculado con correlación múltiple.

Tabla 1.) Detalle de los parámetros climáticos considerados para los estudios poblacionales de *Tecia solanivora* en El Chamizo (provincia de Carchi, Ecuador) entre 2000–2001.

| Lluvias | Temperatura | Humedad relativa |
|--|--|---|
| Valores promedios diarios calculados para el periodo de estudio | Valores promedios diarios calculados para el periodo de estudio | Valores promedios diarios calculados para el periodo de estudio |
| M.ra: Promedio diario de lluvias T.ra: Acumulado total de lluvias | TMAX: Temperatura máxima TMIN: Temperatura mínima THamp: Amplitud térmica MeTmp: Promedio temperatura TDía: Valor promedio aritmético de cuatro medidas diarias a las 6 y 12 p.m. | RH6: Humedad relativa a las 6 a.m. RH12: Humedad relativa a las 12 a.m. RH18: Humedad relativa a las 6 p.m. RH24: Humedad relativa a las 12 p.m. Dif.24/18: Diferencia diaria entre las RH18 y RH24 RHDía: Valor promedio aritmético de cuatro medidas: RH6, RH12, RH18 y RH24 |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN
Tecia solanivora y el Microclima

Las acciones de los factores climáticos sobre las poblaciones de la plaga son complejas. La búsqueda de datos significativos entre las tasas de contaminación y los parámetros climáticos prácticamente no existen trabajando con regresiones de nivel 1. De 57 regresiones probadas, sólo cinco de ellas tienen significación a nivel del 5% (Tabla 2).

Las cinco regresiones simples (en negrillas) son todas negativas y también sólo están relacionadas con periodos climáticos ocurridos antes de la floración, en otras palabras, antes de que la población parental de *Tecia solanivora* llegue a los campos. Es decir, el clima anterior al periodo larval infestante es más importante que el que sucede mientras ellas se desarrollan en los tubérculos.

Las variaciones climáticas ocurridas durante los primeros dos y tres meses del inicio del cultivo, aparentemente pueden ser factores importantes para la determinación del desarrollo larval y corresponden al daño que se registró en la cosecha. Tres de los cinco factores observados en las regresiones simples están relacionados a -45 días y los otros dos corresponden a -60 días (Tabla 2).

La acción y la importancia de algunos parámetros climáticos varían mucho de un periodo a otro. Las variaciones de medias diarias de valores: TMAX (Temperatura máxima) y de THAmP (Amplitud térmica) por ejemplo, tienen valores positivos en relación con los daños del tubérculo, durante el periodo que va de la floración a la cosecha. Corresponden a una correlación simple pero positiva. Pero si se consideran en los periodos previos a la floración, la correlación es negativa. Es por esto que los incrementos de TMAX y THAmP medidos durante los 60 y 45 días antes de la floración, contribuyen a reducir la población de la plaga y por ende los daños en los tubérculos.

En el caso de THAmP podemos incluso observar que en un intervalo de tiempo antes de la floración se obtiene la mayor significación, entre el daño de tubérculo y este parámetro por los -45 y -60 días antes de la floración.

| | |
|--|----------------------------|
| $R (X_0 = F \text{ THAmP ciclo real}) = 0.157$ | : no significativo, |
| $R (X_0 = F \text{ THAmP-30}) = -0.535$ | : no significativo, |
| $R (X_0 = F \text{ THAmP-45}) = -0.906$ | : altamente significativo, |
| $R (X_0 = F \text{ THAmP -60}) = -0.927$ | : altamente significativo. |

TABLA 2.—Factores analizados en regresiones simples. Se pueden observar coeficientes de correlación significativos en los caracteres en negrillas.

| 9 ciclos estudiados Ciclo real | | 8 ciclos estudiados en los 30 y 45 días antes de la floración | | 7 ciclos estudiados en los 60 días antes de la floración | |
|-----------------------------------|----------------------------|--|----------------------------|---|----------------------------|
| Parámetro estudiado | Porcentajes de infestación | Parámetro estudiado | Porcentajes de infestación | Parámetro estudiado | Porcentajes de infestación |
| M.ra | -0.556 | M.ra-30 | -0.484 | M.ra-60 | -0.617 |
| T.ra | -0.460 | M.ra-45 | -0.670 | T.ra-60 | -0.617 |
| TMAX | 0.279 | T.ra-30 | -0.484 | TMAX-60 | -0.864 |
| TMIN | 0.278 | T.ra-45 | -0.670 | TMIN-60 | 0.328 |
| MeTmp | 0.367 | TMAX-30 | -0.503 | MeTmp-60 | 0.335 |
| THAmp | 0.157 | TMIN-30 | 0.467 | THAmp-60 | -0.927 |
| RH6 | -0.001 | MeTmp-30 | -0.396 | RH6-60 | -0.021 |
| RH12 | -0.109 | THAmp-30 | -0.535 | RH12-60 | -0.156 |
| RH18 | -0.321 | TMAX-45 | -0.628 | RH18-60 | 0.259 |
| RH24 | -0.061 | TMIN-45 | 0.213 | RH4-60 | -0.068 |
| TpDia | -0.300 | MeTmp-45 | -0.3798 | RHDia-60 | 0.035 |
| Dif 24/18 | -0.300 | THAmp-45 | -0.906 | Dif24/18-60 | 0.471 |
| DF = 8 | | RH6-30 | -0.254 | DF = 6 | |
| R valor de significancia al 5% | | RH12-30 | -0.101 | R valor de significancia al 5% | |
| R = 0.614 | | RH18-30 | 0.434 | R = 0.707 | |
| | | RH24-30 | -0.573 | | |
| | | RHDia-30 | -0.062 | 13 meses de estudio | |
| | | Dif24/18-30 | 0.505 | | % daño |
| | | RH6-45 | -0.184 | T.ra | -0.0411 |
| | | RH12-45 | -0.344 | TMAX | -0.0411 |
| | | RH18-45 | -0.091 | TMIN | 0.170 |
| | | RH24-45 | -0.387 | THAmp | -0.035 |
| | | RHDia-45 | | RH24 | -0.154 |
| | | DF = 7 | | RHDia | -0.109 |
| | | R valor de significancia al 5% | | DF = 12 | |
| | | R = 0.667 | | R valor de significancia al 5% | |
| | | | | R = 0.532 | |

DF (Degree of Freedom) = Grados de libertad.

Al contrario, algunos parámetros como TMIN (Temperatura mínima) nunca cambian sus acciones. En cualquier periodo que nosotros consideremos, ninguna reducción de TMIN va a reducir las tasas de infestación de los tubérculos. Esta correlación positiva también implica que si podemos encontrar los valores más bajos de TMIN, conoceremos los valores donde el crecimiento de la población de la plaga se detiene, tenemos entonces una noción de umbral de temperatura mínima cuando estudiamos las correlaciones simples.

Estos resultados demuestran que los fenómenos estudiados son complejos y las correlaciones simples no son suficientes para entender lo que está pasando. Mediante correlaciones múltiples tendremos la posibilidad de medir las relaciones que existen entre la plaga, los daños y el clima.

Relación Entre las Tasas de Infestación del Tubérculo y el Clima Existente Durante el Periodo de Floración a Cosecha

No podemos ignorar el clima que la larva encuentra durante la fase de infestación de los tubérculos en campo. Las variaciones de temperatura, humedad relativa y lluvia medidas durante este periodo, tienen acciones complejas en las poblaciones de la plaga. Sin embargo, sólo encontramos una regresión significativa al 5%.

$$X_0 = -1.104 - 0.0827 * M.ra + 0.0213 * RH12; R = 0.776 \text{ (significante al 5\%)}$$

Estos dos factores de correlación dan especial importancia a M.ra (Media diaria de lluvia). Con un coeficiente de 0.0827, este parámetro pesa cuatro veces más que otros que incluyen en la combinación a RH12. El signo negativo (-) asignado a M.ra, también muestra que todos los incrementos de lluvia ayudan a reducir la tasa de infestación de daño de tubérculos en el campo.

La combinación de los parámetros (M.ra, RH12) constituyen los resultados más significativos, cuando consideramos el clima que ocurre en el campo durante la infestación de la plaga en los tubérculos. Si añadimos al modelo anterior factores como THamp o TMIN, nos provee de una nueva correlación con tres factores que son significantes al 10% (Tabla 3).

En la Tabla 3, los valores de R (correspondencia múltiple) están señalados al igual que los porcentajes de variación explicados para probar correlaciones (cuadrado de R múltiple). Los resultados del ANOVA usado para probar la significancia en el estudio de correlación, son también indicados con los modelos detallados para regresiones.

TABLA 3.—Correlación múltiple existente entre el porcentaje de tubérculos dañados a la cosecha y algunos parámetros climáticos medidos durante el ciclo de infestación o durante los últimos 30, 45 y 60 días antes del inicio de la floración.

| Periodo | R. múltiple | % exp. | Sign. | Modelos |
|----------|-------------|--------|-------|---|
| Ciclo | 0.778 | 60.5 | No | $X0 = -1.117 - 0.082 \cdot M.ra + 0.027 \cdot THAmp + 0.0221 \cdot RH12$ |
| Ciclo | 0.613 | 37.6 | No | $X0 = +0.573 - 0.0510 \cdot M.ra - 0.019 \cdot THAmp$ |
| Ciclo | 0.776 | 60.2 | 5% | $X0 = -1.104 - 0.0827 \cdot M.ra + 0.0213 \cdot RH12$ |
| Ciclo | 0.715 | 51.1 | No | $X0 = 1.263 - 0.023 \cdot M.ra + 0.099 \cdot TMIN - 0.023 \cdot RH12$ |
| Ciclo | 0.562 | | No | $X0 = +0.480 - 0.041 \cdot M.ra - 0.006 \cdot TMAX$ |
| Ciclo | 0.564 | | No | $X0 = -0.056 - 0.043 \cdot M.ra + 0.006 \cdot RH18$ |
| -30 días | 0.857 | 73.4 | 5% | $X0 = 3.11 - 0.053 \cdot M.ra(-30) + 0.063 \cdot TMIN(-30) - 0.0367 \cdot RH24(-30)$ |
| -30 días | 0.924 | 85.4 | 5% | $X0 = 0.34 - 0.065 \cdot M.ra(-30) + 0.064 \cdot TMIN(-30) + 0.018 \cdot Dif24/18(-30)$ |
| -30 días | 0.771 | 59.4 | 10% | $X0 = -0.155 - 0.0549 \cdot M.ra(-30) + 0.090 \cdot TMIN(-30)$ |
| -30 días | 0.993 | 87.0 | 1% | $X0 = 1.278 - 0.0761 \cdot M.ra(-30) - 0.0499 \cdot TMAX(-30)$ |
| -30 días | 0.838 | | 5% | $X0 = -1.926 - 0.063 \cdot M.ra(-30) + 0.035 \cdot RH18(-30)$ |
| -45 días | 0.826 | 68.2 | No | $X0 = 0.476 - 0.070 \cdot M.ra(-45) + 0.051 \cdot TMIN(-45) - 0.0039 \cdot RH24(45)$ |
| -45 días | 0.818 | 66.9 | 5% | $X0 = 0.121 - 0.073 \cdot M.ra(-45) + 0.0556 \cdot TMIN(-45)$ |
| -45 días | 0.857 | 73.3 | 5% | $X0 = -1.102 - 0.1043 \cdot M.ra(-45) + 0.0243 \cdot RH18(-45)$ |
| -45 días | 0.892 | 79.6 | 5% | $X0 = 1.499 - 0.055 \cdot M.ra(-45) - 0.067 \cdot TMAX(-45)$ |
| -45 días | 0.913 | 83.2 | 1% | $X0 = -1.169 + 0.017 \cdot M.ra(-45) - 0.093 \cdot THAmp(-45)$ |
| -45 días | 0.803 | 64.4 | 10% | $X0 = -0.063 - 0.049 \cdot M.ra(-45) + 0.038 \cdot TpDia(-45)$ |
| -45 días | 0.857 | 73.4 | 5% | $X0 = -1.102 - 0.104 \cdot M.ra(-45) + 0.024 \cdot RH18(-45)$ |
| -60 días | 0.882 | 77.8 | No | $X0 = 2.435 - 0.285 \cdot M.ra(-60) - 0.157 \cdot TMAX(-45) + 0.046 \cdot RH18(60)$ |
| -60 días | 0.882 | 77.8 | 5% | $X0 = 2.523 - 0.026 \cdot M.ra(-60) - 0.137 \cdot TMAX(-60)$ |
| -60 días | 0.889 | | 5% | $X0 = -1.351 - 0.120 \cdot M.ra(-60) + 0.028 \cdot RH18(-60)$ |
| 45/días | 0.897 | 80.5 | 5% | $X0 = -1.449 - 0.070 \cdot M.ra(-45) + 0.029 \cdot RH18(-30)$ |
| 30/días | 0.607 | | No | $X0 = -0.726 - 0.075 \cdot M.ra(-30) + 0.017 \cdot RH18(-45)$ |

*% exp. = porcentaje real de variación de daño de acuerdo a los estudios de correlación

Sign. = Significancia de las pruebas de correlación medidas a través de ANOVA.

Relación Entre las Tasas de Infestación del Tubérculo y el Clima Existente en los Últimos 30, 45 y 60 Días Antes de la Floración

Las variaciones climáticas ocurridas en el campo antes del periodo de floración, son mucho más importantes en la determinación del daño del tubérculo. Hay muchos datos de correlaciones significativas con dos y tres parámetros en -30 y -45 días antes de la floración. Sin embargo, en el caso de -60 días antes de la floración, las correlaciones parecen debilitarse. Muchas de estas regresiones estudiadas con dos parámetros de correspondencia múltiples presentan frecuentemente valores de 0.85 o incluso mayores. Es demostrado en el caso de -45 días, donde las combinaciones de humedad relativa son los parámetros que contribuyen con mayor significación en los modelos (Tabla 3).

Es interesante saber que para realizar una efectiva infestación de tubérculos en campo, *Tecia solanivora* necesita de una primera población de adultos presente en el ambiente antes de la floración y una segunda población que es la encargada de infestar el cultivo.

Relación Entre las Tasas de Infestación del Tubérculo y las Capturas Mensuales de Adultos Durante los 13 Meses del Periodo de Estudio

Las fuertes correlaciones existentes entre el clima de las primeras fases del cultivo y el daño ocurrido más tarde en los tubérculos, denotan la importancia de la población de adultos en la determinación del primer paso de la contaminación en campo.

Al estudiar regresiones de un factor, hemos encontrado valores altos de significación positivas entre las capturas mensuales de machos con trampas de feromonas y el daño acumulado que ha sido medido durante el mismo periodo del mes. La R correspondiente es casi 1 ($R = 0.902$) (Tabla 4). El incremento de las capturas de machos en las trampas de feromonas resulta en el incremento del porcentaje de tubérculos dañados en la cosecha. Además, las capturas mensuales de adultos son fuertemente dependientes de las variaciones climáticas medidas durante el vuelo de los mismos.

TABLA 4.—Correlación simple entre las capturas mensuales de machos y la tasa de infestación mensual de tubérculos medidos durante el mismo periodo de tiempo, durante 13 meses.

| Periodo | Simple R | % exp | F calculado | Ftab 5/1000 | Significancia |
|---------|--|-------|-------------|-------------|---------------|
| Captura | 0.902 | 81.3 | 47.82 | 12.23 | a 1/1000 |
| Modelo | $X0$ (número de de adultos) = $-284.9 + 0.01795 * (\% \text{ daño de tubérculos})$ | | | | |

La mejor regresión encontrada es de tres factores y está combinada en el mismo modelo: T.ra con dos valores mensuales: TMAX diaria y RH12.

$X_0 = -35964 - 134.2 * T.ra - 38.26 * TMAX + 86.68 * RH12$; $R = 0.802$ (significante al 5%)

X_0 = capturas mensuales de machos medidas para los 13 meses del periodo de estudio.

Sin embargo, ¿qué pasa si consideramos la variación climática en los 30 y 60 días antes del periodo de vuelo? En el caso de los -30 días todas las relaciones desaparecen. Las cinco regresiones probadas pierden totalmente la significación. En contraste, si probamos -60 días todas las correlaciones estudiadas son significativas otra vez, pero en este tiempo sólo al nivel del 10% (Tabla 5).

Posiblemente, la correlación a -60 días antes de la floración está relacionada con los padres de los machos y hembras que irán a los campos a empezar la infestación. Es razonable pensar que la infestación de los tubérculos en el campo es un reflejo de las complejas acciones del clima en dos niveles: en los adultos que inician el periodo de infestación así como los dos meses antes, en los padres de éstos.

En la Tabla 5 los valores de R (correspondencia múltiple) son dados al igual que los porcentajes de variación calculados con la correlación (cuadrado múltiple de R). Los resultados del ANOVA son usados para calcular la significancia de los estudios de correlación que son indicados con detalle en los modelos de regresión.

TABLA 5.—Algunas correlaciones múltiples entre las capturas mensuales de machos de *Tecia solanivora* en trampas de feromonas y los parámetros climáticos calculados para el mes de trapeo (vuelos de los adultos) en El Chamizo (provincia de Carchi, Ecuador) entre 2000—2001.

| Periodo | R. múltiple | % exp. | Sign. | Modelos |
|----------|-------------|--------|-------|--|
| Vuelo | 0.802 | 64.3 | 5% | $X_0 = -3596.4 - 134.2 \cdot T.ra - 38.26 \cdot TMAX + 86.68 \cdot RH12$ |
| Vuelo | 0.760 | 57.8 | 5% | $X_0 = -8141.8 - 112.1 \cdot T.ra - 80.56 \cdot TMAX + 139.24 \cdot RHDia$ |
| Vuelo | 0.723 | 52.3 | 5% | $X_0 = +3218.11 - 86.13 \cdot T.ra - 122.54 \cdot TMAX$ |
| Vuelo | 0.795 | 63.2 | 5% | $X_0 = -5381.8 - 139.46 \cdot T.ra + 99.91 \cdot RH12$ |
| Vuelo | 0.673 | 45.3 | 5% | $X_0 = -839.97 - 61.31 \cdot T.ra + 297.2 \cdot TMIN$ |
| -30 días | 0.471 | 22.2 | No | $X_0 = +4855.82 - 31.71 \cdot T.ra - 98.08 \cdot TMAX - 34.03 \cdot RH12$ |
| -30 días | 0.454 | 20.6 | No | $X_0 = +3076.2 - 50.20 \cdot T.ra - 70.69 \cdot TMAX - 11.63 \cdot RHDia$ |
| -30 días | 0.453 | 26.7 | No | $X_0 = +2130.27 - 52.39 \cdot T.ra - 67.31 \cdot TMAX$ |
| -30 días | 0.379 | 14.3 | No | $X_0 = -96.51 - 49.99 \cdot T.ra + 16.11 \cdot RH12$ |
| -30 días | 0.375 | 14.0 | No | $X_0 = +635.84 - 37.39 \cdot T.ra + 46.93 \cdot TMIN$ |
| -60 días | 0.810 | 65.6 | 5% | $X_0 = -1342.7 - 103.68 \cdot T.ra + 9.110 \cdot TMAX + 38.04 \cdot RH12$ |
| -60 días | 0.678 | 46.0 | No | $X_0 = +1045.9 - 73.36 \cdot T.ra - 19.99 \cdot TMAX + 7.35 \cdot RHDia$ |
| -60 días | 0.678 | 46.0 | 10% | $X_0 = +1640.37 - 71.85 \cdot T.ra - 21.97 \cdot TMAX$ |
| -60 días | 0.795 | 63.2 | 10% | $X_0 = -491.87 - 91.88 \cdot T.ra + 27.67 \cdot RH12$ |
| -60 días | 0.676 | 45.8 | 10% | $X_0 = +870.28 - 67.98 \cdot T.ra + 60.37 \cdot TMIN$ |

% exp. = porcentaje real de variación de daño de acuerdo a los estudios de correlación.

Sign. = Significancia de las pruebas de correlación medidas a través de ANOVA.

Significación y Acción de los Parámetros Climáticos para Varios Periodos de Estudio

Dependiendo del periodo de estudio, la significación de los parámetros climáticos varía mucho. Los coeficientes que son afectados por parámetros climáticos envueltos en modelos de regresión determinan los roles de ese parámetro, en la determinación de la variable X_0 . Dependiendo del signo de estos coeficientes, los parámetros pueden ser positivos o negativos en la variación de X_0 . Los valores absolutos del coeficiente determinan la importancia en la relación del parámetro climático en el modelo general.

Si se consideran las siguientes combinaciones de parámetros (M.ra y TMAX) y (M.ra y RH18). El binomio (M.ra, RH18) muestra que estos parámetros climáticos siempre trabajan en direcciones opuestas (Tabla 6).

Exceptuando las regresiones encontradas en la bodega, los coeficientes de estos parámetros son negativos para M.ra y positivos para RH18. El resultado de un incremento de la humedad relativa cerca de las 6 p.m. puede incrementar el daño. Las correlaciones fuertes observadas en el caso de -30 y -45 muestran una vez más que la población inicial de adultos juega el rol más importante, para la determinación del daño en los tubérculos a la cosecha.

Al contrario, los parámetros M.ra y TMAX trabajan en la misma dirección. En todos los modelos estudiados, los coeficientes de estos parámetros siempre son negativos (Tabla 6). Si hay un incremento en la media de la temperatura diaria, o de la lluvia, o de las dos juntas, habrá un decrecimiento de la actividad de los adultos y por consiguiente, menor daño a los tubérculos. En contraposición, una reducción de uno de estos parámetros facilitará el desarrollo de la población de adultos y aumentará la infestación de los tubérculos. Los efectos negativos de TMAX tienen que ser comparados con los TMIN, donde cada uno tiene una acción contraria para X_0 . Estas observaciones demuestran la existencia de un valor límite de temperatura de los dos, TMAX y TMIN en el cual, el vuelo de adultos y el daño de los tubérculos no es posible.

Se ha observado en otros estudios, que el valor promedio de temperatura menor a 10°C combinado con lluvias regulares, puede ser efectivo para reducir las poblaciones de *Tecia solanivora*. Esto es muy probable que ocurra en algunas regiones del Ecuador que están libres de *T. solanivora*. En regiones superiores a los 3 500 msnm donde se cultiva papa es fácil encontrar plantaciones que escapan a los ataques de la plaga. Altas temperaturas pueden tener también efectos negativos en la población del insecto, mientras que estudios en laboratorio han determinado que 15°C es la temperatura óptima para la plaga (Notz, 1995). A temperaturas altas, se incrementa el número de generaciones por año, pero también la mortalidad de adultos y larvas.

Los valores de temperatura dan también a *Tecia solanivora* la potencialidad de infestar las áreas paperas de Europa. La EPPO (European Phytosanitary Protection Organization) ha preparado un análisis de riesgo de la plaga.

Considerando el daño que ha sido reportado en países de Sudamérica, la secretaría de la EPPO ha decidido añadirla a la lista de alerta. Esto ocurrió en junio del 2001 (EPPO, 2001). Desde la adición de la plaga a la lista de alerta, *Tecia solanivora* ha sido reportada en el 2001 en Tenerife (Islas Canarias, España).

Perspectivas para el Futuro

Si bien hay actividades importantes desarrolladas por investigadores y técnicos nacionales y extranjeros es muy alentador anotar que, desde hace algunos años, la cooperación interinstitucional es la mejor forma de realizar proyectos que intenten frenar el avance de *Tecia solanivora*. Así, por ejemplo, el convenio de investigación entre la PUCE y el IRD, ha permitido que desde el 2000 se realicen estudios de dinámica poblacional y controladores naturales en la provincia del Carchi, lugar en donde hay cerca del 40% de la producción de papa y donde los problemas de polilla son más evidentes.

Con nuestros estudios se logró determinar correlaciones fuertes entre los parámetros climáticos y los daños de polilla. También se evidenció una presencia casi nula de controladores biológicos en las parcelas de investigación.

Actualmente, estas instituciones han unido sus esfuerzos y trabajan en conjunto en proyectos del PROMSA (Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios), iniciativas auspiciadas por el SESA y la elaboración de un proyecto que abarque a varios países afectados por esta plaga y que es coordinado por el CIP.

TABLA 6.—Acción sobre los tubérculos dañados para dos combinaciones de parámetros (M.ra, TMAX) y (M.ra, RH18), que vienen de diferentes periodos climáticos.

| Periodo | R. múltiple | % exp. | Sign. | Modelos de regresión |
|----------|-------------|--------|-------|--|
| Bodega | 0.422 | 18.2 | No | $X0 = +0.996 - 0.014 \cdot M.ra - 0.011 \cdot TMAX$ |
| Bodega | 0.304 | 9.2 | No | $X0 = +1.333 + 0.005 \cdot M.ra - 0.008 \cdot RH18$ |
| Ciclo | 0.562 | 31.6 | No | $X0 = +0.480 - 0.041 \cdot M.ra - 0.006 \cdot TMAX$ |
| Ciclo | 0.564 | 31.8 | No | $X0 = -0.056 - 0.043 \cdot M.ra + 0.006 \cdot RH18$ |
| -30 días | 0.993 | 87.0 | 1% | $X0 = 1.278 - 0.0761 \cdot M.ra(-30) - 0.0499 \cdot TMAX(-30)$ |
| -30 días | 0.838 | 70.2 | 5% | $X0 = -1.926 - 0.063 \cdot M.ra(-30) + 0.035 \cdot RH18(-30)$ |
| -45 días | 0.892 | 79.6 | 5% | $X0 = 1.499 - 0.055 \cdot M.ra(-45) - 0.067 \cdot TMAX(-45)$ |
| -45 días | 0.857 | 73.4 | 5% | $X0 = -1.102 - 0.104 \cdot M.ra(-45) + 0.024 \cdot RH18(-45)$ |
| -60 días | 0.882 | 77.8 | 5% | $X0 = +2.523 - 0.026 \cdot M.ra(-60) - 0.137 \cdot TMAX(-60)$ |
| -60 días | 0.889 | 70.0 | 5% | $X0 = -1.351 - 0.120 \cdot M.ra(-60) + 0.028 \cdot RH18(-60)$ |
| 45/días | 0.897 | 80.5 | 5% | $X0 = -1.449 - 0.070 \cdot M.ra(-45) + 0.029 \cdot RH18(-30)$ |
| 30/días | 0.607 | 36.8 | No | $X0 = -0.726 - 0.075 \cdot M.ra(-30) + 0.017 \cdot RH18(-45)$ |

% exp. = porcentaje real de variación de daño de acuerdo a los estudios de correlación

Sign. = Significancia de las pruebas de correlación medidas a través de ANOVA.

LITERATURA CITADA

- BARRAGÁN, A. R., A. POLLET, G. ONORE, I. AVEIGA, J. M. PRADO, P. D. GALLEGOS, Y C. RUIZ. 2000. Distribución de la polilla guatemalteca en el Ecuador. Pg 105 *En* A. Mafla, L. A. Coloma, C. Quintana, y V. Rafael (Eds.), Memorias de las XXIV Jornadas Ecuatorianas de Biología. PUCE, Quito, Ecuador.
- DURÁN, O. 2001. La polilla guatemalteca de la papa y su manejo. Plagas y enfermedades de la papa. Boletín de Sanidad Vegetal. ICA, Caldas, Colombia.
- EL COMERCIO. 2001. 25 000 hectáreas de papas no cosechadas en Carchi. Sección B. Nota de prensa de Agromar. 3 de agosto. El comercio, Quito, Ecuador.
- EPP0. 2001. *Tecia solanivora*. EUROPEAN PHYTOSANITARY PROTECTION ORGANIZATION [en línea]. <<http://www.eppo.org/Quarentine/AlertList/Insects/scrso.html>> [consulta: marzo del 2001].
- INAMHI. 2000. Informe meteorológico. No publicado. Estación San Gabriel, Carchi, Ecuador.
- INIAP. 1997. La polilla de la papa *Tecia solanivora* (Povolny). Pg. 14. *En* FORTIPAPA-INIAP (Eds.), del I Taller Internacional “Manejo integrado de *Tecia solanivora*.” Julio 31–agosto 4. INIAP-CIP, Ibarra, Ecuador.
- IRD. 2000. La teigne du Guatemala ravage la pomme de terre en Equateur. Fiche scientifique. IRD 120:1–3.
- MURILLO, R. 1981. La polilla de la papa (*Scrobipalopsis solanivora* Povolny). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín técnico 69:12.
- NOTZ, A. 1995. 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 11(1):49–54.
- POLLET, A., Y NASRULLAH. 1994. Statistical Tests and Biological Sciences. Co-founded by IRD (ORSTOM DIST), French Foreign Secretary, French Embassy in Jakarta, Indonesia. Planning Ministry of Indonesia. Ed. Gadjah Mada University Press (GMUP), Jakarta, Indonesia.

- POLLET, A., A. R. BARRAGÁN, C. RUIZ, G. ONORE, I. AVEIGA, Y J. M. PRADO. 2002. La teigne du Guatemala (*Tecia solanivora*), un nouveau ravageur redoutable pour toutes les zones de production de pommes de terre de l'Amérique du Sud. *Insectes* 124(1):23 -27.
- POVOLNY, D. 1973. *Scrobipalopsis solanivora* sp.n.-a new pest of potato (*Solanum tuberosum*) from Central america. *Acta Universitatis Agriculturae, facultas Agronomica, Brno* 21:133 -146.
- RUIZ, C. 2001. Aislamiento y caracterización de un baculovirus aislado de la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) para su posterior uso como pesticida biológico. Tesis de Ciencias Biológicas, PUCE, Quito, Ecuador.
- SALAZAR, J., Y W. ESCALANTE. 1984. La polilla guatemalteca de la papa, *Scrobipalopsis solanivora*, nueva plaga del cultivo de la papa en Venezuela. Compendio de los trabajos presentados en las XI Jornadas agronómicas. *Sociedad Venezolana de Ingenieros Agrónomos* 9:24–28.
- SANINET. 2000. La polilla *Tecia solanivora* ha sido introducida en las Islas Canarias, España. Notas de prensa de Sanidad vegetal. [en línea]. <<http://www.iicasaninet.net/noticias/2000/nov/12-18/españa.html>> [consulta: junio del 2001].
- STELL, R. G. D., Y J. H. TORRIE. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. Ed. Mc.Graw-Hill Ltda., Tokyo, Japón.

FLUCTUACIÓN DE LA POBLACIÓN DE *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EN TRES INTERVALOS DE ALTITUD EN CUNDINAMARCA Y BOYACÁ, COLOMBIA

NANCY BARRETO T.¹, EDUARDO ESPITIA M.¹, RICARDO GALINDO P.²,
EDWIN GORDO Q.³, LILIANA CELY P.⁴,
GERMÁN SÁNCHEZ L.⁵, Y ARISTÓBULO LÓPEZ-AVILA¹

¹*Programa Nacional Manejo Integrado de Plagas, CORPOICA C.I. Tibaitatá. A.A. 240142, Las Palmas, Bogotá, Colombia, e-mail, nbarreto@corpoica.org.co*

²*Programa Nacional de Biometría, CORPOICA. C.I. Tibaitatá. A.A. 240142, Las Palmas, Bogotá, Colombia*

³*Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Calle 222 No. 54-25, Santa Fé de Bogotá, Colombia*

⁴*Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Carretera Central del Norte Km 1 vía Paipa, Tunja, Colombia*

⁵*Regional Agrícola Uno, CORPOICA. C.I. Tibaitatá. A.A. 240142, Las Palmas, Bogotá, Colombia*

RESUMEN

Los estudios sobre el incremento o disminución de la población de plagas a través del tiempo en un agroecosistema son la base para definir estrategias de manejo oportuno, contribuyendo a la sostenibilidad del sistema productivo. Con el fin de aportar conocimientos sobre el comportamiento de *Tecia solanivora* en campo, se realizó un estudio en las localidades de Sibaté, Chocontá y Suesca (departamento de Cundinamarca) y Ventaquemada y Siachoque (departamento de Boyacá) durante un año (marzo 2000–2001).

Mediante mapas de unidades de suelos paperos se ubicaron 24 fincas de pequeños agricultores en tres rangos de altura entre 2 600–3 200 msnm, dos fincas por rango y por municipio; excepto Chocontá y Suesca, en los cuales se ubicaron cuatro fincas en Choncotá y dos en Suesca. En cada finca se tomaron muestras de suelo, se colocaron dos trampas con feromona sexual, pluviómetro y termómetro. Se obtuvieron semanalmente datos de la captura de machos/trampa, precipitación, temperatura, manejo, daño en la cosecha y se hicieron observaciones en el entorno.

En Cundinamarca, el promedio de capturas fue de 35 polillas/semana/finca con un máximo de 112. Los niveles de captura mostraron correlación inversa con la

altitud. A mayor altura menor captura ($r^2 = -0.1137$). En Boyacá el promedio de captura fue de 90 individuos, con un máximo de 2 252 y con igual tendencia de disminución de la captura a mayor altura ($r^2 = -0.1567$). Las mayores densidades de población estuvieron asociadas a periodos secos en todas las localidades.

Los agricultores realizan labores culturales y aplican diferentes insecticidas. El daño causado por la polilla en Cundinamarca osciló entre 0.12% y 10.70%, considerado bajo por los agricultores para la época de estudio. En Boyacá, el daño osciló entre 0.23% y 6.35%. Independientemente del uso del suelo se registraron en las trampas poblaciones de polilla asociadas a fuentes de infestación cercanas.

Palabras claves: Daño; Fluctuación de poblaciones; Papa; Rangos altitudinales; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

Studies showing the increase or decrease of pest population in an agroecosystem over time are the basis to define opportune management strategies supporting the sustainability of the agricultural production system. In order to get further information about the behavior of *Tecia solanivora*, a study was conducted in Sibaté, Chocontá and Suesca (Department of Cundinamarca) and Ventaquemada and Siachoque (Department of Boyacá) during a whole year, from March of 2000 to March of 2001.

By using maps of potato-growing-soil units, 24 small farms, which were located at three different altitude levels ranging from 2600–3200 m, were selected. Then, two farms per altitude range and per municipality were chosen, with the exception of Chocontá and Suesca, where four farms were located in Chocontá and two in Suesca. Soil samples were taken, and two sexual pheromone traps were placed in each one of the farms, as well as a pluviometer and a thermometer. The capture of male moths per trap, precipitation and temperature were read on a weekly basis. Likewise, crop management, crop damage and the neighboring environment were monitored.

As a result, in Cundinamarca, the average number of captures was 35 moths per week per farm, being the peak reading 112 moths. Capture levels showed an inverse correlation to altitude. The more the altitude the lower the capture ($r^2 = -0.1137$). On the other hand, the capture average in Boyacá was 90 moths and the highest number was 2252. Similarly, the altitude-capture correlation was inverse ($r^2 = -0.1567$). In all the places, high capture levels were associated to dry periods.

Besides, farmers use different cultural and pest control methods. As a result, the damage caused by the potato tuber moth in Cundinamarca ranged from

0.12% to 10.70%, which was considered low by the farmers, regarding the season when the study was performed. In Boyacá, the damage ranged from 0.23% to 6.35%. Nevertheless, moths were not captured in potato crops only, but also in lands used for other purposes, being such populations associated with near infestation sources.

Key words: Damage; Population fluctuation; Potato; Ranges of altitude; *Tecia solanivora*

INTRODUCCIÓN

El altiplano Cundiboyacense es la región que dedica mayor área al cultivo de papa en Colombia, con promedios de rendimientos en producción de 18 t/ha. Para el primer semestre del 2000 en los municipios de Chocontá, Suesca y Sibaté (Cundinamarca), se sembraron 1 400, 500 y 1 200 ha respectivamente (Secretaría de Agricultura de Cundinamarca, 2000) y en los municipios de Siachoque y Ventaquemada (Boyacá) se sembraron 2 000 y 2 500 ha (Secretaría de Agricultura de Boyacá, 2000).

Desde su llegada a Colombia, *Tecia solanivora* se ha convertido en la principal plaga del cultivo de papa (López-Avila, 1996), debido a los daños ocasionados tanto en campo como en almacenamiento con pérdidas de hasta el 100%. A finales de la década de los noventa se agravó la incidencia de la plaga por el intenso verano, debido al fenómeno del niño, lo que ocasionó pérdidas estimadas en más del 35% del total de la producción en Cundinamarca y una reducción del 40% en el área sembrada en Boyacá (Herrera, 1997; Palacios et al., 1997).

El MIP (Manejo Integrado de Plagas) busca la combinación de estrategias que disminuyan las densidades poblacionales y minimicen las pérdidas ocasionadas por éstas, con lo cual se contribuye a la sustentabilidad de los sistemas productivos agrícolas. Esto se logrará, en la medida que se conozca el agroecosistema y el comportamiento de las plagas dentro del mismo. Este conocimiento será más amplio e importante en la medida que se entiendan y cuantifiquen los atributos biológicos, la fluctuación poblacional en el tiempo, el espacio y las pérdidas causadas por las plagas (Martínez, 1996).

En Colombia existen algunos estudios sobre el comportamiento de las poblaciones de *Tecia solanivora* en condiciones de campo. Palacios et al. (1997) argumentan que en zonas donde se siembra papa todo el año, las poblaciones de la polilla presentan varios picos poblacionales, relacionados con la presencia y magnitud de fuentes de infestación, la madurez del cultivo, épocas de almacenamiento y presencia o ausencia de lluvias.

Para el caso de Cundinamarca, en el municipio de Sibaté, Luna y Luna (1998) determinaron que las mayores capturas coincidieron con el aporque, maduración y cosecha; y encontraron alta correlación entre el porcentaje de daño en tubérculos y

la población total antes y durante la cosecha. En el municipio de Mosquera, Soriano y Pedraza (1998) encontraron las máximas poblaciones al inicio de la tuberización y Núñez et al. (1998) concluyen que cuando hay alta humedad del suelo y lluvia, la población de la plaga es muy baja. Por el contrario, cuando el ambiente es seco y las noches despejadas, los adultos se observan en la base de las plantas y copulando sobre los terrones. Además, debido a la resequead del suelo se forman grietas, las cuales facilitan la penetración de los adultos hasta 5 cm de profundidad.

En Boyacá (municipio de Ventaquemada), Sáenz (1997) reporta que la mayor población de polilla se presentó tres semanas después de la siembra, y los picos poblacionales en marzo, abril y mayo de 1996, y febrero y marzo de 1997 asociados a fuentes de infestación. La mayor precipitación se registró en junio, julio y agosto.

En el mismo municipio, Hernández (1998) realizó un estudio en tres zonas con diferente altitud, y determinó que la mayor incidencia de polilla fue en el área que presentó una temperatura promedio de 17°C, humedad relativa de 80%, y resequead del suelo; aunque también se relacionó con la presencia de focos de infestación como residuos de cosecha y semilla almacenada. Los picos poblacionales se registraron en abril y mayo de 1996 y 1997.

Las altas densidades de la plaga se asocian a la presencia de tubérculos, mientras que la precipitación y bajas temperaturas constantes en zonas altas se relacionan con las bajas poblaciones.

Con el propósito de generar información básica sobre el comportamiento y dinámica de *Tecia solanivora*, CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) con el apoyo financiero de PRONATTA (Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria) realizó el presente estudio con los siguientes objetivos: establecer y comparar la fluctuación y niveles de población de *Tecia solanivora* en tres rangos altitudinales en Cundinamarca y Boyacá, conocer los factores bióticos y abióticos que influyen sobre la población de la plaga y determinar los niveles de daño en cada sitio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó desde marzo del 2000 a marzo del 2001, en los municipios de Suesca, Chocontá y Sibaté (Cundinamarca) y Siachoque y Ventaquemada (Boyacá). Estas localidades (Fig. 1) presentan antecedentes de pérdidas por causa de *Tecia solanivora*, y presentan las siguientes características:

Suesca.—Precipitación anual promedio de 685 mm, temperatura 13.7°C. En el semestre A del año 2000 (sem. A-2000) se sembraron 1 400 ha. con un rendimiento promedio de 15 t/ha.

Chocontá.—Precipitación 824 mm/año, temperatura 12°C. Se sembró 500 ha/sem. A-2000 y obtuvo un rendimiento promedio de 18 t/ha.

Sibaté.—Precipitación 568 mm/año, temperatura 14°C. Se sembraron 1 200 ha/sem. A-2000 con un rendimiento de 18 t/ha.

Siachoque.—Precipitación 800 mm/año, temperatura 13°C. Se sembraron 2 000 ha/sem. A-2000 con un rendimiento de 20 t/ha.

Ventaquemada.—Precipitación 1 390 mm/año, temperatura 14°C. Se sembraron 2 500 ha/sem. A-2000 con un rendimiento de 20 t/ha (Secretaría de Agricultura Cundinamarca, 2000; Secretaría de Agricultura de Boyacá, 2000).

Para la investigación se definieron tres rangos de altitud: 2 600—2 800 msnm, 2 800—3 000 msnm y 3 000—3 200 msnm. Mediante el uso de mapas de unidades de suelos de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, se seleccionaron las unidades de suelos paperos con características similares.

En cada municipio por rango altitudinal, se escogieron dos fincas de pequeños productores de papa (excepto Chocontá y Suesca donde se ubicaron cuatro fincas en Chocontá en los rangos inferior y superior respectivamente, y dos en Suesca, en el rango intermedio) sembradas con las variedades Parda Pastusa o Diacol Capiro (R-12), con área mínima de una fanegada. En total se seleccionaron doce fincas en cada departamento. Cada finca fue georeferenciada, con el objeto de establecer a que unidad de suelo correspondía. Además, se tomó una muestra de suelo a la que se le hizo análisis de caracterización completo. En cada lote se ubicaron dos trampas con feromona sexual de *Tecia solanivora*, siguiendo las recomendaciones de Sánchez (1999), un pluviómetro y un termómetro de máximas y mínimas.

Con la colaboración de UMATA (Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria) de cada municipio, semanalmente se registró en cada lote lo siguiente: precipitación acumulada, temperatura máxima y mínima, captura de adultos macho de polilla, labores de cultivo realizadas por cada agricultor desde el momento de la siembra hasta la cosecha, observaciones en el entorno para determinar fuentes de infestación (tubérculos abandonados, cultivos de papa en diferentes estados fenológicos, sitios de almacenamiento, etc).

Se evaluó el daño en la cosecha, para lo cual se tomaron 20 muestras al azar en el lote ubicando 10 sitios en la periferia y 10 en el centro. Cada muestra estaba conformada por cinco plantas sobre las cuales se evaluó el daño en los tubérculos. Después de la cosecha se continuó el registro de las mismas variables en los lotes, independientemente del sistema de producción o uso del suelo; es decir, para el segundo semestre hubo información correspondiente a rotaciones papa-papa, papa-fríjol, papa-maíz, papa-arveja, papa-pasto, papa-descanso.

Para el análisis estadístico se consideró la altura sobre el nivel del mar como el factor de interés para esta investigación. El municipio se incluyó como un factor ambiental en el análisis de varianza. Como covariable se incluyó la

precipitación acumulada durante el periodo de evaluación, para corregir las posibles diferencias entre fincas. En este sentido el máximo fue determinado por el efecto marcado de la precipitación y la sequía en el desarrollo de poblaciones del insecto.

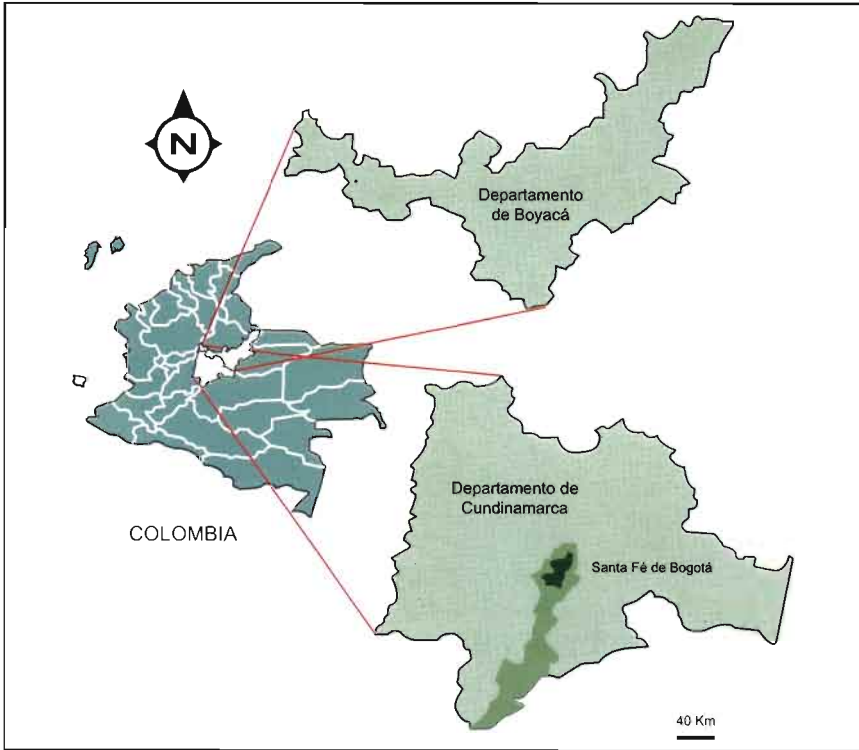


FIG. 1.--Ubicación geográfica de los departamentos de la zona de estudio en Colombia.

Se hizo análisis para todos los lotes cuando estaban sembrados con papa, y otro para la rotación de los mismos, con el objeto de analizar separadamente el comportamiento de la plaga con y sin cultivo de papa. Sin embargo, teniendo en cuenta que no hubo igual manejo de las poblaciones de polilla por parte de los agricultores, se consideraron entre las fuentes de error: las diferencias en épocas de siembra del cultivo, las diferencias en niveles de población inicial y la posible variación genética de las poblaciones de polilla.

Se asume que el error experimental es independiente entre trampas y fincas, y que tiene una distribución normal; o bien, que se deja transformar adecuadamente

para cumplir con la normalidad. De esta forma, las conclusiones que se obtienen del análisis de varianza son válidas estadísticamente. Se hizo verificación de normalidad de residuales mediante la prueba Shapiro-Wilks al 5% de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el seguimiento de *Tecia solanivora* se buscó homogeneidad en cuanto a variedad de papa sembrada, estado fenológico y textura de suelo; pero hubo dificultad en este sentido y se presentaron algunas variaciones. Para el caso de Sibaté y Siachoque en el rango de altitud 2 600–2 800 msnm, se sembró la variedad Diacol Capiro, en los demás lotes se sembró la variedad Parda Pastusa. En la Tabla 1, se presenta el resumen de la ubicación y características de los lotes escogidos en cada departamento y municipio.

Los resultados de los análisis de suelo para cada finca permitieron establecer que la mayoría de fincas poseen suelos aptos para el cultivo de papa, aunque algunos presentan desbalance de nutrientes. Las fincas del rango bajo de Chocontá son las únicas que, por su textura arcillo-arenosa, no son apropiadas para este cultivo.

Según la ubicación geográfica de cada finca, se determinaron las unidades de suelo predominantes que fueron: RO en Sibaté, CP, CI y VP en Chocontá y Suesca. TC y CU para Ventaquemada y VI, SG, TO en Siachoque (Abaunza, 1999), las cuales presentan las siguientes características (IGAC, 1982, 1985).

Consociación Robles (RO): suelos profundos con texturas medias, bien drenados, muy ácidos, fertilidad muy baja. Ligero a fuertemente quebrados con sectores inclinados y escasas áreas planas a ligeramente inclinados, material parental cenizas volcánicas, laderas con influencia coluvial. Piso térmico frío, húmedo a muy húmedo. Zona de vida: Bosque húmedo y Bosque muy húmedo-montano bajo.

Asociación Cogua (CP): suelos con texturas muy superficiales a superficiales, texturas finas, bien drenados, ligeramente ácidos, alta capacidad de cambio, alta saturación de bases, fertilidad baja a moderada. Formas onduladas a fuertemente onduladas, material parental arcillas y areniscas. Piso térmico frío húmedo ubicado a 2 700–3 200 msnm, laderas. Zona de vida: Bosque húmedo-montano bajo.

Asociación Chingaza (CI): suelos superficiales hasta profundos, texturas medias y moderadamente finas, bien drenados, fertilidad baja a muy baja. Formas quebradas a escarpadas, material parental arcillas. Piso térmico frío, húmedo. Zona de vida: Bosque húmedo-montano bajo.

Asociación Villapinzón (VP): material parental arcillas, quebrado a fuertemente quebrado y escarpado, erosión ligera hasta severa sectorizada. Suelos superficiales moderadamente profundos. Texturas medias y moderadamente finas, bien drenados. Clima frío, húmedo. Zona de vida: Bosque húmedo-montano bajo.

Asociación Tierra negra Cabrera (TC): suelos profundos de texturas medias, bien drenados ricos en materia orgánica, ácidos a muy ácidos, regular a alto contenido de

aluminio y muy pobres en fósforo. Material parental principalmente cenizas volcánicas con lutitas y arcillas, relieve ligeramente plano, ondulado y fuertemente ondulado con sectores quebrados. Clima frío, húmedo y muy húmedo. Zona de vida: Bosque húmedo y Bosque muy húmedo-montano bajo.

Asociación Cabrera Tucán (CU): suelos profundos y superficiales de texturas medias, excesivamente drenados, ácidos, mediana saturación de aluminio y regular a pobres en fósforo. Material parental areniscas, lutitas y localmente influencia de cenizas volcánicas, relieve ladera, fuertemente quebrado a escarpado con depresiones profundas y estrechas. Clima frío, húmedo y muy húmedo. Zona de vida: Bosque húmedo y Bosque muy húmedo-montano bajo.

Consociación San José (SG): suelos superficiales de texturas medias a moderadamente finas, alto contenido de carbono y aluminio de cambio. $\text{pH} < 4.5$, relieve ligeramente plano a fuertemente inclinado. Material parental areniscas y lutitas. Piso térmico frío, húmedo y muy húmedo, mayor de 3 200 msnm. Zona de vida: Bosque húmedo y Bosque muy húmedo-montano bajo.

Asociación conjunto Toca, Siachoque, Riogrande (TO): suelos superficiales a moderadamente profundos, horizontes endurecidos cerca a la superficie, texturas finas, arenas mal drenadas. Relieve ligeramente plano a fuertemente ondulado. Piso térmico frío, húmedo, ubicado a 2 600–3 200 msnm. Zona de vida: Bosque húmedo-montano bajo.

Asociación Vidriera (VI): suelos muy superficiales a superficiales, limitados por horizontes endurecidos, texturas finas, $\text{pH} > 5.0$, relieve ligeramente ondulado a quebrado. Pequeñas áreas de pendientes más fuertes, material parental arcillas y areniscas. Piso térmico frío seco localizado a 2 600–3 100 msnm. Zona de vida: Bosque seco-montano bajo.

Consociación Cabrera (CB): suelos moderadamente profundos, texturas medias a finas, alto contenido de carbono y aluminio, $\text{pH} > 4.5$, relieve ligeramente plano a fuertemente ondulado, pequeñas áreas de pendientes más fuertes. Material parental lutitas y areniscas. Piso térmico frío ubicado a 2 000–3 000 msnm, húmedo y muy húmedo. Zona de vida: Bosque húmedo y Bosque muy húmedo-montano bajo.

Para analizar la información de cada lote se obtuvieron gráficos que permitieron relacionar la fluctuación de la plaga con la precipitación, temperatura y las prácticas realizadas por el agricultor para cada ciclo de cultivo. A continuación se presentan los resultados del seguimiento de la captura de polilla en trampas, para cada departamento. En Cundinamarca, en las dos localidades se obtuvo un promedio de capturas de 35 polillas/trampa/semana, durante el primer ciclo de cultivo de papa; pero se presentaron diferencias en el número promedio de adultos capturados en las trampas según el rango altitudinal. A mayor altura fue menor el número de polillas y viceversa; la tendencia se confirmó con una prueba de contraste que fue significativa (Fig. 2). El nivel de captura promedio presentó correlación inversa con la altitud, con un coeficiente de determinación bajo ($r^2 = -0.1137$).

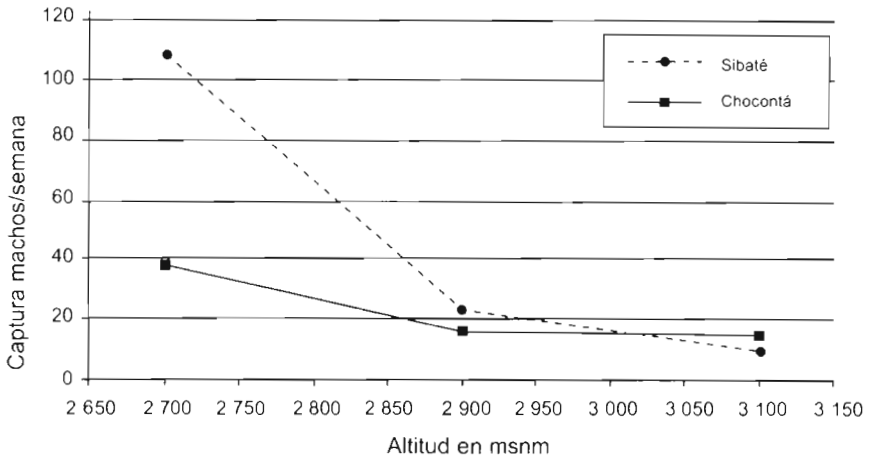


FIG. 2. –Captura de *Tectia solanivora* en cultivos de papa a diferentes altitudes en dos municipios de Cundinamarca (Colombia), I semestre.

En la Tabla 2, se presentan los resultados del análisis de varianza y pruebas de significancia para la captura promedio de polilla/semana/trampa en los tres rangos de altitud. Al comparar entre los municipios de Cundinamarca, no se encontraron diferencias significativas, aunque en general se registró un mayor número de polillas en Chocontá y Suesca, donde el rango de altitud más bajo fue el que presentó la más alta incidencia de la plaga. El comportamiento de la población a través del tiempo fue variable, ya que en Chocontá y Suesca se presentaron los picos más altos en abril, mientras que para Sibaté, éstos fueron en junio y en la primera semana de septiembre.

Al relacionar los picos poblacionales con la precipitación acumulada semanalmente se observó con claridad que en los periodos secos de mínimo dos semanas continuas o con precipitación acumulada menor de 10 mm, la población de la polilla aumentó en forma significativa, independiente del rango de altura. Por el contrario, cuando se presentó un periodo de lluvias por más de dos semanas (15–20 mm), las capturas disminuyeron significativamente y al mantenerse esta situación constante durante más tiempo, la población de polilla fue muy baja o nula. Los meses de mayor precipitación en el municipio de Sibaté fueron mayo y junio y para Chocontá y Suesca fueron junio y julio.

TABLA 1.—Propietarios, ubicación de las fincas, uso del suelo en cada semestre, textura y unidad de suelo de los lotes para el seguimiento de la fluctuación de poblaciones de *Tecia solanivora* en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá (Colombia).

| Propietario | Municipio | Vereda | msnm | Uso del suelo | Textura del suelo | Unidad de suelo |
|---------------------|-------------------|---------------------|-------|--------------------|-------------------|-----------------|
| Jaime Marroquín | Sibaté | Usabá | 3 180 | Papa Descanso | Limosa | RO |
| Alfonso Urrea | Sibaté | Usabá | 3 112 | Papa Descanso | Arenosa | RO |
| José Guerrero | Sibaté | El Peñón | 2 890 | Papa Descanso | Arenosa | RO |
| Gregorio Ibáñez | Sibaté | El Peñón | 2 800 | Papa Papa | Limosa | RO |
| Carlos Chávez | Sibaté | El Peñón | 2 780 | Papa Papa | Arenosa | RO |
| Gonzalo Galindo | Sibaté | San Fortunato | 2 780 | Papa Descanso | Limosa | RO |
| Liborio Benavides | Chocontá y Suesca | Hato Fiero Alto | 3 090 | Papa Papa | Franco-limosa | VP |
| Juan Benavides | Chocontá y Suesca | Hato Fiero Alto | 3 090 | Papa Descanso | Limosa | CI |
| Carlos Malagón | Chocontá y Suesca | Hato Grande | 2 905 | Papa Pasto | Limosa | CP |
| Aureliano Umbarila | Chocontá y Suesca | Hato Grande | 2 850 | Papa Descanso | Limosa | CP |
| Jairo Navarrete | Chocontá y Suesca | Mochila | 2 730 | Papa Descanso | Arcillo-arenosa | CI |
| Fideligno Pinzón | Chocontá y Suesca | Mochila | 2 730 | Papa Papa | Arcillo-arenosa | CI |
| Josélin Torres | Ventaquemada | San José del Galcal | 3 100 | Papa Descanso | Limosa | TC |
| Víctor Rodríguez | Ventaquemada | San José del Galcal | 3 010 | Papa Papa | Franco-limosa | TC |
| Israel Pamplona | Ventaquemada | San José del Galcal | 2 920 | Papa Papa | Franco-limosa | TC |
| Luis Aldana | Ventaquemada | San José del Galcal | 2 920 | Papa Papa | Franco-arcillosa | TC |
| Florentino Aldana | Ventaquemada | Montoya | 2 710 | Papa Fréjol | Franco-arcillosa | TC |
| Macedonio Moreno | Ventaquemada | Puente de Piedra | 2 620 | Papa Fréjol-arveja | Franco-limosa | CU |
| Luis Ávila | Siachoque | Fiaria | 3 170 | Papa Descanso | Franco-limosa | VI |
| Alonso Panche | Siachoque | Fiaria | 3 150 | Papa Descanso | Franco-limosa | SG |
| Miguel Camacho | Siachoque | Tocavita | 2 860 | Papa Arveja | Limosa | SG |
| Gratiniano Sanabria | Siachoque | Jurubito | 2 850 | Papa Arveja | Franco-limosa | CB |
| Gonzalo Moreno | Siachoque | Siachoque Abajo | 2 750 | Papa Trigo | Arcillo-arenosa | VI |
| Joaquín García | Siachoque | Tocavita | 2 750 | Papa Trigo | Arcillo-arenosa | TO |

Tabla 2. Cuadrados medios del análisis de varianza y prueba de significación con los resultados de la captura promedio de *Tecia solanivora* por semanas y trampa en tres altitudes de fincas productoras de papa en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá (Colombia).

| Fuente de variación | Cundinamarca | | | Boyacá | | |
|------------------------------|--------------|------------|-------------|--------|------------|-------------|
| | gl | I semestre | II semestre | gl | I semestre | II semestre |
| Municipio | 1 | 3.1855 | 0.3764 | 1 | 32.7938* | 8.6438 |
| Altitud: | 2 | 25.3146* | 2.3821 | 2 | 9.2258* | 18.8948 |
| Alturas extremas | 1 | 44.8475* | 4.5015 | 1 | 8.9307* | 13.5592 |
| Altura media contra extremas | 1 | 5.3589 | 0.0055 | 1 | 2.8501 | 22.8243 |
| Interacción | 2 | 5.7065 | 0.7670 | 2 | 1.7600 | 12.6351 |
| Precipitación | 1 | 1.7338 | 5.1451 | 1 | 4.8614* | 8.6356 |
| Error | 4 | 1.7601 | 3.9308 | 5 | 0.4364 | 5.7473 |
| CV (%) | | 24.4000 | 40.4900 | | 7.8128 | 36.5619 |
| Promedio | | 5.4371 | 4.8961 | | 8.4557 | 6.5570 |

*Efectos significativos ($P < 0.05$) según la prueba F.

CV= Coeficiente de Variación.

gl = grados de libertad.

En cuanto a temperatura, se observaron diferencias entre altitudes, a mayor altura la temperatura disminuyó, lo cual aparentemente determina la abundancia de la plaga. De acuerdo con los reportes de diferentes autores, la temperatura puede afectar en cierto grado la duración del ciclo de vida de la polilla, lo cual repercute directamente sobre el número de generaciones que se pueden dar en determinado sitio (Herrera, 1997; Sotelo, 1997). En general los registros mostraron poca variabilidad en cada altitud. Para el rango de 2 600–2 800 msnm el promedio de temperaturas estuvo entre 6°C y 17°C; para el intermedio 6°C–16°C y para el rango más alto 6°C–13°C, aunque en febrero del 2001 se registraron heladas con temperaturas mínimas de -4°C.

Para el periodo de evaluación después de la cosecha de todos los lotes, la captura de polillas no presentó diferencias significativas por efecto de altura sobre el nivel del mar o por municipio.

El coeficiente de variación de 40% indica alta variabilidad, no atribuible a los factores mencionados (Tabla 2). Aunque se registró un bajo número de polillas, se mantiene la tendencia de la presencia de mayor captura a medida que disminuye la altura sobre el nivel del mar (Fig. 3). En ambos municipios se presentaron los mayores picos de población entre diciembre y marzo, coincidiendo con el prolongado periodo de sequía, característico de esta época.

Los resultados obtenidos en el mismo lapso de tiempo en Boyacá (municipios de Siachoque y Ventaquemada) son similares a los de Cundinamarca, pero con

una gran diferencia en el número de capturas tal como se presenta a continuación. En presencia de papa, el nivel de captura presentó correlación inversa con la altura, con un coeficiente de determinación ($r^2 = -0.1567$) y un promedio de capturas de 90 polillas/semana/ trampa. Se observaron diferencias según el rango altitudinal, a mayor altura fue menor el número de polillas para los dos municipios. Sin embargo, entre los rangos más bajos del municipio de Siachoque no se presentaron diferencias significativas.

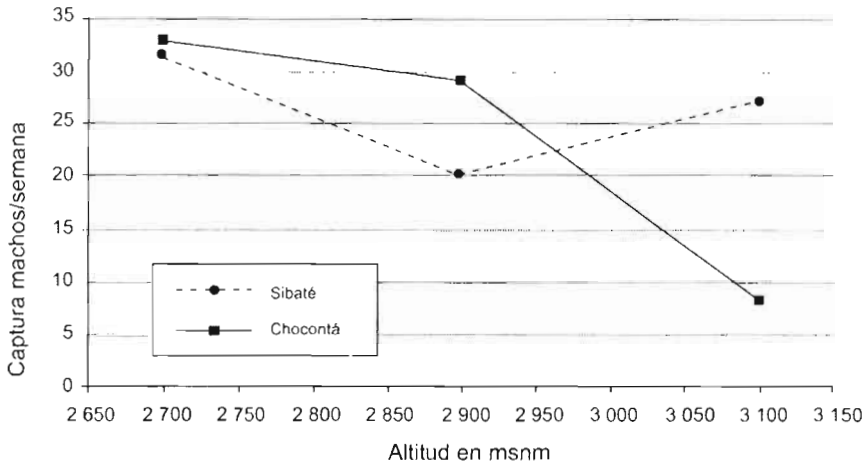


FIG. 3.—Captura de *Tecia solanivora* en cultivos de papa a tres altitudes en dos municipios de Cundinamarca (Colombia), II semestre.

Las mayores capturas están relacionadas con la baja precipitación acumulada de las semanas anteriores y los menores registros se presentaron cuando hubo periodos constantes de lluvia en los dos municipios. Al igual que en Cundinamarca, la temperatura presenta patrones constantes, encontrando diferencias solamente entre rangos. Al comparar la población de polilla capturada en cada municipio (Fig. 4) se registró mayor incidencia de *Tecia solanivora* en Siachoque. Esta diferencia puede estar relacionada con la baja precipitación histórica que caracteriza al municipio.

La fluctuación de la plaga a través del tiempo fue similar para los dos municipios, ya que los picos correspondientes a las máximas capturas de polilla se registraron en abril y mayo.

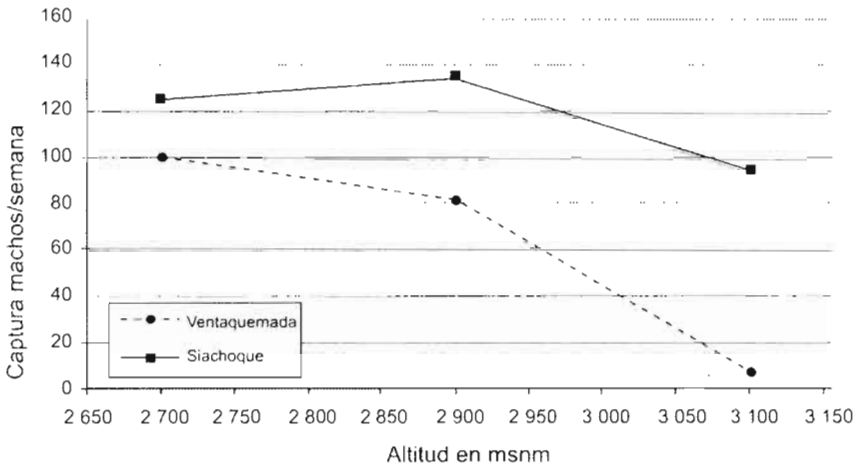


FIG. 4.—Captura de *Tecia solanivora* en cultivos de papa a diferentes altitudes en dos municipios de Boyacá (Colombia), I semestre.

Cuando se evaluó el comportamiento de la plaga después de la cosecha se presentó mayor población de polilla en Ventaquemada, debido a que había tres lotes de papa en seguimiento, mientras que en Siachoque todos estaban en rotación con otros cultivos. Nuevamente se evidencia que a mayor altura hay menor captura de polillas para el primer municipio (Fig. 5). Para este periodo se registraron los picos de población de la plaga en febrero y marzo, coincidiendo con el periodo de sequía de los mismos.

Estos resultados permiten concluir que hay relación entre la población de polillas capturadas y la dinámica del uso del suelo durante el periodo evaluado. Donde el primer semestre todos los lotes fueron sembrados con papa y para el segundo donde hubo otros cultivos como: maíz, arveja, trigo, fríjol, pastos o descanso, se presentaron las mayores capturas o picos de la población en las mismas épocas (diciembre a marzo), independientemente del tipo de cultivo, la altura sobre el nivel del mar y el municipio.

Esto indica que la presencia de la plaga está relacionada con la cercanía de los lotes en seguimiento a fuentes de infestación como: papa almacenada, lotes en cosecha o cultivos de papa, coincidiendo con lo reportado por Palacios et al. (1997).

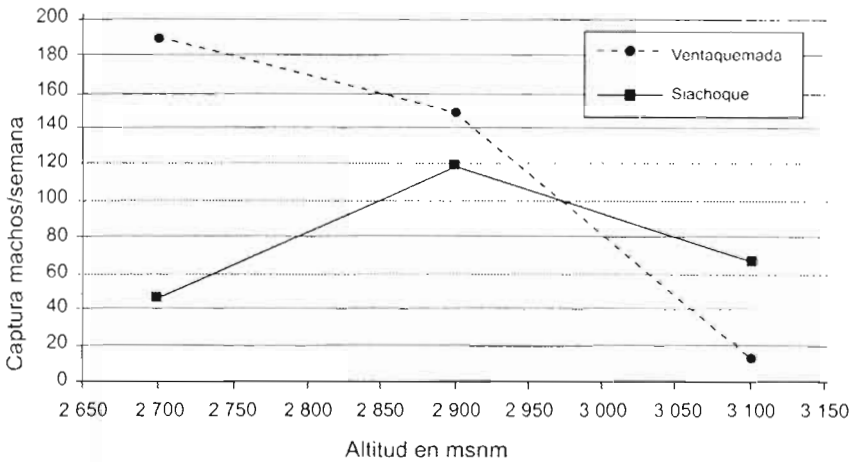


FIG. 5.- Captura de *Tecia solanivora* en cultivos de papa a tres altitudes en dos municipios de Boyacá (Colombia), II semestre.

Resumiendo, los resultados de las pruebas estadísticas del periodo de estudio (marzo 2000--2001), éstas evidencian que en ambos departamentos hay un efecto de la altitud sobre la captura de polillas. De acuerdo con los contrastes se concluye que el efecto es lineal: a mayor altura menor captura. Para Boyacá se observó además, una diferencia entre municipios dado que en Siachoque la captura fue más alta que en Ventaquemada. El efecto de la precipitación demostró ser importante para la corrección de la captura en el primer semestre en Boyacá; es decir, hubo grandes diferencias en la precipitación en cada finca y municipio, lo que explica la baja captura de polillas en Ventaquemada (Tabla 2).

En cuanto al manejo del cultivo en todos los municipios se observó que las prácticas culturales se hacen en todas las fincas de acuerdo con la fenología del cultivo (desyerba y aporque). Pero el manejo de plagas sigue siendo el tradicional donde las aplicaciones son calendario y excesivas, sin tener en cuenta criterios técnicos para dichas aplicaciones. Es decir, el agricultor aprovecha la aplicación de fungicidas para mezclar uno o más insecticidas para controlar gusano blanco y polilla, independiente de la presencia o no de éstas.

Como observación general se destaca que cuando se instalaron las trampas de feromona en los lotes, en la primera semana de seguimiento se presentaron capturas importantes, las cuales sirvieron como indicador para algunos agricultores, quienes hicieron aplicación de insecticidas. Partiendo de este hecho se requiere

de un estudio que relacione los índices de capturas con la toma de decisiones respecto al tipo de control y cuando éste realmente se justifique o sea económicamente viable.

Para ilustrar la dinámica de la polilla en una finca tipo durante el periodo de estudio, en la Figura 6 se presentan los datos correspondientes a una finca de Boyacá. Se evidencia la presencia de la plaga durante el año de seguimiento en una rotación papa-arveja. El lote fue sembrado con papa en febrero, las trampas se colocaron la última semana de marzo del 2000 y se iniciaron las lecturas el 3 de abril, donde se registró una población de 426 polillas y una precipitación de 8.3 mm.

En las siguientes semanas se observó un incremento de la población de polillas llegando a un máximo de 1 199, este pico coincide con la labor de desyerba realizado el 24 de abril. A partir de esta fecha, el agricultor realizó cuatro aplicaciones de insecticidas semanalmente, observándose que hay una disminución de la plaga.

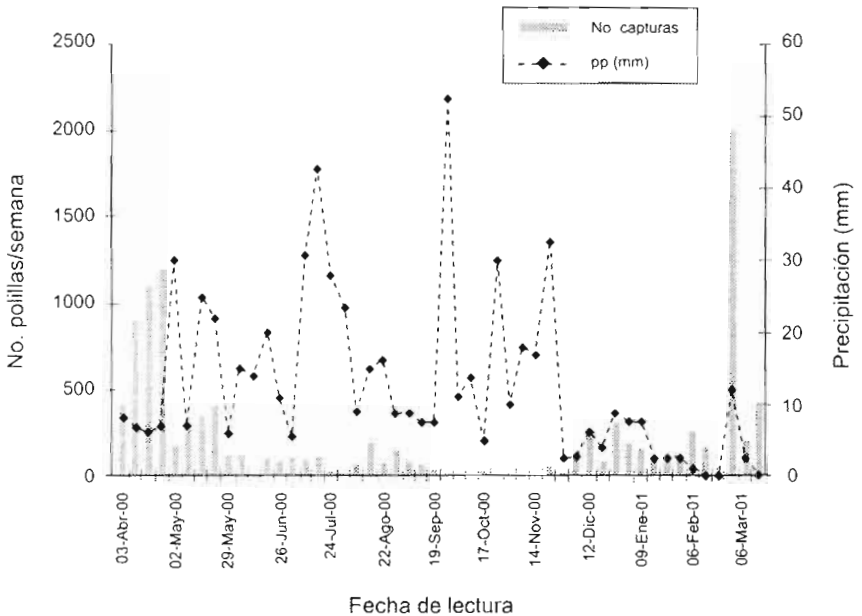


FIG. 6.—Fluctuación de la precipitación (mm) y de la población de *Tecia solanivora* en un cultivo comercial papa-arveja en el municipio de Boyacá (Colombia) desde abril del 2000 a marzo del 2001.

El aporque fue hecho el 15 de mayo, y durante el periodo de tuberización y madurez de los tubérculos se evidencia la baja densidad de población de polilla, la cual pudo estar influenciada en gran parte por el control químico; pero también hay precipitaciones constantes. Para el momento de la cosecha (septiembre 12), la población fue de 62 polillas. En las siguientes dos semanas hay plaga, aunque en muy baja cantidad 44 y 20 polillas respectivamente, coincidiendo con la presencia de residuos de cosecha.

El 3 de octubre se sembró el lote con arveja y se colocaron nuevas feromonas. Se observó la baja densidad de polilla y que la precipitación osciló entre 10 y 35 mm semanales.

A partir de diciembre se observó un incremento gradual de polilla, debido a la cosecha de varios lotes de papa cercanos a éste. También la precipitación disminuyó considerablemente con registros inferiores a 10 mm semanales, por un periodo prolongado de 15 semanas, característico de la época de sequía del altiplano Cundiboyasense.

El 27 de febrero se registró el pico de población más alto (2 006 polillas), coincidiendo con la cosecha de papa de tres lotes vecinos, los cuales se encontraban a una distancia de 200 y 300 m del lote de arveja. Finalmente, se comentan a continuación los resultados del daño ocasionado por *Tecia solanivora* durante la cosecha, en cada departamento. En Cundinamarca, el porcentaje de daño en los lotes fue muy bajo y en la mayoría no se presentó incidencia de la plaga al momento de la cosecha. En Sibaté, sólo dos fincas presentaron daño por la plaga pero en muy bajo porcentaje: 0.20% y 0.48% respectivamente. En Chocontá y Suesca, en cuatro fincas el daño osciló entre 0.12% y 0.77%, en las dos restantes correspondientes al rango de altitud 2 600–2 800 msnm se registró el mayor daño con 5.38% y 10.70%, el cual puede estar relacionado con la textura del suelo (arcillo-arenosa). Se observaron resequedad y grietas en el terreno, características que según varios autores, facilitan la penetración de las larvas al tubérculo (Núñez et al., 1998; Palacios et al., 1997).

En Boyacá se registró daño en todas las fincas. Sin embargo, también fue bajo. En Ventaquemada, durante el primer semestre tres fincas no presentaron daños y en las demás el daño osciló entre 1% y 4.7%. Este último en el rango de mayor altitud. Para los lotes que tuvieron papa en el segundo periodo, el daño registrado osciló entre 1.98% y 6.35%, siendo el mayor porcentaje correspondiente a una finca del rango altitudinal intermedio, con rotación papa-papa, donde había antecedentes de la presencia de la plaga.

En Siachoque varió entre 0.23% y 3.20% registrado también en el rango correspondiente a 2 800–3 000 msnm. Estos resultados pueden estar directamente relacionados con la baja densidad de polilla registrada para la mayoría de lotes

durante la madurez y cosecha del cultivo. Además, las lluvias por varias semanas continuas probablemente incidieron en la baja población de la polilla para esta época.

Agradecimientos. --A los agricultores que permitieron hacer el estudio en sus fincas (Tabla 1). A los directores y técnicos de UMATA de los municipios del estudio, por su colaboración con el transporte de los estudiantes y el apoyo para la toma de datos. A Martín Benitez y Wilson González en el municipio de Sibaté, a Susana Sosa y Edgar Muñoz en Suesca, a Angela Mora y Rafael Rodríguez en el municipio de Siachoque y a José Luis Farfán en Ventaquemada.

A Carlos Abaunza, investigador de CORPOICA por su colaboración con la información cartográfica y base de datos para la ubicación geográfica y caracterización biofísica de cada finca en las respectivas unidades de suelo. A Jesús Gómez, Gonzalo Martínez y Baltasar Coronel, auxiliares técnicos de CORPOICA por su apoyo en el trabajo de campo.

LITERATURA CITADA

- ABAUNZA, C. 1999. Implementación de un sistema de información geográfica como apoyo al análisis sistémico de las unidades de producción agropecuaria en Cundinamarca y Boyacá. Base de Datos. Programa Regional Agrícola. Sistemas de Producción. CORPOICA Regional Uno, Bogotá, Colombia.
- HERNÁNDEZ, L. 1998. Dinámica poblacional y comportamiento de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolny) en el municipio de Ventaquemada, Boyacá. Tesis de Ingeniería Agronómica, UPTC, Tunja, Boyacá, Colombia.
- HERRERA, F. 1997. La polilla guatemalteca de la papa. Biología, comportamiento y prácticas de manejo integrado. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. CORPOICA, Bogotá, Colombia.
- IGAC. 1982. Estudio general de suelos de Cundinamarca y Boyacá. Estudios 9 y 10. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agroecológica, Bogotá, Colombia.
- _____. 1985. Estudio general de suelos de Cundinamarca y Boyacá. Estudios 11 y 12. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agroecológica, Bogotá, Colombia.

- LÓPEZ-ÁVILA, A. 1996. Insectos plaga del cultivo de la papa en Colombia y su manejo. Pp. 146–158. *En* Comunicaciones y Asociados Ltda. (Eds.), Papas Colombianas con el mejor entorno ambiental. Comunicaciones y Asociados. FEDEPAPA, Bogotá, Colombia.
- LUNA, J., Y H. LUNA. 1998. Comportamiento poblacional de la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Povolny) y su relación con algunas prácticas de manejo en el municipio de Sibaté. Tesis de Ingeniería Agronómica, Universidad de Cundinamarca, Bogotá, Colombia.
- MARTÍNEZ, E. 1996. Importancia de los estudios de dinámica de plagas. Pp. 18–120. *En* Programa de Epidemiología Vegetal CORPOICA (Ed.), Memorias del Curso “Introducción a la dinámica de plagas.” Noviembre 18–22. CORPOICA, Bogotá, Colombia.
- ÑÚSTEZ, C., A. ARIZA, J. BECERRA, L. FUENTES, G. GARCÉS, D. GONZÁLEZ, X. MEDINA, W. RABÓN, Y L. SOLÓRZANO. 1998. Resultados preliminares de la observación del comportamiento de *Tecia solanivora* en campos de cultivo. Pg. 48. *En* C. Nústez, N. Estrada, G. Buitrago, M. Caro, P. Porras, y A. Naranjo (Eds.), Conclusiones y Memorias del Taller “Planeación estratégica para el manejo de *Tecia solanivora* en Colombia.” Julio 22–24. Universidad Nacional de Colombia, PRODUMEDIOS, Bogotá, Colombia.
- PALACIOS, M., G. SOTELO, Y E. SÁENZ. 1997. La polilla de la papa *Tecia solanivora* (Povolny). Pg. 14. *En* FORTIPAPA-INIAP (Eds.), del I Taller Internacional “Manejo integrado de *Tecia solanivora*.” Julio 31–Agosto 4. INIAP-CIP, Ibarra, Ecuador.
- SÁENZ, E. 1997. Experiencias de campo en el manejo integrado de *Tecia solanivora* (Povolny) en Ventaquemada, (Boyacá). Pp. 35–42. *En* CORPOICA-Regional Uno (Ed.), Memorias del II Curso Taller “Manejo integrado de plagas de la papa.” Agosto 25–27. CORPOICA y CIP, Chiquinquirá, Bogotá, Colombia.
- SÁNCHEZ, M. 1999. Efectos de la trampa de feromona en el monitoreo de poblaciones de la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Povolny). Tesis de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Javeriana, Santafé de Bogotá, Colombia.

- SECRETARÍA DE AGRICULTURA DE BOYACÁ. 2000. Evaluación Agropecuaria URPA. Secretaría de Agricultura de Boyacá, Tunja, Colombia.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA DE CUNDINAMARCA. 2000. Evaluación Agropecuaria URPA. Secretaría de Agricultura de Cundinamarca, Bogotá, Colombia.
- SORIANO, J., Y C. PEDRAZA. 1998. Relación entre el comportamiento poblacional de machos de *Tecia solanivora* y el desarrollo del cultivo de papa *Solanum tuberosum*. Pg. 54. En C. Núñez, N. Estrada, G. Buitrago, M. Caro, P. Porras, y A. Naranjo (Eds.), Conclusiones y Memorias del Taller “Planeación estratégica para el manejo de *Tecia solanivora* en Colombia.” Julio 22-24. Universidad Nacional de Colombia, PRODUMEDIOS, Bogotá, Colombia.
- SOTELO, G. 1997. La polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Povolny) y su control con baculovirus. Pp. 32-34. En CORPOICA-Regional Uno (Ed.), Memorias del II Curso Taller “Manejo integrado de plagas de la papa.” Agosto 25-27. CORPOICA y CIP, Chiquinquirá, Bogotá, Colombia.

**INTRODUCCIÓN A LA UTILIZACIÓN RACIONAL DE
LA FEROMONA EN EL MANEJO INTEGRADO
DE LA POLILLA GUATEMALTECA
TECIA SOLANIVORA (POVOLNY)
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**

MICHEL GUILLON

*International Biological Manufacturer Association,
1 rue de Buckingham, F-64000 Pau, Paris, France,
e-mail. michel.guillon7@wanadoo.fr*

RESUMEN

Este artículo presenta información básica sobre las feromonas y propone una utilización racional de éstas en un programa de manejo integrado de la polilla guatemalteca. El uso de feromonas se entiende en un programa completo de manejo de plagas, que debe ser complementado y reforzado con otras técnicas de control que sean químicas o biológicas.

Palabras claves: Feromonas; Manejo integrado; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

This report presents research lines for the rational use of *Tecia solanivora*'s pheromone as a complement for the effectiveness of other ingredients used in an integrated management program of the Guatemalan moth. The use of pheromones is understood in the context of a complete integrated pest management that must be reinforced complemented by other chemical or biological control techniques.

Key words: Integrated management; Pheromones; *Tecia solanivora*

INTRODUCCIÓN

Muchas investigaciones realizadas en laboratorio y campo han demostrado que la sola utilización de los insecticidas químicos, no puede controlar los incrementos poblacionales de la polilla guatemalteca. Es por esta razón, que las metodologías MIP (Manejo Integrado de Plagas) son promocionadas por técnicos y personal de transferencia de tecnología, como las más adecuadas para combatir plagas. Estas metodologías incluyen el uso de agentes de biocontrol como: virus, hongos, bacterias, insectos parasitoides, predadores, uso adecuado de

químicos, prácticas culturales y utilización de varios tipos de feromonas. Su aplicación, una vez verificada la eficacia, no requiere de técnicas sofisticadas, aunque será necesario educar a los agricultores. El uso adecuado de la feromona puede permitir la aplicación de biocidas a la época óptima (muestreo) y la reducción de las poblaciones y de su reproducción (trampeo masivo, confusión, cebos tóxicos, etc).

Aplicación de la Feromona para el Control de *Tecia solanivora*

Hay gran controversia sobre la utilización de feromonas como medio de control de polilla guatemalteca. Actualmente, su uso está destinado principalmente para el muestreo poblacional que realizan instituciones de investigación. Sin embargo, hay datos anecdóticos que sugieren que las feromonas reducen los daños en campos y bodegas. En la actualidad, en Colombia es posible encontrar feromonas de *Tecia solanivora* en el mercado; pero no existen regulaciones que puedan certificar la calidad del producto.

El impacto es muy fuerte cuando los agricultores observan gran cantidad de polillas (machos) en las trampas usadas para los muestreos, lo que ha generado grandes expectativas para masificar el uso de feromonas en el campo.

El trabajo para los investigadores aún está en sus inicios y se debe considerar alguna información general y específica que oriente los planes investigativos sobre este tema.

Composición de la feromona de *Tecia solanivora*.—Es muy fácil de sintetizar a escala industrial. El isómero E3-12 AC es el principal y podemos prescindir del otro 2%. (Fig. 1.).

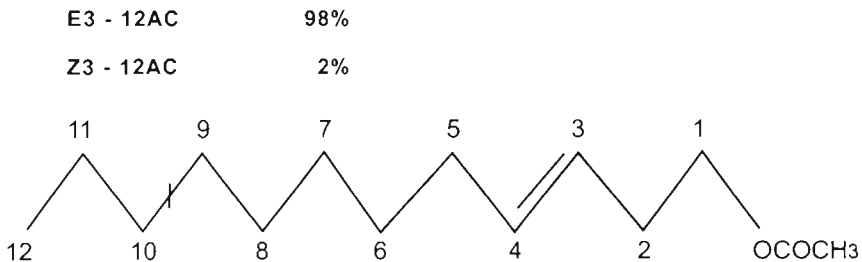


FIG. 1.—Composición de la feromona del acetato 3-Dodecenil de la polilla guatemalteca, *Tecia solanivora*.

Distancia de atractividad.—Hay información no publicada sobre ensayos de campo, que indica que la feromona es efectiva en una área de 300 m².

Generalidades.—Los semioquímicos son productos del metabolismo de los insectos, que sirven para la comunicación de éstos en el ambiente. Las feromonas presentan una actividad intraespecífica, mientras que los aleloquímicos son de actividad interespecífica. De acuerdo a su tipo de acción, ellas modificarán el comportamiento del insecto para una determinada actividad (Fig. 2).

En el caso de los lepidópteros, la hembra emite feromonas a partir de una glándula abdominal, el macho lo recibe por medio de sus células olfativas especiales de las antenas y modifica su comportamiento de vuelo para buscar la fuente de emisión e iniciar la cópula.

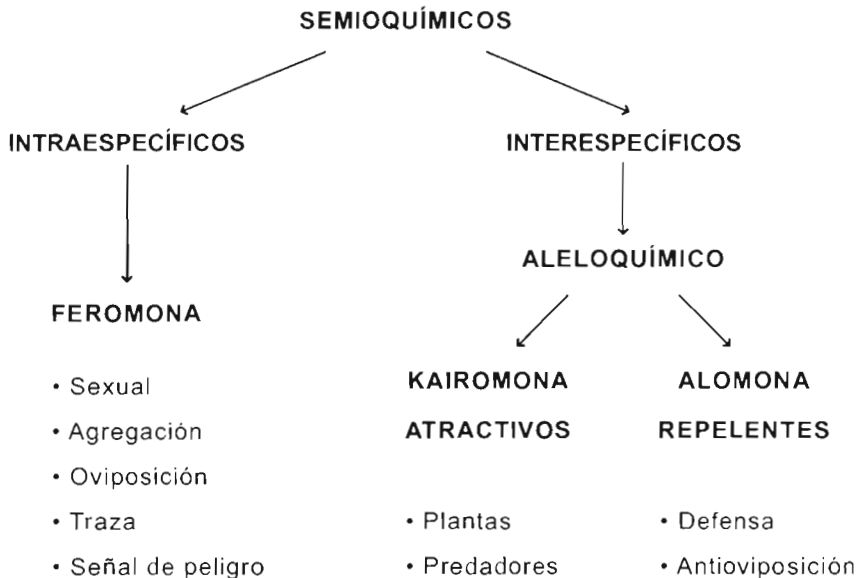


FIG. 2.—Semioquímicos intraespecíficos e interespecíficos, producto del metabolismo de los insectos e intermediarios en las interacciones entre organismos.

Parámetros. –El control de insectos por medio de feromonas tiene sus limitaciones. La complejidad y diversidad de los sistemas de comunicación química debe ser investigada para cada especie, siguiendo parámetros tales como:

1. Identificación y validación de compuestos activos por medio de electro-antenografía.
2. Purificación de compuestos de síntesis, ya que las impurezas en forma de estéreo isómeros pueden reducir la respuesta de los machos.
3. Diversos componentes pueden corresponder a una actividad distinta en las fases de atractividad, por lo que su proporción debe ser óptima.
4. El comportamiento de vuelo y de aterrizaje de los machos es muy complejo. El diseño de las trampas es también un parámetro importante para la eficacia en la atractividad
5. Factores fisiológicos como: maduración sexual, temperatura, humedad, exposición previa a la feromona (habitación), pueden afectar el comportamiento y la atractividad de trampas.
6. La volatilidad de cada componente es diferente, al igual que la composición emitida.

Es decir que para utilizar la feromona, se debe tener conocimiento de la biología y el comportamiento de las especies, de manera que se obtengan los mejores resultados.

Técnicas de utilización. –El uso de feromonas sexuales como atrayentes en trampas de muestreo es ahora universal. El muestreo tiene los siguientes objetivos : detectar la infestación, establecer curvas de vuelo y fechas de emergencia, localizar y distribuir geográficamente (red de trampas a escala regional) y detectar cambios en la población.

Así, los sistemas de muestreo son muy valiosos en la toma de decisiones acerca de los tratamientos a seguir y por consiguiente, son válidos en todos los programas de lucha integrada de plagas.

Trampeo Masivo

El objetivo del trampeo masivo es reducir la población de machos para evitar la cópula. En algunas especies un macho puede fecundar más de una hembra. Se deberían retirar más del 95% de la población para conseguir una reducción sensible de la reproducción. Roelofs et al. (1970) calcularon para lepidópteros una proporción de cinco trampas por cada hembra, si se quiere conseguir una reducción de la oviposición. A continuación presentamos algunos ejemplos de esta técnica:

Thaumtopoea pithyocampa (D. y S.) Procesionaria del pino.—En Francia el trapeo masivo de machos antes de la emergencia de las hembras, da como resultado una reducción de 50% en la nidificación cada año, usando 1 trampa/ha y cápsulas cargadas a 6 mg.

Esta técnica es posible para las hembras que están receptivas pocas horas después de la emergencia (M. Guillon - com. pers. (2001) IOBC Oeiras Portugal).

Spodoptera littoralis (Boisduval) Rosquilla negra.—El trapeo masivo fue establecido en Israel en 1975 (Teich et al., 1979). Usando 1 trampa/1.7 ha da como resultado una reducción de la oviposición en un 40–50% y por consiguiente, la reducción del tratamiento químico en un 20–25%. En 1981, se trataron cerca de 20 000 ha. En otros países, usando hasta 27 trampas/ha no fue posible reducir significativamente las poblaciones, lo que quiere decir, que existen factores locales que deben ser tomados en cuenta.

Chilo suppressalis (Walk.) Barrenador del arroz. La técnica de trapeo masivo se utiliza actualmente en España. 25 000 ha son tratadas cada año, aplicándose esta técnica durante todo el periodo activo del insecto (tres generaciones).

La dosis aplicada es de 5 cápsulas/ha, cargadas a 6 mg en trampas de tipo “embudo” suspendidas a 1 m del suelo sobre soportes de madera y distribuidos uniformemente en toda la superficie del campo. La eficacia es de más del 60%, superior a la del insecticida químico de referencia. Aún a pesar de la contribución manual que su aplicación requiere, el costo del tratamiento es inferior al de los insecticidas tradicionales (Tabla 1).

TABLA 1.—Feromona CHS (Feromona de *Chilo suppressalis*) Costo de tratamientos.

| Tratamiento | Número de tratamientos | Costo/ha (USD) |
|------------------------|------------------------|----------------|
| Fenitroton | 3 | 50.6 |
| Tebufenozid | 3 | 74.6 |
| Feromona confusión | 1 | 117.3 |
| Feromona trapeo masivo | 1 | 26.7 |

Zeuzera pyrina (L.) Barrenador del tronco.—Una técnica de trapeo masivo se desarrolla en el sur de Europa, usando 3.5 trampas/ha y cápsulas de 10 mg. Ésto da como resultado la reducción de más del 90% de daños en los perales.

Confusión Sexual

Esta técnica actúa bloqueando la comunicación entre hembras y machos por emisión en el ambiente de la feromona sexual. De hecho, los receptores olfativos específicos del macho son saturados y no pueden localizar ninguna hembra.

El modo de acción no está totalmente clarificado, diversos fenómenos de origen fisiológico están implicados y el mecanismo de confusión puede presentar una gran variabilidad intraespecífica como: ocultar la emisión de las hembras por un nuevo y persistente olor feromonal, formar falsos rastros desde difusores que modifican el comportamiento de machos y elevar el umbral de quimiorreceptores o habituar la respuesta a la señal del sistema nervioso central. Ésto como resultado de una exposición prolongada a la emisión. Hay muchos factores que afectan la probabilidad de que un macho encuentre una fuente feromonal (hembra difusa).

Emisión.—La cantidad de feromona emitida por la hembra es muy baja (hasta el picograma). La cantidad exacta es muy difícil de estimar, ya que la volatilidad y adsorción sobre substratos como follaje o cuerpo del insecto son muy variables.

Se ha estimado que durante la llamada, hembras de *Grapholita molesta* emiten 8.5 ng/h (nanogramos por hora) del componente principal (Z8-12AC), con picos periódicos de hasta 10 ng en 5--10 min. Usando difusores se considera que una emisión teórica de 20 mg/ha/h es óptima para conseguir confusión.

Densidad de fuentes.—Hay muchas controversias desde que se considera que muchas fuentes (2 000 difusores/ha) son necesarias para competir con una gran densidad de hembras, o que la emisión y cobertura del follaje a 20 mg/ha/h es suficiente para confundir a los machos. La densidad de 25 difusores/ha está confirmada en numerosos ensayos para el control de *Cydia* sp. en varios países.

Disposición de fuentes.—El éxito de la técnica es también dependiente de la posición de los difusores para atraer el máximo de machos. El comportamiento de vuelo es el parámetro principal, así los difusores se posicionan de manera óptima:

| | |
|-------|---------------------------|
| A 3 m | <i>Zeuzera pyrina</i> |
| A 2 m | <i>Cydia pomonella</i> |
| A 1 m | <i>Chilo suppressalis</i> |

Limitaciones de la técnica.—Con confusión sexual las limitaciones de eficacia son muy claras, ya que solamente el comportamiento de los machos resulta afectado. Para esta técnica deben tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

1. Área tratada: la confusión debe ser una lucha colectiva. Todos los campos en

la misma área deben ser tratados. Las hembras fecundadas en el exterior según su capacidad de vuelo pueden ovipositar libremente en el campo confundido. La extensión de la superficie tratada limita los daños a los bordes.

2. Variación de poblaciones: en caso de densidades muy grandes de insectos en el campo, la competición de hembras con difusores es siempre a favor de la feromona natural. No se puede limitar la fecundación y por consecuencia, los daños. Los umbrales deben estar establecidos para cada especie. En el caso de *Cydia pomonella* se considera que daño del 2% en el año anterior, es el límite aceptable para establecer confusión.

Modulación de la eficacia del estímulo. --Las feromonas provocan repuestas significativas y relacionadas con los componentes atractivos y sus isómeros. Además, de las condiciones de difusión en el ambiente (temperatura, higrometría, etc) y las interferencias con sustancias naturales se debe tomar en cuenta las épocas breves del ciclo de desarrollo, que corresponden a un valor óptimo para la fecundación, ya que fuera de estas épocas las feromonas pierden su eficacia.

Cebos Tóxicos

Esta técnica fue desarrollada hace diez años para *Pectinophora gossypiella* en algodón (Egipto) y *Cydia pomonella* en manzanas (Europa). La técnica consiste en la aplicación sobre la planta de gotitas de una formulación mixta: feromona (encapsulada) + insecticida. El insecticida debe presentar una fuerte y rápida actividad de contacto (piretroides). La densidad de gotitas aplicadas es un criterio muy sensible, así según las especies a controlar, la densidad varía de 1 000 hasta 6 000/ha (Tabla 2).

TABLA 2.— Ejemplo de aplicación *Spodoptera littoralis* (Boisduval), Egipto.

| Nro. de gotas | Efecto |
|---------------|-------------------------|
| 500—1 000 | Contacto (3s) y control |
| 2 000—6 000 | No contacto-confusión |
| > 10 000 | Repelente |

La técnica es de uso limitado, ya que el costo de aplicación es alto por falta de equipo especializado, aunque puede resultar mejor que la técnica de confusión, ya que mata sólo machos y no hay límite de daños en el caso de una alta población.

LITERATURA CITADA

- ROELOFS, W. L., E. H. GLASS, J. TETTE, Y A. COMEAU. 1970. Sex pheromone trapping for red-banded leafroller control: Theoretical and actual. *Journal of Economic Entomology* 63:1162–1167.
- TEICH, Y., S. NEWMARK, M. JACOBSON, J. T. KLUG, A. SHANI, Y R. M. WATERS. 1979. Mass trapping of males of Egyptian cotton leafworm (*Spodoptera littoralis*) and large-scale synthesis of prodlure. Pg. 343–350. *En* F. J. Ritter (Ed.), *Chemical Ecology: Odour Communication in Animals*. Elsevier press, Amsterdam, Netherlands.

CONTROL DE *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EN ALMACENAMIENTO MEDIANTE ASOLACIÓN DE PAPA PARA SEMILLA

JOVANNY P. SUQUILLO¹, PATRICIO D. GALLEGOS²,
J. MARCELO PRADO¹, Y PATRICIA RODRIGUEZ G.¹

¹Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología, Instituto Nacional
Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Mejía 322 y Bolívar,
San Gabriel, Carchi, Ecuador, e-mail, gallegos@fpapa.org.ec

²Estación Experimental Santa Catalina, Departamento Nacional
de Protección Vegetal, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones
Agropecuarias, Panamericana Sur Km 18, Quito, Ecuador

RESUMEN

Tecia solanivora afecta en mayor grado la semilla (tubérculo semilla) en almacenamiento. Por tanto, es importante realizar trabajos para su control. Se efectuaron dos pruebas: una con tubérculos afectados en el 40% y la otra con tubérculos afectados en el 18%. Los factores fueron: tipo de almacenamiento en costal y en silo verdeador, con asolación durante 5 y 15 días y con la aplicación de carbaril o maicena (harina de maíz) en dosis de 125 g/45 kg.

En la prueba con el 40% de tubérculos con daño no se encontraron diferencias entre tratamientos. Los incrementos de daños fueron del 43% y 44%, en los tratamientos testigos costal y silo respectivamente. En la prueba con el 18% de daño se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Los mejores tratamientos fueron costal + asolación en 5 días + carbaril o maicena. El porcentaje de incremento de daño con estos tratamientos fue cero (0%), mientras que en los testigos costal y silo los incrementos fueron 17% y 31% respectivamente.

En el caso de que la semilla presente un daño superior al 40%, las posibilidades para evitar el incremento de daño parecen ser menores. Los mejores tratamientos obtenidos en este estudio deberían ser verificados en el campo previamente a su difusión general.

Palabras claves: Asolación; Control; Costal; Silo verdeador; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

Tecia solanivora affects the stored seeds (tuber seed) at a high level. Consequently, it is important to work so as to control it. Two tests were performed:

one with 40%-affected tubers, and the other one with 18%-affected tubers. The factors were: kind of storage, in sacks and in diffused-light stores respectively, under sunlight exposure for 5 and 15 days, and the application of carbaryl or cornstarch in the dose of 125 g/45 kg.

In the test with 40%-damage tubers, no differences between both treatments were found. The damage increase was 43% and 44% in the sack and in diffused-light stores control treatments respectively. On the other hand, the test with 18%-damage tubers showed statistically significant differences. The best treatments were sack + five-day sunlight exposure + carbaryl. The damage increase percentage under these treatments was zero (0%), while in the sack and silo controls the increase reached 17% and 31% respectively.

When seeds show over 40% damage, the possibilities to avoid damage increase seem to be lower. The best treatments obtained in this study should be verified at the field prior to a wide diffusion.

Key words: Control; Diffused-light stores; Sacks; Sun exposure; *Tecia solanivora*

INTRODUCCIÓN

Tecia solanivora, la polilla de la papa, si bien afecta a los tubérculos en el campo, el principal daño lo produce en su almacenamiento para semilla. Los niveles de pérdida pueden llegar al 100% de los tubérculos (Barragán et al., 2000).

La prolificidad de *Tecia solanivora* hace que en corto tiempo, infestaciones iniciales bajas repercutan en altos niveles de daño. El INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) dispone de recomendaciones de control mediante el empleo de productos químicos en polvo (carbaril y malatión al 5%) o en forma de gas (fosfuro de aluminio). Sin embargo, estas medidas producen alto riesgo para la salud de los productores.

El objetivo general de esta investigación es controlar a *Tecia solanivora* mediante la asolación de los tubérculos almacenados para semilla. La asolación puede constituirse en una forma económica y no contaminante para este control. En consideración a que la aplicación de un solo método de control puede no ser suficiente, se estudió el uso de maicena y del almacenamiento de semilla en silos, a diferencia del agricultor que guarda la semilla en costales con aplicaciones de carbaril.

La hipótesis planteada es que la asolación no induce a la salida de *Tecia solanivora* del interior de los tubérculos afectados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en dos localidades de la provincia de Carchi: Monte Verde y El Chamizo, en los cuales durante años anteriores se reportó alta incidencia de la plaga en el campo y bodegas. La prueba consistió en probar dos tipos de almacenamiento (costales y silo verdeador), dos periodos de asolación (5 y 15 días) y uso de carbaril 5% y maicena en dosis de 125 g/45 kg de tubérculos semilla. En El Chamizo se utilizó la variedad I-Gabriela (18% de tubérculos con daño inicial) y en Monte Verde la variedad Capiro (40% de tubérculos con daño inicial), ambas de reciente cosecha e infestadas. Se determinaron los porcentajes de daño inicial, final y el número de brotes. La relación entre los daños inicial y final (después de 90 días de almacenamiento) determinó el incremento de daño, es decir, la reinfestación de la plaga.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar, en arreglo factorial 2x2x2+2, con tres repeticiones por localidad. Además, de los tratamientos aplicados se incluyó dos adicionales (T9 y T10), que son testigos sin producto alguno y almacenados en costal y en silo. La unidad experimental estuvo constituida por 22.7 kg de tubérculo semilla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del análisis de variancia en Monte Verde mostró diferencias no significativas entre tratamientos. Los grados de libertad de esta prueba para tratamientos fueron 9 y para el error experimental 18. Sin embargo, en la Tabla I se aprecia que el incremento en el daño fue menor en los tratamientos propuestos, que en los testigos T9 y T10. Con un daño inicial del 40% fue difícil detener el incremento de la plaga. Por lo tanto, un agricultor no debería usar como semilla, tubérculos tan altamente infestados.

TABLA I.—Incremento del porcentaje de tubérculos infestados con *Tecia solanivora* después de 90 días de almacenamiento en Monte Verde (provincia de Carchi, Ecuador) en el 2001.

| Tratamiento | Incremento de tubérculos con daño (%) |
|---|---------------------------------------|
| T1 (costal + asolación 5 días + carbaril 5%) | 22.00 |
| T2 (costal + asolación 5 días + maicena) | 29.30 |
| T3 (costal + asolación 15 días + carbaril 5%) | 8.30 |
| T4 (costal + asolación 15 días + maicena) | 22.75 |
| T5 (silo + asolación 5 días + carbaril 5%) | 12.30 |
| T6 (silo + asolación 5 días + maicena) | 30.30 |
| T7 (silo + asolación 15 días + carbaril 5%) | 11.30 |
| T8 (silo + asolación 15 días + maicena) | 26.00 |
| T9 (costal) | 43.00 |
| T10 (silo) | 44.70 |

En El Chamizo, el análisis de variancia de la variable incremento de tubérculos con daño, mostró alta significación estadística para tratamientos, lo que se refleja en la Tabla 2, mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia.

TABLA 2.—Prueba de Tukey 5% para el incremento del porcentaje de tubérculos infectados con *Tecia solanivora*, después de 90 días de almacenamiento en El Chamizo (provincia de Carchi, Ecuador) en el 2001.

| Tratamiento | Incremento de tubérculos con daño (%) |
|---|---------------------------------------|
| T1 (costal + asolación 5 días + carbaril 5%) | 0.0 b* |
| T2 (costal + asolación 5 días + maicena) | 8.7 a* b |
| T3 (costal + asolación 15 días + carbaril 5%) | 4.3 a b |
| T4 (costal + asolación 15 días + maicena) | 6.3 a b |
| T5 (silo + asolación 5 días + carbaril 5%) | 0.0 b |
| T6 (silo + asolación 5 días + maicena) | 3.0 b |
| T7 (silo + asolación 15 días + carbaril 5%) | 5.3 a b |
| T8 (silo + asolación 15 días + maicena) | 3.3 b |
| T9 (costal) | 17.3 a b |
| T10 (silo) | 31.3 a |

*Las letras a y b son estadísticamente diferentes al 5%

Los tratamientos T1 (costal + asolación 5 días + carbaril 5%) y T5 (silo + asolación 5 días + carbaril 5%), no permitieron que se den incrementos de daño de la plaga *Tecia solanivora*, a pesar del largo periodo de almacenamiento que fue de 90 días.

Durante la asolación se observó que las larvas de *Tecia solanivora* salían de los tubérculos, sin completar su ciclo dentro del recipiente que contenían a los tubérculos. De esta manera, las larvas no tenían la oportunidad de producir una reinfestación. El efecto combinado de la asolación y del carbaril 5% ofrecieron mayor seguridad en el control de la polilla.

LITERATURA CITADA

- BARRAGÁN, A. R., A. POLLET, G. ONORE, I. AVEIGA, J. M. PRADO, P. D. GALLEGOS, y C. RUIZ. 2000. Distribución de la polilla guatemalteca en el Ecuador. Pg. 105. En A. Mafla, L. A. Coloma, C. Quintana, y V. Rafael (Eds.), Memorias de las XXIV Jornadas Ecuatorianas de Biología. PUCE, Quito, Ecuador.

ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA ADOPCIÓN DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN BOYACÁ, COLOMBIA: MERCADOS ORGÁNICOS PARA LA PAPA

EDISON SÁENZ S.¹, MARÍA PALACIOS L.²,
OSCAR ORTIZ O.³, Y AZIZ LAGNAOUI²

¹*Productores de Alimentos Biológicos,
Carrera 13 No. 22-41, Tunja, Boyacá, Colombia,
e-mail, edisonsaenz@hotmail.com*

²*Agro-Consut International, Av. Los Forestales Mz. H6, Lt. 41,
Urbanización La Riviera de Monterrico, Lima 12, Perú*

³*Centro Internacional de la Papa, Av. La Universidad 795,
La Molina, Aptdo. 1558, Lima, Perú*

⁴*The World Bank, Environmentally and Socially Sustainable Development,
1818 H Street, NW, Washington D.C. 20433, U.S.A.*

RESUMEN

La experiencia de la implementación del MIP (Manejo Integrado de Plagas) en el cultivo de papa, desarrollada por el CIP (Centro Internacional de la Papa) en Ventaquemada (departamento de Boyacá) de 1995--1998, demostró que el MIP permite reducir el costo de producción e incrementar la rentabilidad del cultivo. Sin embargo, la adopción del MIP-papa es relativamente baja debido principalmente, al reducido costo de los tubérculos, por lo que es necesario mejorar la rentabilidad del cultivo identificando nuevos nichos de mercado como el de la agricultura orgánica.

En 2001, la empresa privada PROALBIO (Productores de Alimentos Biológicos) integrada por pequeños productores y profesionales de varias disciplinas, logró obtener papa limpia sin agroquímicos de origen sintético, mediante la combinación de la tecnología MIP y el uso de prácticas de manejo de agricultura agrosostenible. Las prácticas MIP de mayor relevancia para el manejo de *Tecia solanivora* son: manejo del riego, uso de feromonas y manejo de residuos de cosecha (como ensilaje para la alimentación del ganado vacuno), actividades que contribuyen a disminuir las poblaciones de la polilla. Estas medidas preventivas permiten aplicar otras prácticas de agricultura agrosostenible.

La estrategia de PROALBIO es favorecer la competitividad de la papa, la cual ha perdido espacio entre los consumidores, debido a que éstos están en desacuerdo con el uso de agroquímicos a que son sometidos los tubérculos para el consumo

humano. La combinación de las prácticas MIP con las agrosostenibles ha permitido obtener un producto alimenticio de alta calidad, apetecido por los consumidores en nuevos nichos de mercado.

Palabras claves: Agrosostenibilidad; Alternativas de adopción; Competitividad; Feromonas; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

The experimental implementation of MIP (Manejo Integrado de Plagas) (Integrated Pest Management) in potato growing carried out by the CIP (Centro Internacional de la Papa) in Ventaquemada (Department of Boyacá) from 1995 to 1998, showed that the MIP reduces production cost and increases profitability. Nevertheless, the potato-MIP adoption has been relatively low, mainly because of the reduced tubers' price. Therefore, it is necessary to improve the crop profitability by identifying new market niches such as that of organic agriculture.

In 2001, PROALBIO (Productores de Alimentos Biológicos) a private company composed of small farmers and professionals in varied fields, was able to get clean potatoes, (without synthetical agrochemical products), by combining MIP technology with practices on agrosustainable agriculture management. The most relevant practices to manage *Tecia solanivora* are: irrigation management, the use of pheromones, and the handling of harvest remains (as ensilage for cattle feeding), all of which contribute to decrease the moth population. Such preventive measures allow the application of other sustainable agriculture practices.

PROALBIO's strategy is favoring the competitiveness of the potato crop, which has lost space among consumers rejecting the use of agrochemicals in tubers intended for human consumption. The combination of MIP with agrosustainable practices have resulted in a high quality nutritious product demanded by consumers in new market niches.

Key words: Adoption alternatives; Agrosustainability, Competitiveness; Pheromones; *Tecia solanivora*

INTRODUCCIÓN

“En lucha contra la plaga aparece papa Biológica, sin Insecticidas cae Polilla.” Así, fue el titular de prensa del periódico Boyacá 7 días, en su edición del 13 de septiembre de 1996, cuando reportó la cosecha de la primera parcela con MIP en la zona centro de Boyacá. Se ofrecía papa para el consumo en fresco, sin la necesidad de utilizar insecticidas para el control de *Tecia solanivora*. Ello llamó la atención de los consumidores que el día de la cosecha pagaron más por el producto.

La experiencia de la implementación del MIP en el cultivo de papa desarrollada por el CIP en Ventaquemada de 1995 a 1998, demostró que el MIP permite reducir el costo de producción e incrementar la rentabilidad del cultivo. La evaluación de la rentabilidad fue realizada por los agricultores de Belén (Tablas 1, 2 y 3). Sin embargo, la adopción del MIP-papa es relativamente baja debido principalmente al bajo costo de los tubérculos, por lo que es necesario mejorar la rentabilidad del cultivo identificando nuevos nichos de mercado, como el de la agricultura orgánica.

En 2001, PROALBIO, empresa privada integrada por pequeños productores y profesionales de diferentes disciplinas, logró obtener papa limpia sin agroquímicos de origen sintético, mediante la combinación de la tecnología MIP y el uso de prácticas de manejo de agricultura agrosostenible.

El MIP es una estrategia de manejo de plagas que involucra prácticas culturales, biológicas, etológicas y químicas. La agricultura agrosostenible es un término más amplio que involucra prácticas de manejo del cultivo como: la orgánica, la biodinámica, la biología entre otras, donde se pueden utilizar macerados de plantas, polvos de roca, materia orgánica, caldos microbiales para el control de plagas, etc.

Las prácticas MIP de mayor relevancia para el manejo de *Tecia solanivora* son: manejo de riego, uso de feromonas y manejo de residuos de cosecha (como ensilaje para la alimentación del ganado vacuno). Estas actividades contribuyen a disminuir las poblaciones de la polilla.

La estrategia de PROALBIO es favorecer la competitividad del producto papa, cuyo consumo ha disminuido puesto que, los consumidores están en desacuerdo con el uso de agroquímicos a que son sometidos los tubérculos. La combinación de las prácticas MIP con las agrosostenibles ha permitido obtener un producto alimenticio de alta calidad, apetecido por los consumidores en nuevos nichos de mercado.

Caso Belén

En el 2001, con recursos del Concejo Nacional de la Papa, durante la capacitación a los agricultores de la asociación de productores de Belén (departamento de Boyacá, Colombia) mediante la metodología de la escuela MIP, se implementó una parcela de papa de 1 500 m². Ella fue dividida en tres subparcelas, una con el uso de agroquímicos (como lo hacen los agricultores de la zona), otra con prácticas MIP + fertilización orgánica, y la tercera con elementos de la agricultura agrosostenible complementada con prácticas MIP. La variedad sembrada fue la de uso tradicional de los agricultores. No obstante, no hay claridad sobre su nombre, algunos la denominan ICA Pastusa, otros Holandesa y Merenga. La variedad tiene excelentes cualidades organolépticas para su consumo en fresco y tiene como fortaleza la resistencia a *Phytophthora infestans*.

En la zona predominó en ese momento el tiempo seco. El suelo es arcilloso, el cual favoreció la presencia de la plaga y los potenciales daños a los tubérculos en el campo. Las capturas de machos promedio por trampa, con feromona sexual de la polilla fueron de 200 por semana, durante el ciclo vegetativo del cultivo.

La Estrategia de Manejo

Si bien en la zona ya hay agricultores que saben producir papa orgánica, la principal debilidad que presentan son los daños causados por la polilla *Tecia solanivora* y el gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax*, lo cual los obligó a retomar el uso de los agroquímicos.

Durante la capacitación, se aunaron conocimientos de los agricultores y de las experiencias obtenidas en MIP. Las principales estrategias MIP usadas para el control de *Tecia solanivora* fueron: riego en periodo seco, manejo comunal de los residuos de cosecha, elaboración de abonos y ensilajes y uso masivo de las trampas con feromona sexual de *T. solanivora*.

Para el manejo de *Premnotrypes vorax* se usaron las siguientes estrategias: colocación de barreras vegetales, trampas para captura de adultos, cultivos trampa, entre otras prácticas MIP. El principal aporte del MIP en enfermedades es el uso de semillas sanas y de variedades resistentes.

Los insumos agroecológicos empleados fueron: biopreparados, abonos orgánicos, insumos minerales, plantas de la región con características insecticidas y fungicidas. El MIP de esta manera se convierte en un paso de transición de la agricultura química a otras alternativas de producción limpia de papa.

RESULTADOS

Alternativas para Mejorar la Adopción del MIP

En la actualidad algunas empresas colombianas están exportando papa criolla. Hay interés por la compra del tubérculo con manejo orgánico por algunas empresas comercializadoras de la comunidad europea. Sin embargo, los agricultores de zonas productoras de papa no están preparados para asumir este reto, y el MIP se presenta como un acercamiento entre la agricultura tradicional y la agricultura orgánica.

Las estrategias que se plantean para la adopción del MIP son: difundir el MIP entre los agricultores como alternativa de producción limpia, acompañar las producciones MIP de estrategias de mercadeo, mostrar al MIP como el paso de transición de la agricultura tradicional a otras formas de producción limpia, que no involucren el uso de los productos químicos de origen sintético, mostrar la rentabilidad de la producción orgánica y del MIP asociados, frente a otros sistemas de producción y además que, el MIP complementa otras prácticas de manejo de producción sostenible.

TABLA 1.—Costos \$ (pesos colombianos) por 62.5 kg de papa sembrada por área de 500 m² por parcela en Belén (departamento de Boyacá, Colombia) en el 2001.

| Parcela agroquímicos | | Parcela MIP + fertilización química + orgánicos | | Parcela orgánica + MIP | |
|-----------------------|------------|---|------------|----------------------------------|------------|
| Concepto | Costo (\$) | Concepto | Costo (\$) | Concepto | Costo (\$) |
| Preparación del suelo | 11 000 | Preparación del suelo | 11 000 | Preparación del suelo | 11 000 |
| Jornales | 58 500 | Jornales | 54 000 | Jornales | 54 000 |
| Semilla | 20 000 | Semilla | 20 000 | Semilla | 20 000 |
| Fertilización química | 60 000 | Fertilización química y mineral | 27 640 | Fertilización mineral | 30 640 |
| Abono orgánico | 50 000 | Abono orgánico | 50 000 | Abono orgánico | 50 000 |
| | | Insecticidas botánicos | 5 000 | Insecticidas botánicos | 5 000 |
| Insecticidas químicos | 46 500 | Trampas con feromona | 14 000 | Trampas con feromona | 14 000 |
| | | Cuvios o nabos | 5 000 | Cuvios o nabos | 5 000 |
| | | Maíz | 2 000 | Maíz | 2 000 |
| Fungicidas químicos | 74 250 | Fungicidas botánicos y minerales | 34 000 | Fungicidas botánicos y minerales | 34 000 |
| Riego | 25 000 | Riego | 25 000 | Riego | 25 000 |
| Empaque 6 | 9 000 | Empaque 10 | 15 000 | Empaque 10 | 15 000 |
| Costo/parcela | 354 250 | | 263 000 | | 266 000 |

TABLA 2.—Costos por hectárea en \$ (pesos colombianos) y USD (dólares) y ahorro frente al manejo con productos químicos en Belén (departamento de Boyacá, Colombia) en el 2001.

| Costo total/ha | Parcela agroquímicos | Parcela MIP + fertilización química + orgánicos | Parcela manejo orgánico + MIP |
|-------------------|----------------------|---|-------------------------------|
| Pesos colombianos | 7 085 000.00 \$ | 5 260 000.00 \$ | 5 320 000.00 \$ |
| Dólares | 3 080 USD | 2 287 USD | 2 313 USD |
| Ahorro (%) | ----- | 26 | 25 |

TABLA 3.—Rendimiento y porcentaje de niveles de daño en Belén (departamento de Boyacá, Colombia) en el 2001.

| | Parcela agroquímicos | Parcela MIP + fertilización química + orgánicos | Parcela orgánica + MIP |
|----------------------|----------------------|---|------------------------|
| Rendimiento (t/ha) | 18 | 16 | 16 |
| Daño por polilla (%) | 54 | 20 | 20 |

Demanda y Rentabilidad de los Productos sin Agroquímicos

En algunas zonas productoras de papa de Boyacá, el uso de agroquímicos no sólo se da en los cultivos, sino que son utilizados en los tubérculos almacenados para consumo humano. En la medida que los consumidores se enteran del manejo que hacen los agricultores a los tubérculos y los potenciales efectos que causan los pesticidas a la salud, van restringiendo el consumo de papa en la dieta familiar.

Actualmente, hay un buen grupo de consumidores que gustan y requieren de los productos orgánicos y que están dispuestos a pagar un costo adicional por papas sin agroquímicos. Si los agricultores quieren atender esta demanda tienen que modificar sus prácticas de manejo, por alternativas de producción limpia.

La demanda se genera informando a los consumidores sobre el manejo del cultivo y sobre lo beneficioso para la salud y el ambiente que representa el consumo de papa sin agroquímicos.

El hecho de producir papa sin agroquímicos, sin afectar los rendimientos, reduce los costos de producción y se mejora la rentabilidad, por tener un valor agregado que es pagado por los consumidores. Debido a que la producción de los productos orgánicos es especializada, ella no está sujeta a los cambios bruscos de los precios del producto en el mercado.

Productores Organizados y Control de Plagas Comunitarios

Dentro del programa “Control cultural y legal de *Tecia solanivora*” ejecutado por FEDEPAPA (Federación Colombiana de Productores de Papa) en tres municipios de Boyacá, se enseñó a un grupo de agricultores el manejo de los residuos de cosecha y el muestreo de la plaga con trampas con feromona sexual. Ello motivó a un grupo de agricultores de la vereda de Quebrada Vieja (municipio de Soracá) a crear un comité de control colectivo de la polilla.

El compromiso de la comunidad fue el de difundir las prácticas aprendidas de agricultor a agricultor vecino, a hacer manejo de los residuos de cosecha sin botar una sola papa y a colocar una trampa con feromona en cada casa y en cada predio. El objetivo inicial fue el de cubrir dos veredas y después todo el municipio.

Se espera bajar las poblaciones de la polilla a niveles de daño no económico, lo que trae como consecuencia la disminución de las aplicaciones de insecticidas y por consiguiente, la reducción de los costos de producción. Esto implica que gradualmente y en forma colectiva los agricultores adopten otras prácticas MIP, claves en el control de una plaga. Además, se involucren en diferentes sistemas de producción limpia de papa, hasta buscar la certificación de la zona.

Proyectos Productivos Basados en Investigaciones de Mercado

La mayoría de los proyectos institucionales se enfocan en solucionar problemas relacionados con la producción y existe un bajo o ningún compromiso con la comercialización.

La producción orgánica de papa apoyada con prácticas MIP y otras que racionalicen el uso de los agroquímicos son una oportunidad de mercado, que hay que capitalizar en favor de los pequeños agricultores. Es necesario que las instituciones agropecuarias apoyen también a la comercialización del producto.

Se debe favorecer la creación de empresas asociativas de productores con criterio comercial, que entren en esquemas modernos de mercado y que acrediten su nombre o sus marcas de papa, permitiendo que los productores rurales sean competitivos.

LITERATURA SUGERIDA

INIAP, Y CIP (Eds.). 2000. Herramientas de aprendizaje para facilitadores (Manejo integrado de cultivo de papa). INIAP-CIP, Quito, Ecuador.

NELSON, R., M. PALACIOS, R. ORREGO, Y O. ORTIZ (Eds.). 2002. Guía para facilitar el desarrollo de escuelas de campo de agricultores. Manejo integrado de las principales enfermedades e insectos de la papa. CIP-Care, Caso San Miguel, Perú.

PALACIOS, M., E. SÁENZ, G. SOTELO, F. CISNEROS, Y A. LAGNAOUI. 2001. Desarrollo e implementación del MIP en la Unidad piloto de Ventaquemada (Boyacá, Colombia). Pp. 93–97. En T. Ames, y M. Palacios (Eds.), Memorias del I Taller Internacional “Prevención y control de la polilla guatemalteca de la papa.” Septiembre 11–14. SENASA-CIP, Lima, Perú.

PALACIOS, M., G. SOTELO, Y E. SÁENZ. 1997. La polilla de la papa *Tecia solanivora* (Povolny). Pg. 14. En FORTIPAPA-INIAP (Eds.), del I Taller Internacional “Manejo integrado de *Tecia solanivora*.” Julio 31–agosto 4. INIAP-CIP, Ibarra, Ecuador.

ROSAS, A. 2001. Agricultura Orgánica Práctica. Editorial Medios impresos, Bogotá, Colombia.

SALAZAR, E. 1996. Ciclo biológico y dinámica poblacional del gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax* Hustache). Tesis de Ingeniería Agronómica, UPTC, Tunja, Boyacá, Colombia.

SOTELO, G. 1977. La polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Povolny) y su control con baculovirus. Pp. 32- 34. En CORPOICA-Regional Uno (Ed.), Memorias del II Curso Taller "Manejo integrado de plagas de la papa." Agosto 25—27. CORPOICA y CIP, Chiquinquirá, Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA DEL CONTROL
QUÍMICO PARA LA POLILLA DE LA PAPA
TECIA SOLANIVORA (POVOLNY)
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)
EN CONDICIONES DE CAMPO,
CARCHI, ECUADOR**

FERNANDO CHAMORRO S.¹, PATRICIO D. GALLEGOS¹, Y JOVANNY P. SUQUILLO²

*¹Estación Experimental Santa Catalina, Departamento Nacional
de Protección Vegetal, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones
Agropecuarias, Panamericana Sur Km 18, Quito, Ecuador,
e-mail, gallegos@fpapa.org.ec*

*²Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología, Instituto Nacional
Autónomo de Investigaciones Agropecuarias,
Mejía 322 y Bolívar, San Gabriel, Carchi, Ecuador*

RESUMEN

Entre 1996 y 1997 se observó que las mayores pérdidas por ataque de la polilla *Tecia solanivora* ocurren en almacenamiento de la semilla (tubérculo semilla) de papa. Sin embargo, en 1998 en El Tambo (cantón Montúfar, provincia de Carchi) se cuantificó un 30% de daño en la cosecha de la variedad Gabriela.

Con este antecedente se realizó un experimento, entre febrero y agosto de 1998, en El Chamizo (cantón Montúfar, provincia de Carchi) en un lote de primera siembra utilizando semilla sana de la variedad Superchola. Se aplicaron los tratamientos químicos: clorpirifos, profenofos y fipronil en dosis de 2, 2.5 y 0.31 g/l de agua respectivamente y fueron comparados con la práctica del agricultor y un testigo en diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Las variables en estudio fueron la población de adultos y el porcentaje de daño.

En lo que se refiere a los resultados de porcentaje de daño y severidad no se observaron diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$). Los productos utilizados no resultaron eficaces en el control de la plaga. En el campo, el nivel de daño en general fue bajo, por razones aún no elucidadas.

La dinámica poblacional de la plaga tiene estrecha relación con la precipitación, ya que se observó que a mayor precipitación menor población y viceversa. A pesar de la alta protección química que se ofreció al cultivo agrícola, no se determinaron diferencias de daño con relación al testigo.

Palabras claves: Clorpirifos; Fipronil; Polilla de la papa; Profenofos; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

Between 1996 and 1997, the greatest losses due to the attack of *Tecia solanivora* occurred during the storage of potatoes (tuber seed). However, in 1998 in El Tambo (District of Montúfar, Province of Carchi) a 30% damage was quantified in the variety Gabriela. In other locations the damage percentage was lower.

In view of the foregoing, between February and August 1998, an experiment was carried out in a first-sowing plot in El Chamizo (District of Montúfar, Province of Carchi), by using healthy seed potatoes of the variety Superchola. Chemical treatments such as chlorpyrifos, profenofos and fipronyl were applied in proportions of 2, 2.5, and 0.3 g/l water, respectively, which were compared to the farmer's practice and to a control. Trials were designed in randomized complete blocks with four repetitions, and two variables were studied: adult population and damage percentage.

The results on damage percentage and severity did not show significant differences between treatments ($P \leq 0.05$). The products used did not appear to be efficient to control the pest. In the field, the damage level was low in general by reasons not known yet.

The pest's population dynamic is closely related to rainfall, since it was observed that the higher the rainfall the lower the population and viceversa. In spite of the high chemical protection provided to the crop, no damage differences were shown when compared to the crop control.

Key words: Chlorpyrifos; Fipronyl; Potato tuber moth; Profenofos; *Tecia solanivora*

INTRODUCCIÓN

Los agricultores en su afán de obtener tubérculos sanos utilizan varios productos químicos para el control de la plaga, impulsados por las recomendaciones de las casas comerciales, sin conocer previamente su efectividad. En tal virtud, la UVTT-Carchi (Unidad de Validación y Transferencia Tecnológica) y el Departamento Nacional de Protección Vegetal del INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), con el apoyo del proyecto FORTIPAPA (Fortalecimiento de la Investigación y Producción de semilla de Papa) en el Ecuador investigaron la efectividad de tres insecticidas de amplia promoción comercial: clorpirifos (Lorsban 4E), profenofos (Curacrón 500 EC) y fipronil (Cazador 800 GDA). La hipótesis de

esta investigación fue que la aplicación de insecticidas no previene el daño de la polilla en campo.

Los objetivos de este trabajo fueron: establecer el grado de eficiencia de los productos químicos clorpirifos, profenofos y fipronil para el control de *Tecia solanivora* en la provincia de Carchi, determinar la relación entre la población, la precipitación y el daño y evaluar económicamente los tratamientos en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en El Chamizo (cantón Montúfar, provincia de Carchi) entre febrero y agosto de 1998. Se trabajó en un lote de primera siembra de papa, junto a una área de papa cosechada con alto grado de daño de la plaga. De esta manera, se aseguró la presencia del insecto. Para evitar la interferencia por la presencia de *Premnotrypes vorax*, gusano blanco de la papa, las semillas utilizadas fueron tubérculos sanos de la variedad Superchola. Se comparó clorpirifos (2 cm³/litro de agua), profenofos (2.5 cm³/litro de agua) y fipronil (0.31 g/litro de agua) con la práctica del agricultor y un testigo sin control. El diseño estadístico fue de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental tuvo una área de 55 m². Los insecticidas en estudio se aplicaron al follaje en seis oportunidades, juntamente con los fungicidas empleados para el control de *Phytophthora infestans*.

El agricultor en su tratamiento utilizó los productos: clorpirifos, profenofos, beta-ciflutrin y carbofuran, solos o en mezclas, en dosis de 0.20, 1.63, 2.80 y 1.75 kg/ha/cultivo respectivamente, en ocho aplicaciones al follaje. La aplicación de los tratamientos se inició a los 46 días de la siembra, y luego con un intervalo de 15 días.

La fluctuación semanal de la plaga en el campo se determinó mediante trampas de feromonas colocadas desde la siembra hasta la cosecha, en una proporción de 20 trampas/ha distribuidas en los límites de las parcelas. En la cosecha se evaluó, en una muestra de 100 tubérculos por cada unidad experimental, el porcentaje de tubérculos con daño y la incidencia del daño en los tubérculos afectados. La precipitación se registró semanalmente con un pluviómetro ubicado junto a las parcelas. Para la evaluación de la incidencia de daño se categorizó así:

Escala: Daño:

- 1 Tubérculos sanos (0% de daño)
- 3 Daño leve (1–25%)
- 5 Daño moderado (26–50%)
- 7 Daño severo (> 50%)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de tubérculos con daño en cada tratamiento (Tabla 1) se evaluó en cada una de las categorías de tubérculos: comercial (papa de primera, para venta al mercado), semilla (papa tamaño semilla, para la siguiente siembra), segunda (papa comercial delgada para venta) y "cuchi" (papa de menor tamaño no comercial, para consumo de animales). Esta clasificación corresponde a la que utilizan los agricultores de esta zona.

TABLA 1.—Porcentaje de tubérculos con daño a la cosecha por categorías de tamaño de papa (comercial, semilla, segunda y "cuchi") en El Chamizo (provincia de Carchi, Ecuador) en 1998.

| Tratamientos | Comercial (%) | Semilla (%) | Segunda (%) | "Cuchi" (%) | Promedio (%) |
|-------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| T1. Clorpirifos | 1.50 | 0.75 | 0.25 | 0.80 | 0.83 |
| T2. Profenofos | 1.50 | 2.18 | 2.75 | 0.75 | 1.79 |
| T3. Fipronil | 0.75 | 2.05 | 1.03 | 0.60 | 0.86 |
| T4. P. agricultor | 2.25 | 1.25 | 2.25 | 1.15 | 1.73 |
| T5. Testigo | 2.75 | 2.08 | 0.75 | 2.00 | 1.89 |
| CV (%) | 41.69 | 27.49 | 31.46 | 34.41 | 20.09 |

CV = Coeficiente de Variación
P. agricultor = Práctica agricultor.

El análisis de variancia no detectó diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$) en el porcentaje de daño para las categorías: comercial, semilla, segunda y "cuchi." De igual manera, no se encontraron diferencias significativas en las comparaciones entre tratamientos, así como también entre la práctica del agricultor con el testigo sin control. El porcentaje promedio de daño reportado para cada uno de los tratamientos químicos fue bajo, lo cual se podría atribuir a las lluvias (30.38 mm/semana) y al aporque alto que realizan en esta zona, lo que no permitió el ingreso de la plaga al tubérculo, pese a que la población promedio de adultos de *Tecia solanivora* fue alta (231.67 adultos/semana).

El bajo porcentaje de daño contrasta con lo que sucedió en 1998, en Colombia, donde la plaga provocó altas pérdidas en cultivos ubicados en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá (Pereira y Gutiérrez, 1990).

El análisis de variancia, de la variable incidencia de daño a los tubérculos afectados no fue significativo para tratamiento ($P \leq 0.05$). La moda de incidencia de los tubérculos afectados en su mayoría se ubicó en la escala 3. Esto es daño leve, equivalente al 1% y 25%. El bajo nivel de incidencia en los tubérculos con daño, puede deberse a que durante la época de cosecha, las larvas se encontraban en los primeros estadios de vida, y por lo tanto, los daños a los tubérculos no fueron mayores (Tabla 2).

TABLA 2.--Incidencia promedio del daño al tubérculo por categorías, calificados de acuerdo a la escala 1,3,5,7 en El Chamizo (provincia de Carchi, Ecuador) en 1998.

| Tratamientos | Comercial | Semilla | Segunda | "Cuchi" | Promedio |
|-------------------|-----------|---------|---------|---------|----------|
| T1. Clorpirifos | 3,3,1,1 | 1,3,3,1 | 1,3,1,1 | 1,3,5,1 | 2.0 |
| T2. Profenofos | 3,3,1,1 | 3,3,3,3 | 5,3,1,1 | 3,1,1,1 | 2.3 |
| T3. Fipronil | 1,1,3,3 | 3,3,3,1 | 5,3,1,1 | 5,5,1,1 | 2.5 |
| T4. P. agricultor | 3,3,1,3 | 3,1,1,3 | 3,3,3,3 | 5,1,3,1 | 2.5 |
| T5. Testigo | 5,1,1,3 | 1,3,3,3 | 1,3,3,3 | 3,3,1,1 | 2.4 |
| CV (%) | 20.48 | 16.84 | 19.51 | 23.58 | 2.3 |

CV= Coeficiente de Variación
 P. agricultor = Práctica agricultor.

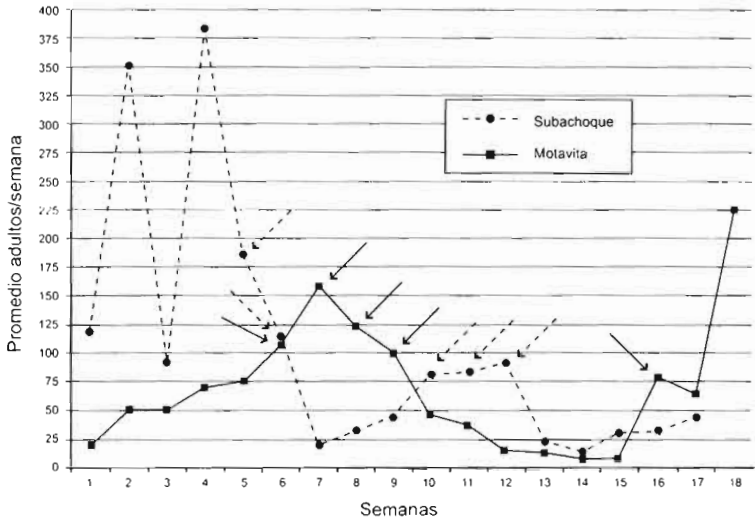


FIG. 1.—Fluctuación de la población de *Tectia solanivora* y valores de precipitación (mm) por semana en El Chamizo (provincia de Carchi, Ecuador) en 1998.

Tabla 3.—Número de adultos de *Tecia solanivora* capturados y valores de precipitación por semana en El Chamizo (provincia de Carchi, Ecuador) en 1998.

| Días después de la siembra | Número de adultos capturados/dos trampas | Precipitación (mm) |
|----------------------------|--|--------------------|
| 24 | 198 | 6 |
| 32 | 238 | 4 |
| 38 | 338 | 5 |
| 45 | 344 | 5 |
| 52 | 301 | 18 |
| 60 | 408 | 34 |
| 77 | 220 | 38 |
| 81 | 107 | 45 |
| 86 | 214 | 4 |
| 94 | 295 | 24 |
| 101 | 488 | 20 |
| 111 | 188 | 70 |
| 115 | 303 | 30 |
| 125 | 414 | 50 |
| 132 | 178 | 35 |
| 140 | 133 | 41 |
| 148 | 121 | 48 |
| 154 | 118 | 50 |
| 160 | 117 | 50 |
| 168 | 86 | 40 |
| 176 | 56 | 21 |
| Total ciclo cultivo | 4865 | 638 |
| Promedio/semana | 231.67 | 30.38 |

El la Tabla 3 y en la Figura 1 se indica la fluctuación de la población del insecto durante el transcurso del cultivo. Se observa que la fluctuación de la población de la plaga; así como la precipitación fueron irregulares durante el cultivo.

Sin embargo, de acuerdo al coeficiente de relación ($r = -0.44^{**}$) la fluctuación de la polilla en campo, depende de la precipitación. Es decir, a mayor precipitación menor población de la plaga y viceversa.

A pesar de que no es muy claro el efecto, se aprecia la tendencia de la plaga de incrementar su población a los 101 días; es decir, al inicio de la formación de los tubérculos. Las aplicaciones de los tratamientos realizadas a los 46, 60, 73, 85, 99 y 125 días no mostraron una influencia en el comportamiento de la población de adultos de *Tecia solanivora*.

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el análisis estadístico del rendimiento ($P \leq 0.05$), lo cual indica que la presencia de la plaga en el cultivo no influyó en el rendimiento del cultivo de papa.

TABLA 4. Rendimiento total (kg/ha) y por categorías de papa en El Chamizo (provincia de Carchi, Ecuador) en 1998.

| Tratamientos | Total | Comercial | Semilla | Segunda | "Cuchi" |
|-------------------|----------|-----------|---------|---------|---------|
| T1. Clorpirifos | 22 745.8 | 16 073.8 | 3 599.2 | 2 488.6 | 584.2 |
| T2. Profenofos | 21 600.0 | 14 858.0 | 3 977.2 | 2 003.6 | 761.2 |
| T3. Fipronil | 22 886.0 | 16 211.8 | 4 379.0 | 1 719.6 | 575.6 |
| T4. P. agricultor | 25 066.1 | 17 902.7 | 4 128.5 | 2 495.5 | 539.5 |
| T5. Testigo | 21 543.4 | 14 984.6 | 3 511.4 | 2 469.6 | 577.8 |
| CV (%) | 11.26 | 18.06 | 14.36 | 35.46 | 28.33 |

CV= Coeficiente de Variación
P. agricultor = Práctica agricultor

En la Tabla 5 se indican las dosis utilizadas y el costo total de cada uno de los tratamientos estudiados. La dosis y el número de aplicaciones elevaron los costos de control de la plaga. Así, el agricultor en su afán de proteger el cultivo utilizó clorpirifos, profenofos, beta-ciflutrin y carbofuran, solos o en mezcla, en dosis de 0.199, 1.637, 2.8 y 1.75 l/ha/cultivo respectivamente. Sin embargo, los porcentajes de daño fueron estadísticamente similares con relación al testigo. Igual comportamiento mostraron los insecticidas estudiados.

TABLA 5.- Costo total de los tratamientos en El Chamizo (provincia de Carchi, Ecuador) en 1998.

| Tratamiento | Unidad | Cantidad | Costo unitario (USD) | Total (USD/ha/cultivo) |
|-----------------|---------------|----------|----------------------|------------------------|
| T1. Clorpirifos | l/ha/cultivo | 4.86 | 14.03 | 97 |
| Mano de obra | Jornal | 8 | 3.59 | |
| T2: Profenofos | l/ha/cultivo | 6.075 | 17.63 | 135.92 |
| Mano de obra | Jornal | 8 | 3.59 | |
| T3. Fipronil | kg/ha/cultivo | 0.754 | 437.64 | 358.77 |
| Mano de obra | Jornal | 8 | 3.59 | |
| T4: Clorpirifos | l/ha/cultivo | 0.199 | 14.03 | 177.15 |
| Profenofos | l/ha/cultivo | 1.637 | 17.63 | |
| Beta-ciflutrin | l/ha/cultivo | 2.8 | 23.39 | |
| Carbofuran | l/ha/cultivo | 1.75 | 16.91 | |
| Mano de obra | Jornal | 9 | 3.59 | |
| T5: Testigo | 0 | 0 | 0 | 0 |

CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias significativas entre los cinco tratamientos para las variables en estudio: porcentaje de daño, incidencia de daño y rendimientos. El análisis determinó que los productos utilizados no fueron eficaces en el control de la plaga en campo, en vista de que el testigo no presentó valores altos de daño. Sin embargo, se logró una mejor protección al cultivo utilizando fipronil y clorpirifos.

A pesar de la alta protección química que se ofreció al cultivo, no se determinaron diferencias de daño en relación al testigo. Por lo tanto, con los niveles de población alcanzados no es necesario el control químico, lo que más bien se constituye en un gasto. Además, del consecuente peligro de contaminación del productor y de los tubérculos para consumo.

La incidencia del daño en los tubérculos afectados se registró entre 1% y 25%, que de acuerdo a la escala de evaluación son clasificadas como leves.

La dinámica de la población de la plaga tiene estrecha relación con la precipitación; es decir, a mayor precipitación menor población y viceversa. La presencia de la plaga en la zona no afectó los rendimientos de los cinco tratamientos en estudio.

RECOMENDACIONES

Debido al uso indiscriminado de productos químicos para el control de la plaga, es necesario encontrar un producto más eficiente, del cual se utilicen dosis bajas y que sea menos contaminante al ambiente.

Para mantener bajos los niveles de daño en el campo se recomienda el uso de semilla sana, a porque alto y sembrar en las épocas de mayor precipitación para disminuir el riesgo del ataque de la plaga. También, es necesario monitorear la fluctuación de la población de la plaga, para determinar la necesidad o no de realizar controles químicos, que pueden ser innecesarios.

Agradecimientos.—A Pedro Oyarzum, Héctor Andrade, Fausto López, Carlos Sevillano, Víctor Barrera y Juan Carlos Puetate por su colaboración en la programación y ejecución de este trabajo.

LITERATURA CITADA

PEREIRA, M., y S. GUTIÉRREZ. 1990. Eficiencia de cuatro ingredientes activos sobre la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* en campo: Motavita y Turmequé. Pp. 224—225. En CORPOICA Papas Colombianas con el mejor entorno ambiental. UNIPAPA-ICA-CORPOICA, Bogotá, Colombia.

EVALUACIÓN POST-REGISTRO DE DIEZ INSECTICIDAS CON LICENCIA DE USO PARA CONTROLAR LA POLILLA GUATEMALTECA DE LA PAPA *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EN COLOMBIA

ÁLVARO C. ARÉVALO Y RENÉ A. CASTRO

*Instituto Colombiano Agropecuario, 37 No. 8-43 Oficina 404,
Bogotá, Colombia, e-mail: orablla@yahoo.com*

RESUMEN

En respuesta a la problemática de *Tecia solanivora* en Colombia, durante 1995 y 1997 se registraron 10 insecticidas para controlar la plaga en campo. Sin embargo, transcurridos cuatro años surgieron algunas dudas sobre su eficacia, debido al incremento en las poblaciones y a las prácticas de cultivo inadecuadas. Las empresas titulares de registros, FEDEPAPA (Federación Nacional de Cultivadores de Papa) y el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) como entidad reguladora, elaboraron un proyecto post-registro, para evaluar la eficacia agronómica y los residuos de plaguicidas de los productos.

La metodología MIP (Manejo Integrado de Plagas) contempló: uso de semilla (tubérculo semilla) certificada, control etológico, umbrales de acción de 50 polillas/trampa/semana, épocas y formas de aplicación, niveles de presión de la plaga, muestreos destructivos, periodos de carencia y cosecha oportuna. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con unidades experimentales de 200 m² y el respectivo análisis estadístico y económico de los resultados. Las variables evaluadas fueron: los niveles de población de la plaga y el número de tubérculos sanos y afectados.

El análisis económico se realizó mediante la relación beneficio/costo. Los residuos de plaguicidas fueron determinados por cromatografía de gases con detectores de captura de electrones, fotométrico de llama y cromatografía líquida de alta resolución con derivatización post-columna y detección por fluorescencia.

Por otra parte, se analizó la problemática de *Tecia solanivora* en Colombia. Se instalaron dos pruebas: una en Motavita (departamento de Boyacá) y la otra en Subachoque (departamento de Cundinamarca), donde se evaluaron los ingredientes activos: permetrina, carbosulfan, tiodicarb y deltametrina. En cada prueba se realizaron cinco aplicaciones. Las poblaciones más altas de *Tecia solanivora* fueron de 384 polillas/trampa/semana.

Según el análisis de covarianza del porcentaje de daño a los tubérculos,

permetrina presentó diferencias significativas respecto al testigo en las dos pruebas y tiodicarb únicamente en una de ellas. El porcentaje de control de permetrina fue de 53.38%. Deltametrina y carbosulfan no fueron eficaces en el control de la plaga.

La relación beneficio/costo para la inversión en permetrina mostró la rentabilidad de su uso, pues fue superior a 1 oscilando entre 1.73 y 3.26. La evaluación de residuos de plaguicidas detectó trazas de 3 hidrocarbofuran en carbosulfan y 2.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de metomil en tiodicarb. Permetrina y deltametrina no presentaron residuos a DI (Dosis letales) de 13.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y 7.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ respectivamente. Las recuperaciones oscilaron entre 62.5 y 85.5 en tres réplicas, con CV (Coeficientes de Variación) de 11.9 y 18.5 respectivamente. Los residuos no sobrepasaron los LMR (Límites Máximos de Residuos) establecidos por el Codex Alimentarius.

Según los resultados de la Matriz de Vester y del análisis de causalidad, el problema central lo constituyen las altas poblaciones de *Tecia solanivora*, cuyas causas básicas entre otras son: el desconocimiento del MIC (Manejo Integrado del Cultivo) y la falta de acciones conjuntas con los agricultores.

Como principales consecuencias se detectaron: la ineficacia de los insecticidas, y los altos riesgos de contaminación de los tubérculos, por la presencia de residuos de aquellos plaguicidas que son utilizados en forma indiscriminada.

Palabras claves: Control químico; Cromatografía de gas; Cromatografía líquida; Matriz de Vester; Residuos de plaguicidas; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

In response to the problem of *Tecia solanivora* in Colombia, during 1995 and 1997, 10 insecticides were registered to control the pest in the field. However, four years later some doubts about their effectiveness have arisen because of the moth population increase and inadequate cultural practices. The companies that have the registration, FEDEPAPA (Federación Nacional de Cultivadores de Papa) and ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), as a regulatory organization, elaborated a post-register project to evaluate agronomic effectiveness and insecticide-residue levels of the products.

The MIP (Manejo Integrado de Plagas) (Integrated Pest Management) considered the following aspects: use of certified seeds (tuber seed), ethological control, action level of 50 moths per trap per week, application times and procedures, moth-pressure levels, destructive sampling, periods free of crop-spraying and timely harvest. The design consisted of a randomized complete block with experimental units of 200 m², and the corresponding statistical and

economic analysis. The variables evaluated were pest population levels and the number of healthy and affected tubers.

The economic analysis was performed through the cost-benefit ratio. Pesticide residue was determined by means of gas chromatography with electron-capture and photometric flame detectors and high-resolution liquid chromatography with post-column derivation and fluorescence detection.

Two tests were performed one in Motavita (Department of Boyacá) and another in Subachoque (Department of Cundinamarca) where the following active ingredients were analyzed: permetrina, carbosulfan, thiodicarb and deltametrina. Each test consisted of five applications, and the highest capture level of *Tecia solanivora* was 384 moths per trap per week.

According to the covariance analysis of the tubers' average damage, permetrina showed significant differences in relation to the control in both tests, while thiodicarb showed differences in only one of them. The permetrina control percentage was 53.38%. Deltametrina and carbosulfan did not show to be effective to control the moth.

The benefit-cost ratio of the investment in permetrina was positive because it was above 1, ranging from 1.73 y 3.26. The test on pesticide residues detected traces of 3 hidrocarburofuran in carbosulfan, and 2.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ of metomil in thiodicarb. Permetrina and Deltametrina did not show residues to DI (Dosis letales) (Lethal Dosis) of 13.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y 7.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ respectively. The recovery ranged from 62.5 y 85.5 in three replicas with CV (Coeficientes de Variación) (Variation Coefficient) of 11.9 and 18.5 respectively. Residue levels did not go beyond the LMR (Límites Máximos de Residuos) (Residues Maximum Limit) established by the Codex Alimentarius

According to the Vester Matrix results and the causality analysis, the main problem is the high number of *Tecia solanivora* population, whose basic causes, among others are: the lack of knowledge about MIC (Manejo Integrado del Cultivo) (Integrated Crop Management) and the lack of joint actions with farmers.

The main consequences detected were the ineffectiveness of pesticides and a high contamination risk of the tubers due to the presence of residues from pesticides that had been used indiscriminately.

Key words: Chemical control; Gas chromatography; Insecticide-residue levels; Liquid chromatography; *Tecia solanivora*; Vester Matrix

INTRODUCCIÓN

La polilla guatemalteca de la papa, *Tecia solanivora*, reportada en Colombia en 1985, es considerada hoy la plaga más dañina del cultivo. Está presente en más del 80% de la zona productora del país y ocasiona disminución en los rendimientos superiores al 30% y el deterioro total de los tubérculos. El verano,

el manejo inadecuado del cultivo, el movimiento de la semilla y tubérculos para consumo en fresco e industrial y su empaque son los principales medios de dispersión e incremento de la plaga.

A raíz de este problema, el ICA expidió la Resolución 00375(04-03-98) y declaró en emergencia fitosanitaria a las zonas productoras, de distribución y comercialización de papa de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca. En ella se señala que “el ICA adoptará y coordinará con las entidades territoriales a escala nacional, departamental y municipal, con los gremios productores, comercializadores, agroindustria, con la academia y con las entidades de investigación, las acciones y medidas pertinentes conforme a lo establecido en el plan de acción para manejar la emergencia fitosanitaria” (ICA, 1998).

Inicialmente el ICA en 1995 y posteriormente con FEDEPAPA y CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) en 1997, se desarrolló un programa de manejo integrado de *Tecia solanivora* liderado por la División de Sanidad Vegetal del ICA.

Debido a la gravedad del problema, las principales casas comerciales de agroquímicos iniciaron pruebas de eficacia con insecticidas, como herramientas químicas de un MIP y de lo cual se registraron 10 productos (Tabla 1). Las pautas del MIP se han ajustado a medida que se ha conocido mejor la biología del insecto.

El desconocimiento de la biología de *Tecia solanivora*, sumado a la “cultura química” del productor papero, las prácticas inadecuadas de manejo del cultivo y el incremento de la población de la plaga han originado preocupación por parte del gremio, en cuanto a la eficacia de los insecticidas actualmente registrados (UNALMED et al., 1999).

Por tal razón, las empresas titulares de los registros, FEDEPAPA y el ICA como entidad reguladora, elaboraron un proyecto post-registro, para evaluar la eficacia agronómica de los productos y los niveles de residuos de plaguicidas, en respuesta al número elevado de aplicaciones, la complejidad del manejo de la plaga y los riesgos de contaminación del producto de consumo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Después de seis meses de reuniones continuas se diseñó una metodología para pruebas post-registro de *Tecia solanivora* y como estrategia de la propuesta se designó un asesor estadístico externo. Las pruebas de campo fueron adelantadas por las empresas titulares con la supervisión del ICA.

La evaluación agronómica se realizó entre el 2000—2002 en los municipios de Subachoque (Cundinamarca) y Motavita (Boyacá), ubicados a una altitud de 2 800 y 2 600 msnm y temperatura media de 12 y 14°C respectivamente. La

determinación de residuos de plaguicidas fue realizada por el ICA en el LANIA (Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas) con base en la Norma ISO 17025.

TABLA 1.—Ingredientes activos registrados en Colombia para controlar a *Tecia solanivora* en condiciones de campo entre 1995–1997.

| Ingrediente activo | CT | Dosis pc/ha | PC días |
|--------------------|-----|---------------------|---------|
| Profenofos | II | 0.75 l | 21 |
| Carbosulfan | I | 1 l/200 l de agua | 20 |
| Tiodicarb | III | 1 l | 15 |
| Clorpirifos | III | 1.5 l | 15 |
| Piridafention | III | 2 l | 14 |
| Acefato | III | 0.5 kg | 21 |
| Permetrina | III | 0.3 l/200 l de agua | 20 |
| Triclorfon | III | 0.5 kg | 21 |
| Deltametrina | III | 0.1 l/200 l de agua | 25 |
| Clorpirifos | III | 1.5 l | 15 |

CT = Categoría Toxicológica.

pc = producto comercial.

PC = Período de Carencia.

Materiales.—Trampas con feromonas para *Tecia solanivora*, semilla certificada de papa de las variedades Diacol Capiro e ICA San Jorge e ingredientes activos (permetrina, carbosulfan, tiodicarb y deltametrina).

Diseño experimental.—Bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Tamaño de la parcela: 200 m² involucrando ocho surcos de 25 m de largo.

Tratamientos—

1. Permetrina 0.3 l/200 l de agua
2. Carbosulfan 1 l/200 l de agua
3. Tiodicarb 1 l/ha
4. Deltametrina 0.1 l/200 l de agua
5. Testigo más agua

Variables a Analizar

La evaluación final se realizó en los dos surcos centrales, sin tener en cuenta las plantas de los bordes. Se cosechó en forma oportuna y se tomó la producción de dos plantas contiguas en 10 sitios por surco, para un total de 40 plantas por parcela.

Finalmente, se cosecharon los dos surcos centrales en forma total, con eliminación de los bordes. Los tubérculos se lavaron y para la evaluación final se tuvo en cuenta el número total de tubérculos, el número de tubérculos sanos, el número de tubérculos afectados por *Tecia solanivora* y la intensidad del daño de acuerdo a la siguiente escala.

Grado nivel de daño.-

- 1: Sin daño
- 2: Daño inicial, pequeñas minas muy superficiales
- 3: Daño grave, más de dos orificios profundos. Tubérculos no aceptables en el comercio

Para la estimación del daño se utilizó la fórmula de TOWNSEND y HEUBERGER expresadas en porcentaje (CIBA-GEIGY, 1981):

$$T \text{ y } H = \frac{\sum (n \times v)}{I \times N} \times 100$$

Donde:

v = Valor de la categoría

I = Valor de categoría más alta

n = Número de tubérculos en cada categoría

N = Número de tubérculos muestreados

La información obtenida en porcentaje de daño fue sometida al respectivo análisis de varianza. En ausencia de un testigo comercial de referencia, se hizo el análisis económico, tomando como base un precio promedio de la producción durante el año.

Los ensayos se establecieron en lotes comerciales bajo los parámetros agronómicos normales en la vereda o municipio. A partir de la tuberización no se aplicó ningún otro insecticida para controlar a *Tecia solanivora*. El control de *Premnotrypes vorax* (gusano blanco de la papa) se hizo preferiblemente con insecticidas granulados y previamente registrados ante el ICA. El empleo de fungicidas durante el periodo de post-floración no interfirió con el desarrollo de la prueba.

El porcentaje de daño se evaluó mediante un análisis de covarianza y sus respectivas pruebas de comparación múltiple (Dunnett de una cola) al 5% de significancia.

Evaluación Agronómica

Con el objeto de garantizar el éxito de la prueba se seleccionaron tres lotes planos en zonas agroecológicas diferentes. En ellas se instalaron cuatro trampas, para muestrear la plaga en los bordes del lote. La decisión de la distribución de los bloques en cada localidad se tomó en función de los muestreos realizados previamente a la siembra (Torres, 1998).

Para la implementación del MIP en el control de *Tecia solanivora* se siguieron las recomendaciones de ICA (2001). Inicialmente, se instalaron cuatro trampas

por hectárea ubicadas alrededor del lote de siembra. Cuando el número promedio de machos capturados semanalmente fue superior a 50 se duplicaron las trampas a ocho, con una distribución uniforme hacia el interior del lote. Igualmente, cuando el número de adultos fue superior a 50 se aumentaron las trampas hasta obtener un máximo de 16.

Después de colocadas las 16 trampas, en el momento en que la población promedio superó los 50 adultos por trampa se hizo uso del control químico, teniendo en cuenta el ciclo de vida de la plaga y el estado fenológico del cultivo; es decir, 15 días antes de comenzar el proceso de tuberización. Las aplicaciones se dirigieron al tercio inferior de la planta y se suspendieron en el periodo de carencia de cada producto (Tabla 1).

Para corroborar la incidencia del insecto, dependiendo del nivel de capturas, adicionalmente, se inspeccionaron los sitios aledaños al ensayo (Durán, 1994). Esto permitió decidir si continuar o suspender las aplicaciones. Esto se hizo en el caso de comprobar la influencia negativa de cultivos abandonados con ataques severos de *Tecia solanivora*, residuos de cosecha, toyas o plantas espontáneas que podrían desvirtuar el comportamiento normal de la plaga. Las lecturas de las trampas se efectuaron cada ocho días.

Durante el proceso de tuberización se realizaron muestreos destructivos. En el periodo de carencia se tomaron muestras para su evaluación preliminar, cuando no se necesitó aplicar los productos. En caso contrario, el análisis destructivo se hizo cinco días después de la aplicación. Este proceso se realizó en los surcos dos y siete o su equivalente en área. Cada muestreo se tomó en forma intercalada en cinco sitios y su tamaño fue de dos plantas contiguas en la línea de surco para un total de 10.

Análisis Económico

El análisis económico por el uso de permetrina, en el manejo integrado de *Tecia solanivora* se realizó mediante la relación beneficio/costo (= total valor presente ingreso/total valor presente egreso) para la inversión del producto, basado en un valor promedio actual por carga de papa.

Se asumió igual producción para permetrina y para el testigo, tomando como base los supuestos: manejo tecnificado del cultivo, producción extrapolable de los ensayos a una hectárea y un valor promedio de \$ 35 000 (\$ pesos colombianos) por carga de 125 kg (Bolaños, 2002) (1 dólar = \$ 2 600 en agosto del 2002).

Los resultados finales de las pruebas post-registro, en las cuales se evaluaron 10 productos comerciales correspondientes a nueve ingredientes activos fue que permetrina, acefato, clorpirifos y profenofos presentaron diferencias significativas con respecto al testigo, con porcentajes de control entre 53% y

75% y una relación beneficio costo superior a 1. Tiodicarb fue superior estadísticamente al testigo en una de las dos pruebas de campo. Deltametrina, carbosulfan y triclorfon no fueron diferentes al testigo y piridafention fue retirado del mercado en forma voluntaria por el titular del registro.

Determinación de Residuos de Plaguicidas

Muestras.—En la cosecha de cada una de las dos pruebas y en un recorrido en forma de zig-zag se tomaron submuestras de tubérculos sanos por cada tratamiento. Los tubérculos se agruparon por tratamiento, para luego ser cuarteados sucesivamente hasta obtener 1 kg para su análisis.

Análisis de piretroides.—Para su determinación se siguió el método propuesto por DFG (1987). La muestra fue homogeneizada con acetona y agua en una proporción que tiene en cuenta el agua presente en los tubérculos. La relación acetona-agua fue de 2:1. Esta mezcla fue saturada con cloruro de sodio, de la cual se extrajeron los residuos del plaguicida por partición con acetato de etilo: ciclohexeno 1:1.

Una alícuota de 200 ml del sobrenadante se secó por sulfato de sodio anhidro y se concentró para limpiar el extracto por cromatografía de permeación por gel, usando como relleno un copolímero de estirenodivinilbenceno. La fracción recolectada se concentró y se llevó a 5 ml con acetato de etilo. A 2 ml del extracto anterior, se le adicionaron 5 ml de isooctano, concentrando a 1 ml y repitiendo el proceso para eliminar el acetato de etilo. El 1 ml se pasó a través de una columna de sicagel al 1% con agua, eluyendo los analitos con 8 ml de tolueno. Esta fracción se concentró, recolectando en 2 ml de isooctano y los residuos de piretroides se cuantificaron por cromatografía de gases con detector de captura de electrones con uso del método del estándar externo.

Análisis de carbamatos.—Para su determinación se siguió el método validado y recomendado por Blass y Philipowsky (1992). Los residuos de plaguicidas se extrajeron con diclorometano-agua. La fase acuosa fue hidrolizada y los residuos liberados fueron extraídos con diclorometano. Las fases orgánicas unidas se concentraron y se pasaron a través de un cartucho extrelut 20 en solución salina, eluyendo los analitos con diclorometano y, posteriormente se concentró y se recogió en metanol. La muestra con el tratamiento de carbosulfan fue hidrolizada previamente en medio ácido para transformar los residuos a carbofuran y se continuó como se explicó anteriormente hasta recoger en metanol.

La identificación y cuantificación se realizó por cromatografía líquida de alta eficiencia, con uso de una columna químicamente modificada RP-18. Los analitos eluidos de la columna fueron hidrolizados y derivatizados a un fluoróforo, los cuales fueron identificados por fluorescencia y cuantificados por comparación con patrones analíticos con uso del método del estándar externo.

Como aporte a la inocuidad alimentaria, ninguno de los productos evaluados superó los niveles de residuos de plaguicidas, de acuerdo con lo establecido por el Codex Alimentarius, cuando se siguieron las recomendaciones técnicas de uso.

Análisis de la Problemática de *Tecia solanivora* en Colombia

El análisis de la problemática de la polilla guatemalteca inició con los resultados de un diagnóstico participativo, realizado a un grupo de 30 productores y 10 ingenieros agrónomos, según las recomendaciones de Cisneros (1995) y Melo (1996).

Una vez precisados los problemas, se identificaron y relacionaron sus causas y consecuencias con ayuda de la Matriz de Vester para luego ser ordenadas de manera jerárquica en el árbol de problemas y así identificar el problema central.

Finalmente, se priorizaron las causas con respecto al impacto potencial relativo, las expectativas de los productores y profesionales, los criterios de sostenibilidad, competitividad y equidad, de acuerdo a la propuesta de CORPOICA (1995).

La Matriz de Vester como formato de doble entrada permite ubicar tanto en filas como en columnas, los problemas identificados y luego colocar el nivel de causalidad directa o indirecta de cada problema, sobre cada uno de los demás según la siguiente escala: 0 = no es causa, 1 = es causa indirecta, 2 = es causa medianamente directa y 3 = es causa muy directa (CORPOICA, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación Agronómica

De acuerdo con los resultados del análisis de covarianza para los porcentajes de daño, en la producción de la prueba ubicada en Motavita, los tratamientos tiodicarb y permetrina presentaron diferencias significativas con respecto al testigo y no así los ingredientes activos carbosulfan y deltametrina. Los porcentajes de daño a los tubérculos fueron bajos (Tabla 2).

TABLA 2.—Porcentajes de daño en tubérculos por *Tecia solanivora* en Motavita, (departamento de Boyacá, Colombia) durante el 2001.

| Tratamiento | Porcentaje de daño |
|--------------|--------------------|
| Permetrina | 590 A |
| Tiodicarb | 6 46 A |
| Carbosulfan | 8 43 B |
| Deltametrina | 12.85 B |
| Testigo | 14 88 B |

El análisis de varianza y la prueba de Dunnet del muestreo destructivo fueron consistentes con los resultados finales. Se encontró que los tratamientos basados en tiodicarb y permetrina difirieron significativamente con respecto al testigo. Sin embargo, el resultado de la comparación de varianzas entre los cuadrados medios del error, para los ensayos realizados en Motavita y Subachoque, demostró que únicamente el tratamiento en base de permetrina tiene efecto significativo, en cuanto a la reducción del daño a los tubérculos por el ataque de *Tecia solanivora*. Los ingredientes activos carbosulfan y tiodicarb, aunque presentaron una reducción del daño con respecto al testigo, no lograron sobrepasar la diferencia mínima significativa (Tabla 3).

TABLA 3.—Porcentajes de daño en tubérculos por *Tecia solanivora* en Motavita (departamento de Boyacá) y Subachoque (departamento de Cundinamarca) durante el 2002.

| Tratamiento | Producción kg/parcela | Porcentaje de daño | Control relativo (%) |
|--------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
| Permetrina | 541.88 | 8.04 A | 53.38 |
| Carbosulfan | 584.12 | 10.75 B | 37.72 |
| Tiodicarb | 552.75 | 11.67 B | 32.35 |
| Deltametrina | 535.62 | 17.34 B | 0.00 |
| Testigo | 460.75 | 17.25 B | ---- |

Dinámica Poblacional de *Tecia solanivora* en las Pruebas Post-registro

Localidad de Motavita.—La fluctuación poblacional de la plaga fue irregular durante el ciclo de vida del cultivo. El promedio de capturas durante los primeros 38 días después de la siembra fue inferior al umbral de acción de la plaga de 50 adultos/trampa/semana. Posteriormente, las poblaciones se incrementaron por encima del umbral, lo cual justificó la duplicación de las trampas hasta un máximo de 16 (Tabla 4).

La primera aplicación de los insecticidas se realizó 60 días después de la siembra y la última 130 días después, con un promedio poblacional de 105 y 79 polillas/trampa/semana respectivamente. En total se realizaron cinco aplicaciones durante el ciclo vegetativo del cultivo. Al periodo de carencia se registraron en promedio 225 polillas/trampa/semana, lo cual pudo haber incidido en los daños finales, ya que para esta época no se recomienda la aplicación de los productos. Sin embargo, estos factores fueron tenidos en cuenta en los muestreos destructivos (Fig. 1). La precipitación durante el desarrollo de esta prueba fue inferior a 10 mm/semana. Los mayores promedios de captura de 157 y 225 polillas/trampa/semana fueron registrados en las épocas fenológicas de tuberización y maduración del cultivo respectivamente (Tabla 4).

Localidad de Subchoque.—Durante los primeros 54 días después de la siembra, el número promedio de capturas fue superior al nivel de acción de la plaga, lo cual justificó la duplicación inmediata de las trampas hasta un máximo de 16, según las recomendaciones de ICA (2001). A partir de los 74 días después de la siembra, se iniciaron las aplicaciones de los productos a evaluar en los 15 días antes de la tuberización. Se realizaron cinco aplicaciones y al periodo de carencia se reportaron capturas inferiores de 50 polillas/trampa/semana (Fig. 1).

La precipitación durante el desarrollo de esta prueba fue inferior de 10 mm/semana. Contrario a la prueba adelantada en Motavita, las mayores poblaciones se registraron antes de las aplicaciones y del inicio del proceso de tuberización, lo cual coincidió con la época de verano. Lo anterior pudo haber incidido en un elevado número de posturas y la disminución del efecto del ingrediente activo tiodicarb, debido a su acción ovicida (Tabla 5).

Análisis Económico

De acuerdo con los resultados del análisis económico, basado en cinco aplicaciones de permetrina, en dosis de 0.75 l PC/ha (0.3 l pc/200 l de agua), se calculó un costo de inversión de \$380 000/ha como resultado del costo total del insecticida de \$280 000/ha más \$100 000/ha por concepto de cinco jornales (Bolaños, 2002) (Tablas 6 y 7)

La relación beneficio/costo para la inversión de permetrina, como agente de control químico en un MIP, para *Tecia solanivora* fue superior a 1 (punto de equilibrio de la inversión) y osciló entre 3.26 y 1.73 Este análisis se realizó tomando como base un valor promedio de la producción de cada tratamiento para las parcelas tratadas y no tratadas respectivamente (Tablas 7 y 8). Por lo anterior, se considera rentable el uso de permetrina en el manejo integrado de la polilla guatemalteca (Bolaños, 2002).

TABLA 4.—Capturas de *Tecia solanivora* en Motavita (departamento de Boyacá, Colombia) entre el 2000–2001.

| Fecha | No. | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 | T16 | Promedio |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 09/08/00 siembra | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09/26/Instalación | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | |
| 10/03 | 1. | 7 | 8 | 24 | 37 | | | | | | | | | | | | | 19 |
| 10/11 | 2. | 41 | 50 | 30 | 77 | | | | | | | | | | | | | 49.5 |
| 10/12 2. Instalación | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | |
| 10/18 | 3. | 22 | 21 | 16 | 89 | 68 | 39 | 58 | 83 | | | | | | | | | 49.5 |
| 10/19 3. Instalación | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 10/25 | 4. | 49 | 26 | 231 | 142 | 142 | 32 | 58 | 97 | 99 | 22 | 39 | 68 | 55 | 48 | 74 | 44 | 68.7 |
| 11/01 | 5. | 67 | 51 | 52 | 88 | 124 | 89 | 113 | 69 | 88 | 67 | 48 | 92 | 62 | 73 | 48 | 61 | 74.5 |
| 11/07 | 6. | 74 | 85 | 99 | 194 | 173 | 109 | 124 | 102 | 140 | 74 | 72 | 106 | 100 | 93 | 64 | 74 | 105.2 |
| 11/08 1. Apl. | 1. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 1. Apl. |
| 11/15 | 7. | 72 | 141 | 117 | 536 | 241 | 158 | 157 | 173 | 194 | 133 | 59 | 64 | 129 | 100 | 79 | 162 | 157.2 |
| 11/15 2. Apl. | 2. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 2. Apl. |
| 11/22 | 8. | 100 | 79 | 69 | 481 | 175 | 80 | 107 | 141 | 160 | 115 | 58 | 71 | 165 | 55 | 65 | 71 | 122.6 |
| 11/22 3. Apl. | 3. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 3. Apl. |
| 1. MD | 1. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 1. MD |
| 11/29 | 9. | 52 | 142 | 48 | 388 | 98 | 93 | 90 | 88 | 149 | 120 | 45 | 30 | 135 | 23 | 34 | 55 | 99.4 |
| 11/29 4. Apl. | 4. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 4. Apl. |
| 2. MD | 2. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 2. MD |
| 12/06 | 10. | 17 | 64 | 27 | 225 | 13 | 45 | 43 | 23 | 69 | 41 | 11 | 18 | 61 | 23 | 3 | 35 | 44.9 |
| 12/13 | 11. | 11 | 32 | 37 | 189 | 24 | 21 | 49 | 26 | 30 | 13 | 15 | 9 | 76 | 13 | 7 | 24 | 36 |
| 12/19 | 12. | 5 | 6 | 13 | 69 | 6 | 23 | 17 | 13 | 3 | 8 | 9 | 16 | 31 | 1 | 9 | 15 | 15.25 |
| 12/28 | 13. | 10 | 13 | 20 | 27 | 6 | 15 | 15 | 10 | 11 | 5 | 11 | 13 | 17 | 4 | 9 | 16 | 12.6 |
| 01/05/01 | 14. | 5 | 5 | 9 | 25 | 4 | 10 | 8 | 2 | 4 | 5 | 1 | 8 | 9 | 3 | 7 | 6 | 6.9 |
| 01/10 | 15. | 11 | 16 | 5 | 12 | 10 | 8 | 10 | 6 | 7 | 7 | 3 | 5 | 3 | 2 | 7 | 7 | 7.4 |
| 01/17 | 16. | 58 | 200 | 58 | 104 | 144 | 96 | 76 | 45 | 109 | 107 | 23 | 64 | 33 | 45 | 20 | 73 | 78.6 |
| 1/18 5. Apl. | 5. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 5. Apl. |
| 01/23 MD | 3 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 3. MD |
| 01/23 | 17 | 42 | 128 | 58 | 70 | 90 | 60 | 18 | 66 | 43 | 74 | 34 | 102 | 62 | 36 | 52 | 84 | 63.7 |
| 02/01 | 18. | 166 | 499 | 101 | 516 | 461 | 122 | 111 | 169 | 225 | 239 | 160 | 184 | 282 | 95 | 114 | 157 | 225.06 |
| 02/06 Cosecha | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |

T = Trampa.

MD = Muestra Destructiva.

Apl. = Aplicación.

TABLA 5.--Capturas de *Tecia solanivora* en Subachoque (departamento de Cundinamarca, Colombia) entre el 2001–2002.

| Fecha | No. | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 | T16 | Promedio |
|----------|----------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 08/10/01 | Siembra | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09/20 | 1. Instalación | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | |
| 09/27 | 2. Instalación | 183 | 46 | 83 | 161 | | | | | | | | | | | | | 118 |
| 10/04 | 3. Instalación | 2. 324 | 443 | 368 | 35 | 296 | 645 | 374 | 330 | | | | | | | | | 352 |
| 10/11 | | 3. 34 | 160 | 76 | 32 | 54 | 130 | 74 | 120 | X | X | X | X | X | X | X | X | 92 |
| 10/18 | | 4. 473 | 560 | 143 | 332 | 468 | 340 | 383 | 445 | 58 | 336 | 490 | 325 | 420 | 560 | 448 | 358 | 384 |
| 10/24 | | 5. 160 | 232 | 135 | 225 | 175 | 204 | 100 | 206 | 240 | 113 | 92 | 177 | 174 | 303 | 157 | 286 | 186 |
| 10/25 | 1. Apl. | 6. X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 1. Apl. |
| 10/31 | | 7. 186 | 135 | 142 | 73 | 88 | 85 | 74 | 66 | 78 | 97 | 176 | 135 | 146 | 138 | 174 | 151 | 116 |
| 11/01 | 2. Apl. | 8. X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 2. Apl. |
| 11/07 | | 9. 6 | 10 | 17 | 46 | 7 | 33 | 14 | 12 | 32 | 17 | 36 | 16 | 18 | 18 | 7 | 12 | 19 |
| 11/14 | | 10. 17 | 25 | 17 | 55 | 22 | 33 | 20 | 22 | 33 | 23 | 12 | 43 | 51 | 39 | 48 | 42 | 32 |
| 11/21 | | 11. 23 | 26 | 35 | 55 | 30 | 41 | 48 | 55 | 67 | 37 | 50 | 63 | 43 | 39 | 39 | 69 | 45 |
| 11/28 | | 12. 73 | 40 | 71 | 125 | 75 | 85 | 82 | 77 | 97 | 88 | 136 | 55 | 54 | 78 | 93 | 69 | 81 |
| 11/29 | 3. Apl. | 13. X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 3. Apl. |
| 12/05 | | 14. 105 | 102 | 113 | 57 | 55 | 60 | 80 | 80 | 70 | 114 | 136 | 82 | 56 | 49 | 66 | 108 | 83 |
| 12/06 | 4. Apl. | 15. X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 4. Apl. |
| 12/12 | | 16. 69 | 169 | 66 | 153 | 96 | 102 | 108 | 104 | 89 | 72 | 98 | 94 | 42 | 58 | 66 | 69 | 91 |
| 12/13 | 5. Apl. | 17. X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 5. Apl. |
| 12/19 | | 18. 19 | 24 | 21 | 33 | 44 | 49 | 35 | 19 | 29 | 13 | 19 | 18 | 13 | 8 | 13 | 18 | 23 |
| 12/26 | | 19. 24 | 26 | 25 | 8 | 4 | 3 | 15 | 17 | 21 | 6 | 12 | 14 | 21 | 6 | 9 | 10 | 14 |
| 01/03/02 | | 20. 32 | 34 | 36 | 44 | 31 | 23 | 32 | 44 | 41 | 17 | 28 | 37 | 28 | 29 | 17 | 26 | 31 |
| 01/04 | MD | 21. X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | MD |
| 01/10 | | 22. 37 | 53 | 58 | 16 | 26 | 27 | 19 | 41 | 35 | 28 | 31 | 25 | 29 | 21 | 34 | 36 | 32 |
| 01/17 | | 23. 46 | 39 | 74 | 63 | 35 | 38 | 52 | 66 | 45 | 37 | 29 | 47 | 31 | 28 | 42 | 39 | 44 |
| 01/29 | Cosecha | 24. X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |

T = Trampa

MD = Muestra Destructiva.

Apl.= Aplicación.

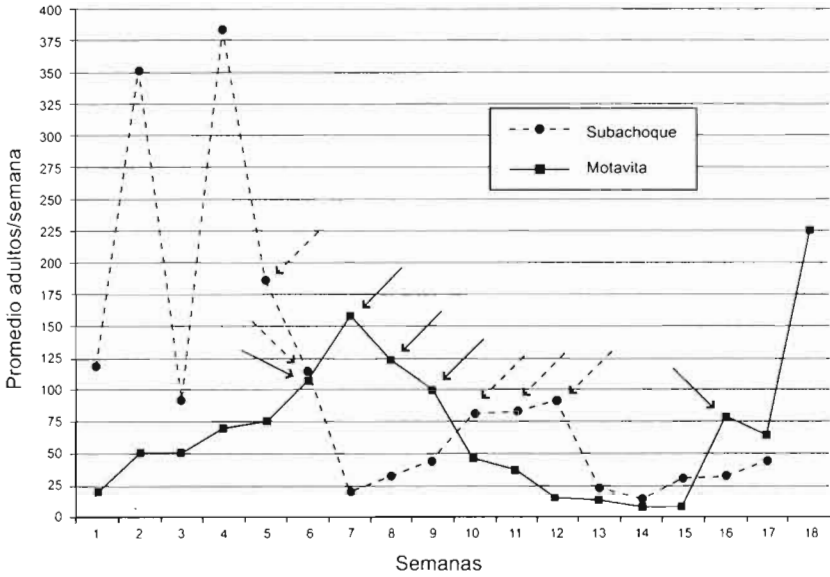


FIG. 1.—Dinámica poblacional de *Tecia solanivora* en las pruebas post-registro realizadas en Motavita y Subachoque, Colombia entre el 2001–2002. Las flechas indican las épocas de aplicación de los insecticidas con relación al ciclo vegetativo del cultivo.

TABLA 6.—Rendimiento promedio y cálculo de la producción comercial en el manejo integrado de *Tecia solanivora*. Producción promedio de ocho repeticiones por tratamiento en dos localidades del ensayo.

| Rendimiento promedio | | | Daño <i>Tecia solanivora</i> | | Cosecha comercial | |
|------------------------|------------|--------|------------------------------|--|-------------------|-----------|
| | | | Media % | | kg/ha | Cargas/ha |
| Tratamiento | kg/parcela | kg/ha | | | | |
| Permetrina | 127.6 | 25 520 | 8.04 | | 23 468 | 187.7 |
| TSP | 115.0 | 23 000 | 17.25 | | 19 033 | 152.3 |
| TSP (supuesto Tabla 3) | 127.6 | 25 520 | 17.25 | | 21 118 | 168.9 |

TSP = Testigo Sin Permetrina.
Parcela efectiva de 50 m².
Carga = 125 kg.

TABLA 7. - Relación beneficio/costo para la inversión en permetrina basado en la producción promedio dentro de un programa MIP contra *Tecia solanivora*.

| Ingreso | | | Costo control <i>Tecia solanivora</i> | | Relación |
|-------------------|-----------|-----------|---------------------------------------|---------|-----------------|
| Cosecha comercial | | | Diferencia | \$/ha | Beneficio/costo |
| Tratamiento | Cargas/ha | \$/ha | \$/ha | VPE (B) | A/B |
| Permetrina | 187.7 | 6 569 500 | 1 239 000 | 380 000 | 3.26 |
| TSP | 152.3 | 5 330 500 | | | |

TSP = Testigo Sin Permetrina.

VPI = Valor Presente Ingreso.

VPE = Valor Presente Egreso.

\$/carga = \$ 35 000.

TABLA 8.—Relación beneficio/costo para la inversión en permetrina basado en una producción igual entre tratamientos en un MIP contra *Tecia solanivora*. La producción de papa se asume igual para ambos tratamientos.

| Ingreso | | | Costo control <i>Tecia solanivora</i> | | Relación |
|-------------------|-----------|-----------|---------------------------------------|---------|-----------------|
| Cosecha comercial | | | Diferencia | \$/ha | Beneficio/costo |
| Tratamiento | Cargas/ha | \$/ha | \$/ha | VPE (B) | A/B |
| Permetrina | 187.7 | 6 569 500 | 658 000 | 380 000 | 1.73 |
| TSP | 168.9 | 5 911 500 | | | |

TSP = Testigo Sin Permetrina.

VPI = Valor Presente Ingreso.

VPE = Valor Presente Egreso.

\$/carga = \$ 35 000.

Determinación de Residuos de Plaguicidas

La evaluación de residuos realizada por el LANIA en carbosulfan y tiodicarb, (HPLC-derivatización por fluorescencia) en las dosis y frecuencias mencionadas, detectó trazas de 3 hidroxycarbofuran para carbosulfan y 2.1 ug/kg de metomil para tiodicarb. Permetrina y deltametrina no mostraron residuos a DI de 13.5 ug/kg y 7 ug/kg respectivamente. Las recuperaciones oscilaron entre 62.5 y 85.5% en tres réplicas (CV 11.9 y 18.5%). Los periodos de carencia fueron en promedio de 20 días (Tabla 9).

TABLA 9.—Resultados del análisis de residuos de plaguicidas (ppm) de la prueba post-registro en Motavita (departamento de Boyacá) y Subachoque (departamento de Cundinamarca) entre el 2000 y 2001. (1) calculado para carbofuran. (2) concentración entre el LD y el LC.

| Ingrediente activo | Motavita | Subachoque | LD (ug/kg) | % recuperación |
|---------------------|------------|------------|------------|----------------|
| Permetrina | ND | ND | 13.5 | 62.5 |
| Deltametrina | ND | ND | 7.0 | ---- |
| Carbosulfan | ND | ND | 1.4 (1) | 67.8 |
| Tiodicarb | ND | ND | ---- | 85.5 |
| 3-hidroxicarbofuran | Trazas (2) | 0.06 | ---- | ---- |
| Metomil | 0.0021 | ND | 1.0 | ---- |

ND = No Detectado.
LD = Limite de Detección
LC = Limite de Cuantificación.

La detección a nivel de trazas del metabolito del carbofuran fue debida posiblemente a la degradación del carbosulfan. La aplicación de carbofuran para controlar a *Premnotrypes vorax* explica la presencia de 3-hidroxicarbofuran.

Los residuos de metomil encontrados en Motavita provienen de la aplicación de tiodicarb, el cual es producido en esta ruta de degradación. De los resultados anteriores e independiente de los resultados del control agronómico se puede concluir que los tratamientos con permetrina, deltametrina, carbosulfan y tiodicarb, en las dosis evaluadas y en las frecuencias mencionadas, no dejan residuos en los tubérculos que sobrepasen los LMR del Codex Alimentarius.

Análisis de la Problemática de *Tecia solanivora* en Colombia

De acuerdo con el diagnóstico participativo relacionado con la problemática de la polilla guatemalteca, se priorizaron dos subsistemas: el control químico y el manejo integrado de la plaga. Referente al control químico se identificaron los problemas que se indican en la Figura 2.

De acuerdo con los resultados de la Matriz de Vester y del análisis de causalidad, el problema central es la alta población de la plaga, cuyas causas básicas son: el desconocimiento del MIC, la cosecha tardía y la falta de conocimiento sobre los umbrales de aplicación, biología de la plaga y los periodos de carencia. Como principales consecuencias se detectaron: la ineficacia de los insecticidas, el uso indiscriminado de productos químicos y los altos riesgos de contaminación de los tubérculos por la presencia de residuos de aquellos plaguicidas (Fig. 2).

Referente al manejo integrado de *Tecia solanivora* se identificaron los problemas señalados en la Figura 3.

De acuerdo con los resultados de la Matriz de Vester y del análisis de causalidad, el problema central es la alta población de la plaga, cuyas causas básicas son: el desconocimiento del MIC y la falta de acciones conjuntas con los agricultores. Como principales consecuencias se detectaron la mala calidad del producto de cosecha y el abandono del material afectado por la polilla guatemalteca (Fig. 3).

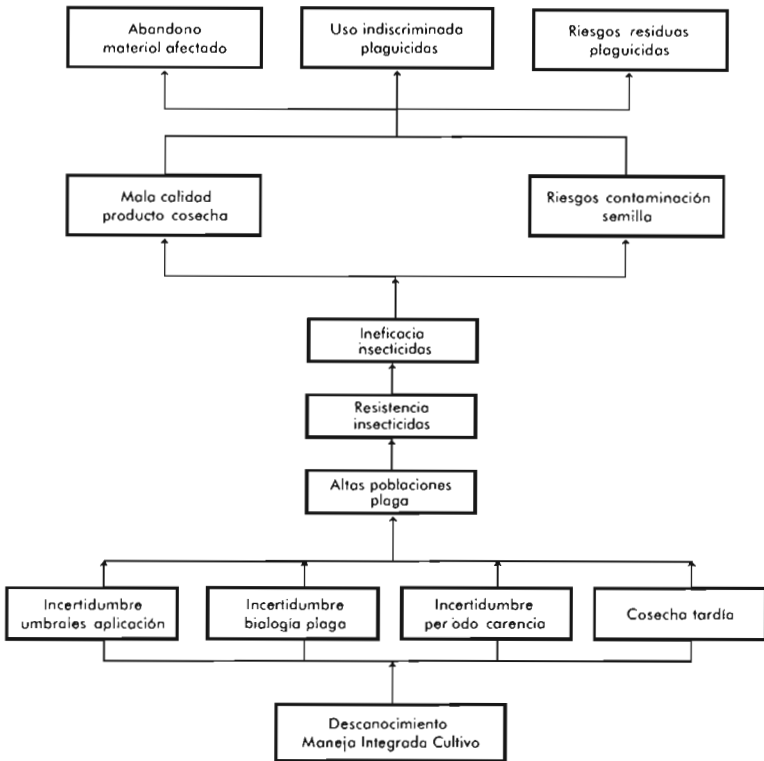


FIG. 2.—Flujograma de los problemas relacionados con el control químico de *Tecia solanivora* durante la evaluación agronómica realizada en Motavita (departamento de Boyacá) y Subachoque (departamento de Cundinamarca) en 1999.

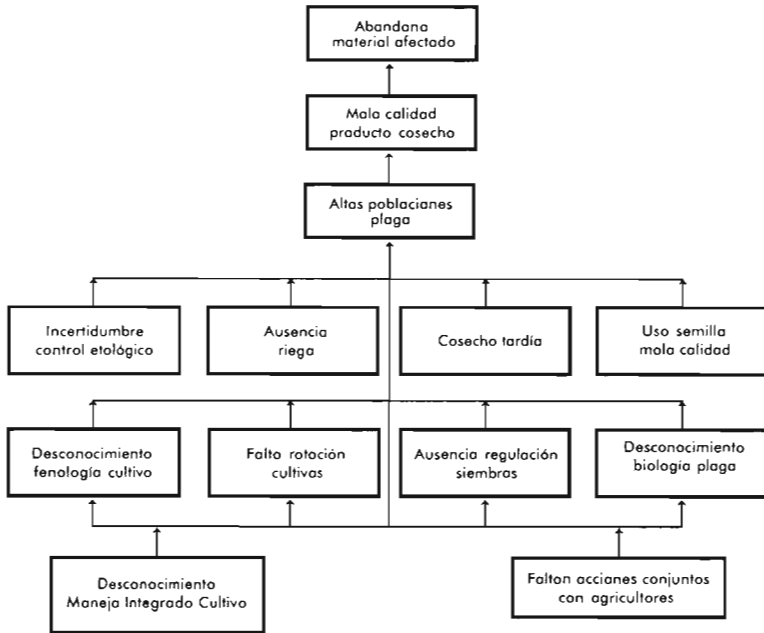


FIG. 3.—Flujograma de los problemas relacionados con el manejo integrado de *Tecia solanivora* durante la evaluación agronómica realizada en Motavita (departamento de Boyacá) y Subachoque (departamento de Cundinamarca) en 1999.

LITERATURA CITADA

- BLASS, W., Y PHILIPOWSKY, C. 1992. Determination of N-metilcarbamate residues using HPLC and on line coupling of apost-column reactor in food of plant origin and soil. *Pflanzenschutz-Nachrichten*. Bayer 45:277–318.
- BOLAÑOS, J. 2002. Análisis económico de la eficacia de permetrina en el control integrado de *Tecia solanivora* (Povolny). Informe técnico. DuPont de Colombia S.A., Bogotá, Colombia.
- CIBA GEIGY. 1981. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. 2da. edición revisada y ampliada. División Agricultura, CIBA-GEIGY, Basilea, Suiza.
- CISNEROS, F. 1995. Control de plagas agrícolas. Full Print s.r.l., Lima, Perú.
- CORPOICA. 1995. Manual para la gestión de proyectos de desarrollo tecnológico. B. Rivera (Ed.), Bogotá, Colombia.
- DFG. 1987. Manual of pesticide residue analysis, Vol I. Deutsche Forschungsgemeinschaft. VCH-Verlagsgesellschaft Weinheim, Weinheim, Germany.
- DURÁN, O. 1994. La polilla guatemalteca de la papa y su manejo. ICA-Incora, Pamplona, Colombia.
- ICA. 1998. Resolución 00375-Marzo 4. Instituto Colombiano Agropecuario. División Sanidad Vegetal. ICA, Bogotá, Colombia.
- ICA. 2001. Plagas y enfermedades de la papa. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín de Sanidad Vegetal 32. J. Alarcón y J. Galindo (Eds.), Bogotá, Colombia.
- MELO, M. 1996. Identificación de la tecnología local de producción y la técnica del diagnóstico participativo. Mimeografiado. Pasto, Colombia.
- TORRES, F. (Ed.). 1998. Biología y manejo integrado de la polilla Centroamericana de la papa *Tecia solanivora* (Povolny) en Venezuela. F. Torres (Ed.), Caracas, Venezuela.

UNALMED (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA), MINISTERIO DE AGRICULTURA, COLCIENCIAS, FEDEPAPA, E IICA. 1999. Conclusiones y memorias del taller "Planeación estratégica para el manejo de *Tecia solanivora* en Colombia." Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

ALTERNATIVAS DE MANEJO DE *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EN ECUADOR

PATRICIO D. GALLEGOS¹, JOVANNY P. SUQUILLO²,
FERNANDO CHAMORRO S.¹, Y CÉSAR R. ASAQUIBAY¹

¹Estación Experimental Santa Catalina, Departamento Nacional
de Protección Vegetal, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones
Agropecuarias, Panamericana Sur Km 18, Quito, Ecuador,
e-mail, gallegos@fpapa.org.ec

²Unidad de Validación y Transferencia de Tecnología, Instituto Nacional
Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Mejía 322 y Bolívar,
San Gabriel, Carchi, Ecuador

RESUMEN

Luego del ingreso de *Tecia solanivora* a Ecuador en 1996, se implementaron algunas alternativas de manejo, entre las que constan: campañas de alerta y difusión, muestreos de la plaga, investigación aplicada e integración interinstitucional.

La campaña de alerta y difusión se realizó mediante la elaboración de boletines de prensa, afiches, folletos plegables, mensajes radiales, días de campo, charlas y entrevistas. Los trabajos de muestreo se realizaron en las provincias de Carchi y Cotopaxi entre 1996 y 1998. La mayor captura se realizó en La Esperanza (cantón Montúfar, provincia de Carchi) con 242 adultos por trampa y por semana.

En el 2001 se observó la presencia de esta plaga en Chambo (provincia de Chimborazo). El daño a nivel de campo en este lugar fue del 60%. En localidades con altitudes superiores a los 3 300 msnm no se ha reportado la presencia de *Tecia solanivora*.

La investigación aplicada consistió de pruebas mediante insecticidas en polvo, plantas repelentes, materiales inertes, *Bacillus thuringiensis* y el PhopGV (granulovirus de *Phthorimaea operculella*) para el control de la plaga en condiciones de almacenamiento de semilla (tubérculo semilla). Además, se probó el efecto de la asolación de los tubérculos.

En campo se realizaron pruebas mediante uso de productos químicos. No se observaron efectos de los tratamientos dado el nivel de la plaga, 119 adultos por trampa y por semana.

Palabras claves: Alerta; *Bacillus thuringiensis*; Difusión; Investigación aplicada; Polilla guatemalteca de la papa; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

After the arrival of *Tecia solanivora* in Ecuador in 1996, several management alternatives were implemented; among them: a warning and informative campaign, pest sampling, applied research, and interinstitutional integration.

The warning and informative campaign was done through posters, brochures, radio broadcasts, field trips, lectures and interviews. The sampling work was carried out in the Provinces of Carchi and Cotopaxi between 1996 and 1998. The largest sample came from La Esperanza (District of Montúfar, Province of Carchi) with 242 adults per trap and per week.

In 2001, this pest was observed in Chambo (Province of Chimborazo) the damage level in this place was 60%. *Tecia solanivora* has not been reported at places located beyond 3300 m altitude.

The applied research consisted of a series of tests using powder insecticide, repelling plants, inert materials, *Bacillus thuringiensis*, and PhopGV (*Phthorimaea operculella* granulovirus) to control the pest under storage conditions of the seed potatoes (tuber seed). Besides, the tubers were intensively exposed to sunlight in order to test its effect.

At field, several tests using chemical products were performed. Given the infestation level: 119 adults, two per trap and per week, no detectable effects of such treatments were observed.

Key words: Applied research; *Bacillus thuringiensis*; Diffusion; Guatemalan potato moth; *Tecia solanivora*, Warning

INTRODUCCIÓN

La presencia de *Tecia solanivora* en Venezuela y Colombia produjo elevadas pérdidas económicas, abandono de campos sin cosechar, desabastecimiento de semilla, entre otros problemas, situación que se podría repetir en Ecuador.

En estas circunstancias, luego del ingreso de *Tecia solanivora* a la provincia de Carchi, el INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) diseñó y ejecutó un plan de trabajo. Éste consistió en el muestreo de las principales zonas productoras, investigación aplicada, actividades de transferencia y difusión, y mejora de la relación interinstitucional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Muestreo de *Tecia solanivora*

El muestreo realizado en 1997 en 20 localidades de la provincia de Carchi determinó la presencia de la polilla en 10 de ellas, de las cuales Santa Marta de Cuba tuvo la mayor población con 26 adultos/trampa/semana (ats) (INIAP, 1997). En 1998 se muestrearon siete localidades en el cantón Tulcán y en cinco de ellas se encontraron polillas con una población de hasta 10 ats. En el cantón Montúfar se muestrearon 10 localidades y en todas ellas se encontró a la plaga.

La mayor población se localizó en La Esperanza con 242 ats, en otras cuatro localidades se obtuvieron valores superiores a 100 ats y en las localidades restantes, los valores de captura fueron menores a 100. En el cantón Espejo se muestrearon tres localidades, pero con valores inferiores a los antes anotados (INIAP, 1998).

En 1998, en el cantón Montúfar se determinó una relación negativa ($r = 0.70$) entre el incremento de altitud y la población de adultos de *Tecia solanivora* capturados en las trampas. El valor fue de 3.78 adultos menos por cada metro de incremento sobre el nivel del mar.

Las localidades estudiadas en la provincia de Carchi están ubicadas entre los 2 500 y 3 320 msnm. El daño fue inferior al 20%. En la provincia de Cotopaxi, en el cantón Salcedo, se muestrearon 17 localidades ubicadas a 2 500 msnm, y dos bodegas de venta de semilla de papa. La plaga se encuentra distribuida en todo el valle cercano a Salcedo. Los valores de captura generalmente fueron menores a 100 ats, excepto en una de ellas que mostró 150 ats (INIAP, 1998).

En las bodegas de semilla también se encontraron insectos adultos. En sitios fuera de este valle, en altitudes superiores a 3 500 msnm no se encontró *Tecia solanivora*. En 1998 no se reportó la presencia de esta polilla en otras localidades diferentes a las indicadas. A nivel de campo los valores de tubérculos con daño generalmente fueron bajos, excepto en El Chamizo (provincia de Carchi) que alcanzó el 30% de tubérculos afectados. En almacenamiento de semilla, el daño llegó hasta el 100% (INIAP, 1998).

Durante el 2001 y 2002, el daño en campo fue mayor. A nivel general se estimó un 20% de tubérculos afectados en el Carchi, con un abandono del 10% de cultivos a causa de *Tecia solanivora* y a los precios bajos, mientras que en Chambo (provincia de Chimborazo) el daño en campo llegó al 60%.

Investigación aplicada

Se realizó investigación aplicada que permitiera la generación inmediata de recomendaciones para los agricultores. Ésta consistió en la realización de pruebas utilizando tratamientos que tenían referencias de control para *Tecia solanivora* o para insectos con comportamientos similares.

Las pruebas con tubérculos almacenados para semilla se realizaron con *Bacillus thuringiensis*, PhopGV, cal, pomina, hojas de eucalipto, feromonas, asolación, malatión, carbaril. Uno de los mejores controles demostró ser carbaril 10% en la cantidad de 2 g por kilogramo de tubérculos. El incremento de daño fue cero en 90 días de almacenamiento, en comparación con el testigo, el cual alcanzó el 63% de incremento.

La aplicación de baculovirus no fue efectiva en el control, por lo que es necesario buscar otras formas de aplicación, para mejorar su eficacia (INIAP, 1998). La asolación puede constituirse en una forma adecuada de control del insecto. El principio consiste en colocar a los tubérculos afectados en el sol por un tiempo de hasta 30 días. Durante este tiempo las larvas abandonan el tubérculo, luego de lo cual, se puede almacenar la semilla para que continúen con su etapa de receso vegetativo.

Los demás tratamientos estudiados tampoco fueron efectivos en el control. Las pruebas de campo indicaron que con niveles de población menores a 119 ats y con los insecticidas usados, los tubérculos tuvieron un valor de daño menor al 3%, igual a los daños en la muestra testigo.

Transferencia y Difusión

Las actividades de transferencia y difusión dieron a conocer a técnicos y agricultores lo esencial sobre la biología y comportamiento del insecto, y las recomendaciones de control más importantes (INIAP, 1997).

La metodología consistió en la difusión de mensajes impresos y radiales. Además, se hicieron reuniones, talleres, giras de observación, experimentos con agricultores y presentación de resultados. También, se realizó un taller internacional con técnicos de Colombia, Perú y Ecuador.

Participación Interinstitucional

Debido a la importancia de la plaga, su amplia zona de acción y a las implicaciones sociales y económicas de su presencia, se propició la participación de varias instituciones relacionadas con los agricultores y con el cultivo de la papa.

Las organizaciones e instituciones con las que se trabajó conjuntamente fueron: MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), SESA (Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria), CIP (Centro Internacional de la Papa), Consejo Agrario de Cotopaxi, Organizaciones Campesinas de Cotopaxi, Curia de Cotopaxi, PUCE (Pontificia Universidad Católica del Ecuador), IRD (Institut de Recherche pour le Développement), MIP-CRSP (Proyecto Colaborativo de Soporte a la Investigación en Manejo Integrado de Plagas), PROMSA

(Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios), UVTT-Carchi (Unidad de Validación y Transferencia Tecnológica) e INIAP.

LITERATURA CITADA

INIAP/PNRT-PAPA/PROYECTO FORTIPAPA. 1997. Informe anual 1997. Compendio. ImpreFEPP, Quito, Ecuador.

INIAP/PNRT-PAPA/PROYECTO FORTIPAPA. 1998. Informe anual 1998. Compendio. ImpreFEPP, Quito, Ecuador.

**DETERMINACIÓN DE LA SECUENCIA COMPLETA
DEL GRANULOVIRUS DE LA POLILLA DE LA PAPA
PHTHORIMAEA OPERCULELLA (ZELLER)
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**

LILIANE CROIZIER¹, AHMED TAHA¹,
GUY CROIZIER¹, Y MIGUEL LÓPEZ-FERBER^{1,2}

¹*Laboratoire de Pathologie Comparée
INRA UMR 1231 CNRS FRE 2689, Université Montpellier II
30380 Saint-Christol-les-Alès, France,
e-mail, lopez@ensam.inra.fr*

²*Institut de Recherche pour le Développement, UR 132,
Station de recherches INRA, 30380 Saint-Christol-les-Alès, France*

RESUMEN

La polilla de la papa, *Phthorimaea operculella*, forma parte del conjunto de insectos plaga de la papa no sólo en América Latina sino en todas las regiones templadas. El granulovirus (PhopGV) aislado de larvas de *P. operculella* es eficaz en el control biológico de este insecto. Preparaciones artesanales o semi-industriales se utilizan en varios países. Este mismo granulovirus es capaz de infectar, en un grado variable, las otras especies de polillas de la papa, entre las cuales destaca *Tecia solanivora*.

Aislamientos de PhopGV han sido obtenidos en diversas regiones. El análisis del genoma de estos aislamientos revela una variabilidad reducida en el polimorfismo de fragmentos de restricción.

Se secuenció el genoma del PhopGV (aislado de Túnez). Contiene 119 217 pb (pares de bases). 130 ORFs (Open Reading Frames) (cuadros abiertos de lectura) fueron seleccionados siguiendo los criterios de homología con otros baculovirus y tamaño superior a 150 nt (nucleótidos). PhopGV es evolutivamente próximo al granulovirus de la polilla de la manzana, *Cydia pomonella*.

La determinación y el análisis de la secuencia completa del genoma de PhopGV sirve como base para la comparación de los demás aislamientos y de la posible evolución de los virus utilizados en las preparaciones insecticidas.

Palabras claves: Genoma; Granulovirus; *Phthorimaea operculella*; Polimorfismo

ABSTRACT

The potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*, is one of the pests affecting potatoes not only in South America, but in all temperate regions around the world. A granulovirus (PhopGV), isolated from *P. operculella* larvae is effective for biological control. Home-made or low scale industrial preparations are being used in various countries. PhopGV is able to infect, in varied extents, other potato moths, among them *Tecia solanivora*.

Various PhopGV isolates have been collected in different regions, and the analysis of their genome by RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) has revealed reduced variability.

The genome of PhopGV (Tunisian isolate) has been sequenced, and it is 119,217 bp (base pairs) in length. 130 ORF's (Open Reading Frames) have been selected by following the usual homology criteria with ORF's previously found in other baculoviruses, and length over 150 nt (nucleotides). PhopGV is phylogenetically close to the apple moth, *Cydia pomonella* granulovirus.

The sequence of the genome of PhopGV has provided a basis to compare all the other isolates and to follow up the possible evolution of viruses which are being used as bio-insecticides.

Key words: Genome; Granulovirus; *Phthorimaea operculella*, Polymorphism

INTRODUCCIÓN

Las pérdidas ocasionadas por las polillas de la papa ocurren en el campo o en los silos de conservación. Hasta hace poco, este último era predominante, siendo *Phthorimaea operculella* la polilla más abundante. Un virus ha sido aislado a partir de este insecto. Este virus pertenece al género de los granulovirus o virus de granulosis (GV), uno de los dos géneros que conforman la familia *Baculoviridae* (Murphy et al., 1995).

Aunque la información genética existente sobre los GVs es limitada en comparación con la disponible para los virus de poliedrosis nuclear o nucleopoliedrovirus (NPV), todo parece indicar que los genes esenciales para la replicación del ADN viral y para la construcción de las partículas víricas son comunes a estos dos géneros (Hayakawa et al., 1999).

El desarrollo de insecticidas biológicos para el control de las poblaciones de las polillas de la papa requiere la evaluación precisa de la eficacia de cada uno de los aislamientos virales, así como la caracterización de las diferencias entre los mismos.

Para ello se realizó un mapa físico del aislado de Túnez del GV de la polilla de la papa, PhopGV. En una segunda etapa, se determinó la secuencia completa del genoma de este virus.

MATERIALES Y MÉTODOS

Virus y ADN

Se utilizó el aislado de Túnez de PhopGV proveniente de Egipto. El virus fue amplificado mediante infección de larvas de una colonia sana mantenida en el laboratorio. Los gránulos fueron purificados a partir de larvas muertas y el ADN viral extraído mediante las técnicas habituales. Este ADN fue digerido con varias enzimas de restricción (Maniatis et al., 1982). Los fragmentos obtenidos tras la digestión con *Sal* I, *Hind* III, *Bam* HI, *Sph* I, *Bgl* II, *Sma* I y *Pst* I fueron clonados en pUC19.

Secuenciación del ADN

Los fragmentos clonados fueron secuenciados por "walking" usando oligonucleótidos sintetizados a propósito en secuenciadores Applied Biosystems Modelos 373A y 377, con la tecnología de terminadores fluorescentes (ABI PRISM Dye terminator cycle sequencing, Perkin Elmer).

Para determinar la continuidad entre fragmentos adyacentes, así como para cubrir regiones no clonadas, se secuenciaron productos de PCR (Polymerase Chain Reaction) (Reacción en Cadena de la Polimerasa) obtenidos directamente a partir del genoma viral. Las secuencias obtenidas fueron reunidas para obtener una secuencia continua.

Análisis de la Secuencia

La secuencia fue analizada mediante los programas GCG (Devreux et al., 1984) y Vector NTI (Informax Inc.). Los ORFs de tamaño superior a 50 codones fueron analizados. Los ORFs más pequeños fueron analizados solamente si presentaban homología con ORFs descritos en otros baculovirus. La búsqueda de homologías fue realizada por FASTA (Pearson y Lipman, 1988) y BLAST (Altschul et al., 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se construyó el mapa físico del genotipo más abundante del aislado de Túnez. Se localizaron dos sitios variables, que caracterizan los aislados de Venezuela y Perú (Fig. 1).

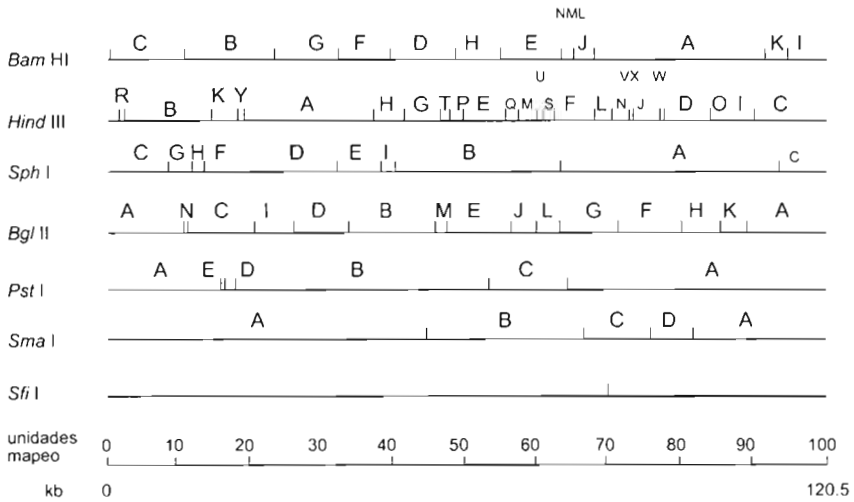


FIG. 1.—Mapa físico del genoma del granulovirus de *Phthorimaea operculella* (PhopGV).

Tamaño del Genoma de PhopGV

El tamaño del genoma estimado mediante los análisis de restricción era de 120.5 kb (kilobases). El tamaño determinado mediante secuenciación es de 119 217 pb. El contenido en GC es de 35.7%, el más bajo observado hasta el 2002. La secuencia ha sido orientada siguiendo la convención de Vlak y Smith (1982) y el origen situado en el A del codón iniciador de la granulina (Fig. 2).

Las diferencias de tamaño del genoma entre PhopGV (119.2 kb) y otros granulovirus secuenciados (178 kb en XcGV) son debidas fundamentalmente a la ausencia de genes repetidos (7 bro y 4 enhancin en XcGV).

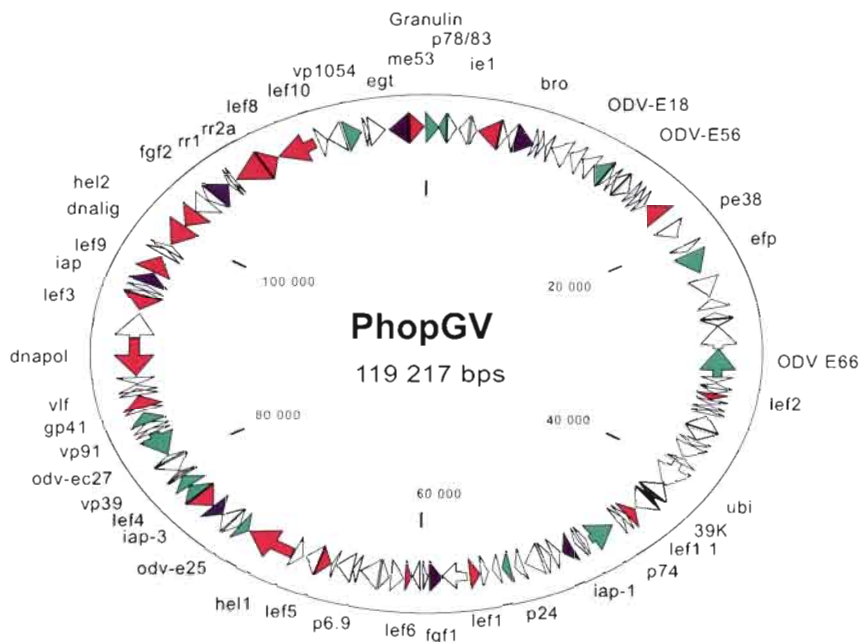


FIG. 2.—Mapa genético del granulovirus de *Phthorimaea operculella* (PhopGV). En rojo, los genes implicados en la replicación del ADN y la expresión de los genes tardíos. En verde, las proteínas estructurales. En azul, los genes implicados en el control de la célula hospedera.

Contenido Genético

130 ORFs potenciales fueron seleccionados. En la Tabla 1 se presenta los genes conservados entre los diferentes genomas de baculovirus publicados hasta el 2002.

28 ORFs tienen homologías con otros baculovirus, aunque cuatro tienen homología con genes identificados en otros organismos. Los otros 24 ORFs no presentan homologías significativas con las secuencias de los bancos de datos. Phop46 contiene una serie de repeticiones (Fig. 3b) y tal vez no sea transcrito.

TABLA 1.—Número de ORFs con genes homólogos en las secuencias de baculovirus publicadas. En rojo, NPVs. En azul, GVs. El número de ORFs presentes en todos los baculovirus es de 63 a 65, según los análisis. NR: no analizado.

| | Ac | Bm | Op | Ld | Se | Ha | Xcn | Px | Phop |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Ac | 154 | 115 | 126 | 94 | 103 | 100 | 84 | 74 | 71 |
| Bm | | 136 | 95 | 91 | 99 | 98 | 80 | NR | 67 |
| Op | | | 152 | 95 | 102 | 94 | 76 | NR | 73 |
| Ld | | | | 163 | 104 | 94 | 93 | NR | 74 |
| Se | | | | | 139 | 103 | 72 | NR | 72 |
| Ha | | | | | | 135 | 69 | NR | 71 |
| Xcn | | | | | | | 181 | 100 | 94 |
| Px | | | | | | | | 120 | 90 |
| Phop | | | | | | | | | 130 |

La Tabla 2 indica los 16 genes que se encuentran solamente en los GVs. La función de la mayoría no ha sido aún determinada. Algunos genes que se encuentran en otros baculovirus no están presentes en PhopGV. Este es el caso de la quitinasa (*chi*), de la catepsina (*vcath*), del factor de reorganización de la actina (*arif-1*) o factor de expresión tardía 7 (*lef-7*). No hemos podido determinar la presencia de un exón ie-0

TABLA 2.—ORFs presentes sólo en los GVs.

| PhopGV ORF | Tamaño PhopGV | XcnGVORF | PxGVORF |
|------------|---------------|----------|---------|
| 4 | 190 | 7 | 8 |
| 5 | 91 | 8 | 9 |
| 19 | 157 | 17 | 20 |
| 21 | 146 | 18 | 23 |
| 26 | 179 | 26 | 25 |
| 29 | 220 | 29 | 28 |
| 41 | 469 | 40 | 35 |
| 92 | 403 | 113 | 82 |
| 93 | 97 | 116 | 83 |
| 107 | 179 | 136 | 97 |
| 111 | 163 | 169 | 65 |
| 117 | 66 | 143 | 103 |
| 118 | 52 | 142 | 102 |
| 123 | 322 | 172 | 113 |
| 124 | 65 | 173 | 114 |
| 128 | 341 | 178 | 117 |

La disposición de los genes en el genoma de PhopGV es muy similar a la del GV de la polilla de la manzana, *Cydia pomonella*. No hemos podido identificar regiones de tipo hr (homologous repeats) (secuencias homólogas repetidas). Varias repeticiones no palindrómicas ricas en AT se encuentran distribuidas en

el genoma. Estas repeticiones son demasiado pequeñas para ser consideradas como equivalentes de las hr. Se identificó sólo una repetición directa de 130 nt, así como una repetición invertida (Fig. 3a).

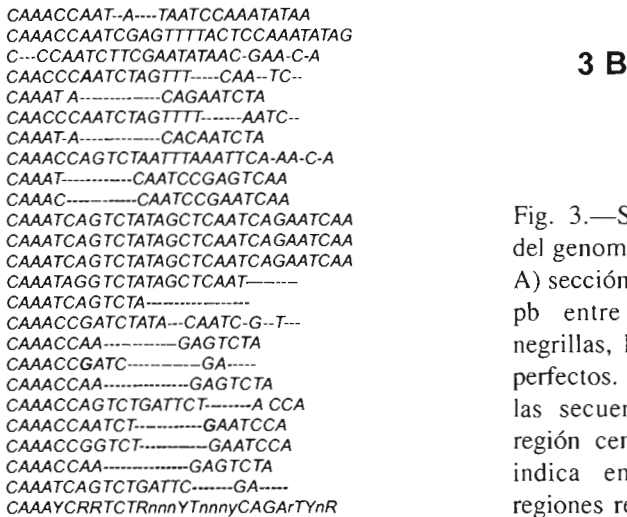
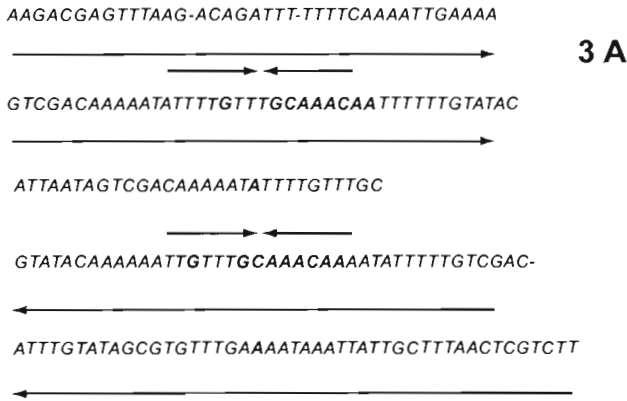


Fig. 3.—Secuencias repetidas del genoma del PhopGV. A) sección de la región de 203 pb entre *sod* y *p74*. En negrillas, los dos palindromes perfectos. Las flechas indican las secuencias repetidas. La región central no repetida se indica en negrillas, y las regiones repetidas, en cursiva. B) las 24 repeticiones internas al ORF Phop46. Y=C o T, R=A o G. La última línea indica la secuencia consensual.

CONCLUSIÓN

La disponibilidad de un mapa físico preciso y de la secuencia permitirá la comparación de los GVs aislados de diferentes localidades y diferentes insectos. Este es un paso previo para el establecimiento de controles de calidad de los bio-insecticidas. Por otro lado, los datos obtenidos combinados con los estudios de replicación del virus en los diferentes hospederos nos permitirán identificar los genes importantes para la determinación del espectro de hospederos y, en consecuencia, un mejor control de las plagas de la papa.

Agradecimientos.—Al Dr. El Bedewy del CIP-Egipto (Centro Internacional de la Papa) por proporcionarnos al aislado de Túnez utilizado en esta investigación.

LITERATURA CITADA

- ALTSCHUL, S. F., W. GISH, W. MILLER, E. W. MYERS, Y D. J. LIPMAN. 1990. Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology* 215:403 -410.
- DEVEREUX, J., P. HAEBERLI, Y O. SMITHIES. 1984. A comprehensive set of sequence analysis programs for the VAX. *Nucleic Acids Research* 12:387—396.
- HAYAKAWA, T., R. KO, K. OKANO, S. I. SEONG, C. GOTO, Y S. MAEDA. 1999. Sequence analysis of the *Xestia c-nigrum* granulovirus genome. *Virology* 262: 277.
- MANIATIS, T., E. F. FRITSCH, Y J. SAMBROOK. 1982. *Molecular Cloning: A laboratory Manual*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York, U.S.A.
- MURPHY, F. A., C. M. FAUQUET, D. H. L. BISHOP, S. A. GHABRIAL, A. W. JARVIS, G. P. MARTELLI, M. A. MAYO, Y M. D. SUMMERS. 1995. *Virus Taxonomy. Sixth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses (ITCV)*. Springer-Verlag Wien, New York, USA.
- PEARSON, J. D., Y D. J. LIPMAN. 1988. Improved tools for biological sequence comparison. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 85:2444—2448.
- VLAKE, J. M., Y G. E. SMITH. 1982. Orientation of the genome of *Autographa californica* nuclear polyhedrosis virus: a proposal. *Journal of Virology* 41: 1118—1121.

AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE UN GRANULOVIRUS ENCONTRADO EN *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) PARA SU USO COMO PESTICIDA BIOLÓGICO

CARLOS RUIZ A.¹, ANDRÉ POLLET²,
IVÁN AVEIGA³, Y ÁLVARO R. BARRAGÁN³

¹Fundación Numashir, Iberia y Mariano Ortiz Esquina
Departamento B1, Aptdo. 17-01-9149, Quito, Ecuador;
e-mail, cruiz@numashir.org

²Chemin d'Auzouville, 76590 Bertreville Saint Ouen, France

³Escuela de Biología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador,
Av. 12 de Octubre y Roca, Aptdo. 17-01-2184, Quito, Ecuador

RESUMEN

Como parte del proyecto “Estudio de la biología de la polilla de la papa *Tecia solanivora*” (PUCE-IRD), se caracterizó un granulovirus (GV *Baculoviridae*) aislado de *T. solanivora*, la cual afecta a cultivos de papa.

Para la caracterización del granulovirus encontrado en la plaga se utilizaron cuatro enzimas de restricción. Con *Bam* HI el genoma total presentó 107 697 pb (pares de bases). Con *Eco* RI fue de 110 041 pb. Para *Hind* III de 105 998 pb. Por último, *Pst* I dio un total de 107 114 pb. El peso molecular total estimado del genoma fue de 107 712 ± 1 704 pb.

Además, se realizó la comparación con un granulovirus de *Phthorimaea operculella* (PhopGV), comercializado con el nombre de MATAPOL[®], el cual también afecta a *Tecia solanivora*. Se comprobó que los dos virus tenían los mismos patrones de restricción al ser digeridos con las enzimas *Bam* HI, *Eco* RI y *Hind* III.

Esto demuestra que el PhopGV no es específico para *Phthorimaea operculella*, sino que infecta a especies relacionadas por su alimentación y sus ciclos de vida, como es el caso de *Tecia solanivora*.

Palabras claves: Caracterización molecular; Granulovirus de *Phthorimaea operculella*; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

Within the project "Study of the biology of the potato tuber moth, *Tecia solanivora*", (PUCE-IRD), a granulovirus (GV *Baculoviridae*) was characterized. This granulovirus had been isolated from *T. solanivora*, a pest affecting potato crops.

For characterization of the granulovirus found on the pest, four restriction enzymes were used. With *Bam* HI the total genome size obtained was 107,697 bp (base pairs); with *Eco* RI, it was 110,041 bp; with *Hind* III, it was 105,998 bp; and with *Pst* I, it was 107,114 bp. The molecular weight of the granulovirus found in the pest is $107,712 \pm 1704$ bp.

Besides, a granulovirus was compared to *Phthorimaea operculella* granulovirus (PhopGV) marketed under the name of MATAPOL[®], which also affects *Tecia solanivora*. It was shown that both viruses yielded the same patterns when digested with the three aforementioned restriction enzymes *Bam* HI, *Eco* RI and *Hind* III.

Such findings have demonstrated that PhopGV is not specific for *Phthorimaea operculella*, on the contrary, it infects species related to each other in terms of feeding habits and life cycles, as in this case.

Key words: Molecular characterization; *Phthorimaea operculella* granulovirus; *Tecia solanivora*

INTRODUCCIÓN

La papa, *Solanum tuberosum* L., se cultiva en altitudes entre 2 700 y 3 400 msnm (Carpio et al., 1999). Se estima que en el Ecuador existen aproximadamente 41 550 productores (MAG y PRSA, 1993). Respecto a la generación de empleo, la actividad absorbe nueve millones de jornales al mes y es uno de los cultivos con mayor demanda de mano de obra (Carpio et al., 1999).

En los últimos años, en el Ecuador se han establecido nuevas amenazas para este cultivo; una de ellas es *Tecia solanivora*, la polilla guatemalteca. Fue reportada por primera vez en el país en 1996 como la causante de graves daños en las zonas donde se cultivan papas en la provincia de Carchi (Gallegos y Suquillo, 1997).

La polilla de la papa, *Tecia solanivora*, tiene un ciclo de vida completo, pasa por cuatro estadios de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto (Herrera, 1997). Este lepidóptero de la familia Gelechiidae es oriundo de Guatemala, donde fue descrito en 1973 como *Scrobipalposis solanivora* Povolny, 1973 y causó graves daños. Luego emigró hacia los países vecinos de América Central (Barroso, 1974).

La plaga siguió avanzando hasta que en 1983 se la reportó en el área andina (Salas et al., 1992). En 1996 se la reporta en el Ecuador, provincia de Carchi, y debido al intenso comercio de papa para semilla y consumo, la plaga emigró desde esa provincia a otras provincias de los Andes ecuatorianos (Barragán et al., 2000).

Los pesticidas químicos, a pesar de que son efectivos para la protección de la planta, causan graves daños al ADN de las personas en contacto; así se ha observado una alta frecuencia de aberraciones cromosomales en poblaciones expuestas directamente a estos productos (Paz y Miño et al., 2000).

También causan muchos problemas ecológicos por la bioacumulación y baja tasa de dispersión por composición hidrofóbica. Bajo estas circunstancias sería lógico que alternativas biológicas y sistemas de control integrado fueran favorecidas y estimuladas, dado que los peligros ecológicos serían reducidos y tales procedimientos probarían ser más baratos que el control químico convencional para las plagas de insectos. En este contexto, el uso de virus patógenos de insectos que son plagas de cultivos agrícolas debe ser considerado (Tinsley, 1979).

Los virus patógenos de insectos frecuentemente causan epizootias naturales en poblaciones de insectos que han sido bien documentados en la literatura (O'Reilly et al., 1992). La mayoría de ejemplos de epizootias naturales que causan un control exitoso en el campo son provistos por un grupo de virus de insectos. Estos virus son el NPV (virus de la nucleopolihedrosis) y el GV (virus de la granulosis) colectivamente clasificados como baculovirus (Tinsley, 1979).

Se conoce que los baculovirus son efectivos controlando poblaciones de insectos y son específicos para cada huésped dentro del orden Artropoda (O'Reilly et al., 1992). Los baculovirus se caracterizan por la forma de varilla de la cápside, y ésta usualmente varía entre 40-50 nm (nanómetros) en diámetro y 200-400 nm en longitud. La longitud puede variar dependiendo del largo del ADN viral (O'Reilly et al., 1992), el cual está entre 80-200 kb (kilobases) (Burgess, 1977).

La larva ingiere los baculovirus presentes como contaminantes en su comida (O'Reilly et al., 1992). Los signos y síntomas causados por el baculovirus, usualmente no se aprecian sino luego de varios días de haber ingerido el virus.

Los primeros signos de que la larva está enferma son el cambio de color y la decoloración, que indican que existe un mal funcionamiento metabólico (Granados y Williams, 1986).

En general las larvas infectadas con GVs crecen más despacio que las larvas sanas y, usualmente, llegan al tamaño máximo al tiempo en que las larvas sanas están empupando.

En los estadios tardíos de la infección con GV, la larva presenta una apariencia hinchada y tiene un color uniforme que va desde blanco hasta crema. Con la muerte de la larva, frecuentemente, existe la ruptura de la frágil epidermis, liberando cuerpos de occlusión virales (OVs) (Granados y Williams, 1986).

Actualmente, en Bolivia existe un pesticida biológico que sirve para el control de *Phthorimaea operculella*. El producto es comercializado bajo el nombre de MATAPOL®, y contiene baculovirus en cantidad suficiente para el control de esa plaga. Este baculovirus fue encontrado infectando larvas de la *P. operculella* en el CIP (Centro Internacional de la Papa) en Lima (Perú). Aunque antes fue reportado en Sri Lanka, Sudáfrica, India y Australia, en donde fue estudiado de forma exhaustiva.

El objetivo de este estudio es aislar e identificar un baculovirus que infecte a *Tecia solanivora*, con el propósito a futuro, de reducir el número de insectos, minimizar el impacto causado por agentes químicos y aliviar las pérdidas económicas de los agricultores en este cultivo de alto riesgo. Adicionalmente, se multiplicará el PhopGV en larvas de *T. solanivora*, con el fin de comparar el virus encontrado en el Ecuador y el comercializado bajo el nombre de MATAPOL®.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los tubérculos de papa fueron cosechados en la provincia de Carchi y analizados posteriormente en el laboratorio de Bioquímica de la PUCE (Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Las larvas de *Tecia solanivora* que presentaron una coloración blanquecina, hinchazón en sus segmentos y cambio de comportamiento fueron consideradas como larvas enfermas y recolectadas para estudios posteriores.

Para la multiplicación del baculovirus (virus X) se procedió a macerar las larvas en un mortero con agua destilada y Tween 20 (modificado de Angeles et al., 1996). Con la solución de 60 El (El = Equivalentes larvales, 1El = una larva enferma macerada en 1 lt de agua) se inocularon los tubérculos de papa. Posteriormente, se secaron a la sombra, y se los puso en una caja de plástico de 23 x 23 x 12 cm con malla de organza en la tapa (modificado de Angeles et al., 1995).

Los huevos de la plaga fueron trasladados a cajas de plástico que contenían las papas inoculadas. Luego de 30 días, cuando las larvas se encontraron en el IV estadio, la sintomatología fue evidente. En este momento se procedió a la recolección de estas larvas y se las refrigeró para preservarlas y posteriormente hacer la extracción del ADN viral.

Para la extracción del ADN viral se maceró las larvas enfermas congeladas en 200 ml de buffer de homogenización (0.1M NaCl, 0.2M Sucrosa, 0.2M EDTA,

0.02M Tris, pH 8.0), 50 ml de buffer de lisis (0.2M EDTA, 0.07M SDS, 0.5M Tris, pH 9.2) y 50 ml 0.5M Na₂CO₃, y se dejó reposar por 20 min (modificado Hamelin et al., 1989; A. Pollet, com. pers., 2000; modificado Yang et al., 1997)

Este lisado se incubó con 50 ml de proteinasa K (10mg/ml, PROMEGA V302B) por 45 min a 68°C en baño maría, utilizando un reverbero RET BSI-IKA Labortechnik (modificado Hamelin et al., 1989; A. Pollet com. pers, 2000; modificado Yang et al., 1997).

Se añadieron 50 ml de acetato de potasio (3M) y se incubaron en hielo por una hora. La muestra fue extraída mediante lavadas con fenol-cloroformo alcohol isoamílico por 5 min a 8 000 rpm (revoluciones por minuto) en una microcentrifuga Labnet Spectrafuge 16M (modificado Hamelin et al., 1989; A. Pollet com. pers., 2000; modificado Yang et al., 1997).

El ADN viral fue precipitado mediante la adición de 2.5 volúmenes de etanol al 100% y mantenidos a -70°C por 20 min, para luego ser centrifugado a 13 000 rpm por 30 min a temperatura ambiente. El pellet final fue lavado con etanol 70%, centrifugado y secado a temperatura ambiente por 30 min, para luego resuspenderlo en 50 ml de buffer Tris-Cl pH 8.0. Esta muestra fue guardada a -20°C (modificado Hamelin et al., 1989; Pollet com. pers, 2000; modificado Yang et al., 1997).

Alicuotas que contenían 4 ug de GV de ADN fueron digeridas con las enzimas *Bam* HI (Sigma R-0260), *Eco* RI (Sigma R-4640), *Hind* III (Sigma R-1137) y *Pst* I (Sigma 7002), por una hora a 37°C en baño maría. Las muestras fueron guardadas por 10 min a -20 °C.

Se preparó un gel de agarosa al 0.5% con tampón TBE (89 mM Tris base, 89 mM ácido bórico, 2 mM EDTA) que contenía bromuro de etidio (1 mg/ml) (Sambrook et al., 1989).

En este gel se pusieron las muestras almacenadas. Se adicionó marcador de frente (0.25% azul de bromofenol y 40% sucrosa, según Sambrook et al., 1989). Se utilizaron pesos moleculares estándares ADN de Lambda digerida con *Bste* II (Sigma D-9793).

Para el registro de estos datos se utilizó una cámara Polaroid Fotodine con rollo Polaroid 665 Positivo/Negativo B/N. Para revelar el negativo se utilizó una solución de sulfito de sodio al 18%.

Para determinar el tamaño del ADN viral se utilizó una curva de calibración entre log₁₀ de los pesos moleculares estándares para ADN y las distancias migradas. Se determinó el tamaño de todas las bandas obtenidas al hacer los cortes con las enzimas de restricción.

Para la comparación entre el virus encontrado en la provincia de Carchi y el PhopGV se realizó la multiplicación de este último. El PhopGV que se comercializa bajo el nombre de MATAPOL® fue aplicado sobre los tubérculos

de papa como se lo indicaba en la presentación: 200 gr de la formulación para 22 kg de papa. Luego de 30 días, cuando las larvas se encontraban en el IV estadio, se procedió a la recolección de las larvas enfermas de *Tecia solanivora*. Éstas fueron almacenadas a -20°C.

Para la comparación del PhopGV y el encontrado en *Tecia solanivora* se realizaron geles de agarosa al 0.5%, en donde se corrieron muestras de ambos virus cortados con la misma enzima.

RESULTADOS

Las larvas enfermas de *Tecia solanivora* infectadas presentaron síntomas como el cambio de la coloración de la cutícula. Las larvas sanas del III estadio son verdes, mientras que las que están infectadas con baculovirus son de color blanco-lechoso. Este cambio de color se observó a partir del II estadio larval, siendo más evidente en el III y IV estadios. Las larvas enfermas son más lentas y no reaccionan rápidamente, como lo hacen las sanas frente a estímulos externos.

Al llegar al final del IV estadio, las larvas no seguían su desarrollo normal (empupar) y morían. Las larvas muertas eran muy frágiles y fácilmente rompibles, y se observó la excreción de un líquido lechoso, el cual contenía virus suspendidos en los tejidos licuados. Estos mismos síntomas se observaron en larvas de *Tecia solanivora* infectadas con el PhopGV.

Tratamiento del ADN Viral con Enzimas de Restricción

Para la digestión del ADN viral con las enzimas de restricción se utilizó la suspensión del ADN extraído. El ADN viral al ser digerido con las enzimas de restricción *Bam* HI, *Eco* RI, *Hind* III y *Pst* I dio como resultado varias bandas que se observan en la Tabla 1.

Para *Bam* HI se obtuvieron 10 fragmentos, con un tamaño total de 107 697 pb (Tabla 1). Con la enzima de restricción *Eco* RI se observaron 13 fragmentos. El ADN viral tenía 110 041 pb (Tabla 1). La digestión del ADN viral con *Hind* III dio como resultado un genoma de 105 998 pb. Se observaron 17 fragmentos (Tabla 1). Al digerir el ADN viral con la enzima *Pst* I se observó un total de nueve fragmentos con un ADN viral de 107 114 pb (Tabla 1).

TABLA I.—Tamaño de los fragmentos del baculovirus que se encontró en *Tecia solanivora* producidos mediante la digestión con las enzimas de restricción, expresado en pb.

| Banda | <i>Bam</i> HI | <i>Hind</i> III | <i>Eco</i> RI | <i>Pst</i> I |
|-------|---------------|-----------------|---------------|--------------|
| A | 23 011 | 21 168 | 18 258 | 22 683 |
| B | 21 350 | 16 355 | 14 614 | 19 687 |
| C | 16 122 | 12 287 | 12 941 | 14 920 |
| D | 11 578 | 9 839 | 11 773 | 13 685 |
| E | 10 017 | 7 713 | 9 520 | 11 637 |
| F | 8 412 | 6 314 | 8 852 | 10 177 |
| G | 7 488 | 5 643 | 7 776 | 6 608 |
| H | 6 055 | 4 390 | 7 034 | 4 660 |
| I | 2 704 | 3 831 | 6 362 | 3 056 |
| J | 961 | 3 501 | 5 937 | |
| K | | 3 182 | 3 100 | |
| L | | 2 868 | 2 490 | |
| M | | 2 514 | 1 384 | |
| N | | 2 194 | | |
| O | | 1 788 | | |
| P | | 1 274 | | |
| Q | | 1 136 | | |
| Total | 107 697 | 105 998 | 110 041 | 107 114 |

Tamaño medio 107 712 pb \pm 1 704 pb

Para la determinación del tamaño total del ADN del baculovirus que se encontró infectando a larvas de *Tecia solanivora* se realizó la digestión del ADN viral, con enzimas de restricción y el cálculo de las curvas de calibración. Se obtuvo una media de 107 712 pb (Tabla I), con una desviación estándar de 1 704 pb.

Adicionalmente, al realizar la comparación entre el PhopGV y el granulovirus encontrado en *Tecia solanivora* (Virus X), mediante cortes con las enzimas de restricción y geles de agarosa al 0.5%, se observó que los dos virus mostraban los mismos patrones de banda. Se usaron las enzimas de restricción *Bam* HI, *Eco* RI y *Hind* III. Ambos virus migran a la misma distancia y presentan los mismos pesos moleculares.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Una ventaja con la que se cuenta al momento de identificar las larvas de *Tecia solanivora* enfermas con virosis, es que los síntomas son fácilmente identificables a simple vista.

El cambio de coloración y comportamiento de las larvas es evidente. Además, éstas no llegan a empupar al tiempo en que lo hacen las larvas sanas sino que mueren antes.

El método utilizado en esta investigación es efectivo para extraer los baculovirus de los hospederos. Esto se demuestra en los resultados obtenidos.

Antes de realizar la extracción de baculovirus, las larvas contaminadas deben ser almacenadas a -20°C . Ello evita la necrosis de las mismas, lo cual provoca una contaminación bacteriana y degradación del ADN viral, dificultando la extracción del mismo e imposibilitando su digestión con las enzimas de restricción. Aunque esto no significa que estas larvas necrosadas no puedan ser utilizadas para la multiplicación del virus, de la misma manera como se realiza con las larvas enfermas no necrosadas.

La purificación óptima del ADN del baculovirus encontrado en *Tecia solanivora* se obtiene gracias a la velocidad empleada durante la centrifugación arriba mencionada, la cual es de 8 000 rpm. Ésta es específica para el tamaño de cada ADN, aunque esta velocidad también podría ser empleada para la extracción de otros granulovirus pero no para los NPV.

El análisis del ADN viral mediante la utilización de enzimas de restricción es el método más usado para la identificación y clasificación de los baculovirus (Allaway et al., 1982; Kelly et al., 1980; Smith et al., 1982; Vlak et al., 1980; en Hamelin et al., 1989).

Los cálculos de las curvas de calibración muestran que el virus analizado tiene un tamaño medio igual de $107\ 712 \pm 1\ 704$ pb, lo cual es una clara muestra de que se trata de un GV, ya que según la literatura, generalmente estos virus alcanzan tamaños desde 104 000 hasta 179 000 pb. Esto a su vez descarta que sea un NPV, ya que estos últimos son de mayor tamaño, oscilando entre 140 000 y 200 000 pb.

Aunque el valor obtenido en este estudio ha sido el resultado de varios meses de comprobación, no se puede descartar la posibilidad de que algunos fragmentos menores a 500 pb hayan eluido de los geles al momento de la electroforesis. Lo mencionado causaría un pequeño error en la estimación del tamaño del ADN viral. Así, se explicaría que existan diferencias menores entre las estimaciones de tamaño determinadas de los cortes con cada una de las enzimas.

El uso de cuatro enzimas de restricción diferentes permite reducir la incidencia de errores en la estimación del tamaño del ADN del baculovirus y da mayor confiabilidad a los datos obtenidos.

En un trabajo anterior (T. Ahmed, com. pers., 1999) señala que el tamaño del genoma del baculovirus de *Phthorimaea operculella* es de 120 415 pb, con una desviación estándar de 545 pb. Esta diferencia con tales resultados se podría atribuir a que el trabajo citado se realizó mediante un análisis de toda la secuencia del ADN del virus para realizar un mapa físico. Este análisis da un resultado más fino, pero los valores no dejan de ser muy aproximados a los obtenidos en este estudio.

Al iniciar esta investigación se postulaba que el virus de *Tecia solanivora* era uno diferente al de *Phthorimaea operculella*; pero se trata del mismo virus. Los patrones de restricción idénticos e iguales pesos moleculares, demuestran que este virus no es específico para una especie de lepidóptero, sino que podría infectar a otras especies de polillas relacionadas por su tipo de alimentación y sus ciclos de vida.

A pesar de que se han realizado varias salidas de campo para recolectar larvas en los sitios de cosecha y almacenaje de la papa a lo largo del país, cabe recalcar que se encontraron larvas con virosis solamente en San Gabriel (provincia de Carchi).

Desde 1999, técnicos del INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) se encuentran realizando ensayos comparativos entre el NPV reportado por J. L. Zeddám (com. pers., 1999) y el PhopGV, para determinar la efectividad de cada uno como controlador biológico. Sin embargo, en el presente estudio no se pudo encontrar NPVs en ninguna de las extracciones realizadas, sino solamente el GV mencionado en los resultados de este trabajo. Existe la posibilidad de que debido a los trabajos que se han estado realizando, el granulovirus constituyente del MATAPOL® (PhopGV) haya contaminado los tubérculos almacenados en el laboratorio, y que el NPV encontrado en 1999 haya sido el perteneciente a una cepa que se perdió.

Además, como parte del proyecto PUCE-IRD se están realizando ensayos en el laboratorio, cuyos resultados aún no han sido publicados. Se trata de determinar el potencial de este granulovirus como biopesticida, ya que todavía no está claro en qué cantidades, ni en qué condiciones debe aplicarse. Aunque ya existen reportes de que en Venezuela (Niño de Gualdrón y Notz, 2000) se han hecho pruebas exitosas de la patogenicidad de un granulovirus de *Tecia solanivora*, aún no se ha determinado exactamente de qué virus se trata, por lo que no sabemos si es el mismo que hemos caracterizado o se trata de otro.

LITERATURA CITADA

- ANGELES, I., Y J. ALCAZAR. 1995. Susceptibilidad de la polilla *Symmetrischema tangolias* al virus de la granulosis de *Phthorimaea operculella* (PhopGV). Revista Peruana de Entomología 39:7-10.
- BARRAGÁN, A. R., A. POLLET, G. ONORE, I. AVEIGA, J. M. PRADO, P. D. GALLEGOS, Y C. RUIZ. 2000. Distribución de la polilla guatemalteca en el Ecuador. Pg 105 En A. Mafla, L. A. Coloma, C. Quintana, y V. Rafael (Eds.), Memorias de las XXIV Jornadas Ecuatorianas de Biología. PUCE. Quito. Ecuador.

- BARROSO, P. 1974. Ciclo biológico de la polilla guatemalteca de la papa *Scrobipalposis solanivora* Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae). Nueva grave plaga de *Solanum tuberosum*. Tesis de Ingeniería Agronómica, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- BURGESS, S. 1977. Molecular weights of Lepidopteran baculovirus ADNs: derivation by electron microscopy. *Journal of General Virology* 37:501- 510.
- CARPIO, H., G. CHÁVEZ, Y M. HERRERA. 1999. Estudio sobre el subfactor de la papa en el Ecuador. Programa Nacional de Raíces y Tubérculos. INIAP, Quito, Ecuador.
- GALLEGOS, P. D., Y J. P. SUQUILLO. 1997. Monitoreo de la polilla de la papa *Tecia solanivora*. Pg. 14. En FORTIPAPA-INIAP (Eds.), del I Taller Internacional "Manejo integrado de *Tecia solanivora*." Julio 31 Agosto 4. INIAP-CIP, Ibarra, Ecuador.
- GRANADOS, R., Y K. WILLIAMS. 1986. *In vivo* infection and replication of baculoviruses. Pp. 89-108. En R. Granados y B. Federici (Eds.), *The Biology of Baculoviruses*. CRC Press, Boca Raton, Florida, U.S.A.
- HAMMELIN, C., C. LAVALLÉE, Y S. BELLONCIK. 1989. A simplified method for the characterization of nuclear polyhedrosis virus genomes. *Microbiology Letters* 60:233-238.
- HERRERA, F. 1997. La polilla guatemalteca de la papa. Biología, comportamiento y prácticas de manejo integrado. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. CORPOICA, Bogotá, Colombia.
- MAG-PRSA. 1993. Situación, perspectivas y alternativas de la papa en el Ecuador. Boletín Informativo. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Quito, Ecuador.
- NIÑO DE GUALDRÓN, L., Y A. NOTZ. 2000. Patogenicidad de un virus de la granulosis de la polilla de la papa *Tecia solanivora* (Povolny) 1973 (Lepidoptera: Gelechiidae) en el estado de Mérida, Venezuela. *Boletín Entomológico Venezolano* 15(1):39-48.
- O'REILLY, D. R., L. K. MILLER, Y V. A. LUCKOW. 1992. *Baculovirus Expression Vectors: A Laboratory Manual*. W. H. Freeman and Company, New York, U.S.A.

- PAZ Y MIÑO, C., G. BUSTAMANTE, M. V. DÁVALOS, R. BURGOS, J. C. PÉREZ, M. E. SÁNCHEZ, Y P. E. LEONE. 2000. Monitoreo citogenético en población ecuatoriana expuesta ocupacionalmente a pesticidas. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas* 25:15–21.
- POVOLNY, D. 1973. *Scrobipalopsis solanivora* sp.n.-a new pest of potato (*Solanum tuberosum*) from Central america. *Acta Universitatis Agriculturae, facultas Agronomica, Brno* 21:133–146.
- SALAS, J., C. ÁLVAREZ, Y O. MENDOZA. 1992. Manejo Integrado de insectos. Plagas del cultivo de la papa en el Estado de Lara. PRACIPA-FONAIAP, Barquisimeto, Venezuela.
- SAMBROOK, J., E. F. FRITSCH, Y T. MANIATIS. 1989. *Molecular cloning, a laboratory manual*. 2da ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, U.S.A.
- TINSLEY, T. W. 1979. The potencial of insect pathogenic viruses as pesticidal agents. *Annual Review Entomology* 24:63–87.
- YANG, F., W. WANG, R. Z. CHEN, Y X. XU. 1997. A simple and efficient method for purification of prawn baculovirus ADN. *Journal of Virology Methods* 67:1–4.

**PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL
GRANULOVIRUS DE *PHTHORIMAEA OPERCULELLA*
PARA EL CONTROL DE *TECIA SOLANIVORA*
(POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)
EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ, COLOMBIA**

GLORIA SOTELO F.¹, MARÍA PALACIOS L.², Y AZIZ LAGNAUOI³.

¹Secretaría de Agricultura de Boyacá, 20 No. 9-90
Palacio de la Torre, Tunja, Boyacá, Colombia.
e-mail, gloriaso91@hotmail.com

²Agro-Consut International, Av. Los Forestales Mz. H6, Lt. 41.
Urbanización La Riviera de Monterrico, Lima 12, Perú

³The World Bank, Environmentally and Socially Sustainable Development,
1818 H Street, NW, Washington D.C. 20433, U.S.A.

RESUMEN

Tecia solanivora, la polilla guatemalteca, es uno de los problemas fitosanitarios más importantes del cultivo de la papa en Colombia. El PhopGV (granulovirus de *Phthorimaea operculella*) se ofrece actualmente como un componente para el manejo integrado de *T. solanivora*.

La Secretaría de Agricultura de Boyacá realizó investigaciones con el objetivo de establecer un método de crianza masiva de *Tecia solanivora*, estudiar la patogenicidad del PhopGV en larvas de *T. solanivora*, multiplicar el virus, formular el bioinsecticida PhopGV y evaluar la efectividad de este producto en almacenamiento de papa, siguiendo las metodologías desarrolladas por el CIP (Centro Internacional de la papa). Además, se desarrolló una metodología eficiente de crianza masiva de *T. solanivora*.

Se determinó que para *Tecia solanivora* la DI 50 (Dosis letal 50) de PhopGV es 1.61 El (Equivalentes larvales) (El = una larva enferma macerada en 1 l de agua). La dosis para su multiplicación es 10 larvas de *T. solanivora* infectadas con el PhopGV por litro de agua. La dosis para la formulación en polvo del PhopGV es 25 larvas infectadas por kilo de material inerte (caolín).

El nivel de protección proporcionado por el PhopGV contra *Tecia solanivora* es de 75% a 98%, dependiendo del nivel de infestación del tubérculo y del tipo de almacenamiento. La dosis recomendada para su uso por los agricultores es 5 kg de PhopGV por tonelada de papa. En la actualidad, la Secretaría de Agricultura de Boyacá produce y comercializa el bioinsecticida PhopGV, como alternativa al uso intensivo de insecticidas químicos para el control de *T. solanivora* en almacén.

Palabras claves: Crianza masiva; Efectividad; Granulovirus de *Phthorimaea operculella*; Patogenicidad; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

Tecia solanivora, the Guatemalan moth, is one of the most important phytosanitary problems in potato growing in Colombia. The PhopGV (*Phthorimaea operculella* granulovirus) is nowadays offered as a component of the integrated management of *T. solanivora*.

The Secretaría de Agricultura de Boyacá performed research in order to establish a large-scale breeding method of *Tecia solanivora* to study the pathogenicity of PhopGV in *T. solanivora* larvae, multiply the virus, formulate the PhopGV bioinsecticide, and evaluate the effectiveness of this product in potato storage by following the methodologies developed by the CIP (Centro Internacional de la Papa). A new methodology for effective large-scale breeding of *T. solanivora* has been developed.

It has been determined that the DI 50 (Dosis letal 50) (Lethal Dosis) of PhopGV is 1.61 EI (Equivalentes larvales) (Larval Equivalents) (1EI = one infested larvae macerated in 1 l of water). The dose for its multiplication is 10 *Tecia solanivora* larvae infected with PhopGV per liter of water. The dose for PhopGV powder formulation is 25 larvae infected with PhopGV per kilo of inert material (kaolin).

The protection level against *Tecia solanivora* provided by PhopGV ranges from 75% to 98%, depending on the tuber infestation level and the storage system. The dose recommended to be used by farmers is 5 kg PhopGV per ton of potatoes. At present, the Secretaría de Agricultura de Boyacá is producing and commercializing the PhopGV insecticide as an alternative to the intensive use of chemical insecticides for controlling *T. solanivora* in storage.

Key words: Effectiveness; Mass breeding; Pathogenicity; *Phthorimaea operculella* granulovirus; *Tecia solanivora*

INTRODUCCIÓN

Tecia solanivora es un lepidóptero de la familia Gelechiidae, cuya larva ataca los tubérculos. Fue introducida a Colombia desde Venezuela en 1985 y se ha dispersado por las zonas cultivadas, como consecuencia de la comercialización de tubérculos para consumo o semilla. Peñalosa (1996) reporta que los niveles de daño van de un 3% a un 80%.

Para su control, los agricultores usan gran cantidad de plaguicidas químicos que aplican con demasiada frecuencia y sin justificación técnica. Este hecho, además de afectar los costos de producción, causa desequilibrios ecológicos, aparición de

resistencia en plagas, contaminación ambiental y residuos en productos agrícolas. Por ello, ha sido necesario desarrollar una estrategia MIP (Manejo Integrado de Plagas) buscando que el cultivo sea sostenible y competitivo (Herrera et al., 2000).

El MIP debe operar basado en el conocimiento del agroecosistema, muestreo de plagas, niveles de daño, biología de la plaga y la utilización de técnicas de control biológico, cultural y físico. La Secretaría de Agricultura de Boyacá consideró necesario fortalecer un programa MIP, con la incorporación del PhopGV para la protección de tubérculos semilla. El PhopGV es uno de los pocos virus recomendados para programas MIP (Raman y Alcázar, 1992).

En 1997 se realizaron investigaciones con el objeto de establecer un método de crianza masiva para *Tecia solanivora*, estudiar la patogenicidad del virus en la plaga, multiplicar el virus en *T. solanivora*, formular el bioinsecticida (siguiendo las metodologías desarrolladas por el CIP) y evaluar este producto en bodega.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la crianza masiva de *Tecia solanivora* se construyeron jaulas para adultos. Ellas consistieron en secciones de tubo PVC de 6.5 pulgadas de diámetro por 6 pulgadas de altura, cubiertas a ambos lados con tela de tul, con 0.5 mm de espacio entre hilos y ajustada por bandas de caucho. Cada jaula se colocó sobre un plato desechable, el cual lleva un papel donde se recolectaron las posturas. Las jaulas contenían en su interior pequeños tacos de algodón impregnados en solución de sacarosa al 3% para alimentar a los adultos. Estas jaulas se dejan en producción durante 13 días.

Para la crianza de las larvas se utilizaron cajas de madera de 40 x 50 x 50 cm. Éstas llevan dos tapas, la superior con malla y la inferior de madera. Al interior de la caja, sobre la tapa inferior se coloca arena como sustrato para el empupamiento de las larvas. En la parte media de la caja, se coloca una bandeja de malla metálica y sobre ésta hasta una arroba de papa. Cada papa con un peso aproximada de 40 a 50g. Las papas se infestaron con posturas próximas a eclosionar. Las larvas al emerger de los huevos penetraban en los tubérculos y se desarrollaban dentro de ellos. Al completar su desarrollo, las larvas emergían de los tubérculos y se dirigían a la arena para empupar. A los 26 días se recogieron las pupas y se colocaron en bandejas plásticas. Al cabo de 23 a 26 días se recogieron los adultos.

En la crianza masiva es importante la provisión de una adecuada dosis de alimento para el desarrollo de los diferentes estadios del insecto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los estudios realizados, en una dosis de alimento de 2.5 a 3.0 g por individuo en estado larval, se obtienen de 275 a 287 posturas por hembra (Tabla 1).

TABLA 1.—Prueba de Duncan para la variable número de posturas por dosis de alimentos.

| Tratamientos gramos alimento/larva | Promedio posturas | Grupo Duncan |
|------------------------------------|-------------------|--------------|
| 3.0 | 287.00 | A |
| 2.5 | 275.33 | A |
| 2.0 | 171.33 | B |
| 1.5 | 158.00 | B |
| 1.0 | 125.33 | B |

También es importante el mantenimiento de una cepa de cría vigorosa, pues el proceso de endocría de *Tecia solanivora* tiende a degenerar la cría, lo cual se refleja en adultos de menor tamaño y bajo número de posturas. Para evitar estos efectos se recomienda incorporar periódicamente a la cría de laboratorio, individuos traídos del campo (Mariño, 1998).

Multiplicación de PhopGV

La obtención de un bioinsecticida viral comienza con la cría masiva del hospedante y su posterior inoculación con el patógeno. La dosis a utilizar debe ser tal, que garantice un alto porcentaje de infección.

Para la prueba de multiplicación del PhopGV se usó larvas de *Tecia solanivora* infectadas con este virus. Ellas fueron maceradas y suspendidas en agua destilada para preparar tres suspensiones con concentraciones de 5, 10 y 15 larvas por litro de agua y otras de igual concentración, a las que se les adicionó surfactante al 0.2% para así obtener seis tratamientos (Tabla 2). Los tubérculos fueron inmersos en las soluciones durante 5 min, luego fueron retirados para ser infestados con las posturas de la plaga. Se realizaron tres lecturas después de 26, 33, y 39 días (Castellanos y Pulido, 1997)

TABLA 2.—Prueba de Duncan para la variable individuos enfermos. Prueba de multiplicación del PhopGV en larvas de *Tecia solanivora*.

| Tratamiento E/I | % individuos sanos | % individuos enfermos |
|-----------------|--------------------|-----------------------|
| 0 | 91.5 | 8.5 |
| 5 | 28.04 | 71.96 |
| 5+Surfactante | 37.24 | 62.76 |
| 10 | 23.86 | 76.14 |
| 10+Surfactante | 13.55 | 86.45 |
| 15 | 17.05 | 82.95 |
| 15+Surfactante | 13.67 | 83.33 |

El análisis estadístico para la variable individuos enfermos no presentó diferencias entre concentraciones. Esto se explica, debido a que el virus causó un alto porcentaje de infección. El mayor porcentaje se obtuvo con la concentración de 10 larvas por litro. En cuanto al uso de surfactante, los resultados indican que la concentración de éste al 0.2% nos permite obtener un mayor porcentaje de infección (Tablas 2 y 3). La concentración de 10 larvas es la recomendada por el CIP, para la multiplicación con larvas de *Phthorimaea operculella* (Raman y Alcázar, 1992).

Las larvas de *Tecia solanivora* infectadas por el virus se caracterizan por su color blanco lechoso ventral, mientras que el dorso es rosado y ligeramente hinchado. Ninguna larva infectada logra empupar.

TABLA 3.—Prueba de Duncan para la variable individuos enfermos. Prueba de multiplicación del PhopGV en larvas de *Tecia solanivora*.

| Concentración | Promedio | Grupo Duncan |
|---------------|----------|--------------|
| 10 | 6.764 | A |
| 15 | 6.740 | A |
| 5 | 6.282 | A |
| 0 | 2.059 | B |
| Surfactante | | |
| Si | 6.355 | A |
| No | 5.642 | B |

Patogenicidad del PhopGV

Se maceraron larvas de *Tecia solanivora* con un peso aproximado de 35 ± 10 mg infectadas por PhopGV. Con ellas se preparó una suspensión viral en la cual se trataron tubérculos, los cuales se infestaron con larvas recién eclosionadas. Se evaluaron siete concentraciones entre 0 a 2 larvas por litro con 10 repeticiones para determinar la CI 50 (Concentración letal 50) (Tabla 4).

TABLA 4.—Mortalidad de larvas de *Tecia solanivora* por PhopGV en tubérculos de papa.

| Concentración E/l | Número larvas | Mortalidad observada | Mortalidad corregida |
|-------------------|---------------|----------------------|----------------------|
| 0 | 100 | 38 A | 0 |
| 0.5 | 100 | 54 B | 25.80 |
| 0.75 | 100 | 57 B | 30.64 |
| 1.00 | 100 | 63 B | 40.32 |
| 1.25 | 100 | 68 B | 48.38 |
| 1.50 | 100 | 71 C | 53.22 |
| 2.0 | 100 | 71 C | 53.22 |

Las pruebas de patogenicidad demostraron la susceptibilidad de larvas de *Tecia solanivora* al virus de la granulosis con una CI 50 de 1.61 EI/l. La mortalidad observada varió entre el 54% y 71% para las dosis 0.5 EI/l a 2.0 EI/l. El testigo presentó una mortalidad del 38%. Con el objeto de determinar niveles más altos de mortalidad de *T. solanivora* por PhopGV se evaluaron nueve concentraciones entre 0 y 60 EI/l con 10 repeticiones.

TABLA 5.—Mortalidad de larvas de *Tecia solanivora* por PhopGV en tubérculos de papa.

| Concentración larvas/litro | Número larvas | Mortalidad observada | Mortalidad corregida |
|----------------------------|---------------|----------------------|----------------------|
| 0 | 100 | 42 A | 0 |
| 1 | 100 | 62 A | 34.48 |
| 5 | 100 | 76 A | 58.62 |
| 10 | 100 | 90 C | 82.75 |
| 20 | 100 | 95 D | 91.37 |
| 30 | 100 | 96 D | 93.10 |
| 40 | 100 | 98 D | 96.55 |
| 50 | 100 | 98 D | 96.55 |
| 60 | 100 | 99 D | 98.27 |

P = 0.05

La mortalidad de *Tecia solanivora* en los nueve tratamientos fluctuó entre 62% y 99% para las dosis de 1 a 60 EI/l. El testigo presentó una mortalidad de 42%. La prueba de Duncan mostró diferencias entre los tratamientos con respecto al testigo (Sotelo y Palacios, 2001).

Prueba de Compatibilidad de PhopGV con Carboxin más Captán

Con el fin de determinar la compatibilidad de PhopGV, con un fungicida a base de carboxin más captán (Vitavax 300), comúnmente utilizado en el tratamiento de semilla, se diluyeron 0.3 g de fungicida en 1 l de agua. Por separado se preparó una suspensión de 10 larvas de *Tecia solanivora* infectadas con PhopGV por litro de agua, luego se mezclaron las preparaciones anteriores con proporción 1:1 para sumergir los tubérculos por 5 min. Posteriormente, se infestaron con larvas de primer estadio de la plaga.

TABLA 6.—Prueba de Duncan para la variable individuos enfermos. Prueba de compatibilidad de PhopGV con carboxin más captán.

| Tratamientos | Promedios | Grupo Duncan |
|----------------------------|-----------|--------------|
| T0 Testigo sin tratamiento | 2.584 | B |
| T1 PhopGV | 5.994 | A |
| T2 Fungicida | 3.222 | B |
| T3 Fungicida + PhopGV | 5.757 | A |

Los promedios con letra igual se diferencian estadísticamente. Tasa de error 5%. La prueba de Duncan para la variable individuos enfermos indica que el mayor número de individuos enfermos se obtuvo con los tratamientos PhopGV y fungicida + PhopGV sin que se diferencien estadísticamente entre sí. Mientras que fungicida y testigo presentaron el menor número de individuos enfermos, sin diferenciarse entre sí. Estos resultados dan a entender que no hay interferencias entre el fungicida empleado y la actividad de PhopGV (Castellanos y Pulido, 1997).

Con el objetivo de determinar la efectividad del bioinsecticida en condiciones de laboratorio se trataron tubérculos por cubrimiento total en espolvoreo, se utilizaron tres concentraciones del bioinsecticida, un testigo sin tratamiento y un testigo químico.

TABLA 7.—Porcentaje de tubérculos con daño. Prueba de efectividad del bioinsecticida en condiciones de laboratorio.

| Tratamiento | Porcentaje tubérculos dañados | Eficiencia % control |
|--|-------------------------------|----------------------|
| T0 Testigo sin tratamiento | 100% | 0 |
| T1 Bioinsecticida de 40 El dosis 4 g/l | 0% | 100% |
| T2 Bioinsecticida de 30 El dosis 5 g/l | 20% | 80% |
| T3 Bioinsecticida de 30 El dosis 4 g/l | 9% | 91% |
| T4 Bioinsecticida de 20 El dosis 5 g/l | 10% | 90% |
| TQ Testigo químico 1 g/kilo | 0% | 100% |

Para el porcentaje de daño y eficiencia de control: T1 y TQ fueron iguales (0% de daño y 100% de eficiencia o % control) seguidos por los tratamientos T3, T4, T2 respectivamente. El testigo sin tratamiento presentó 100% de daño, como se indica en la Tabla 7 (Castellanos y Pulido, 1997).

Por su parte, Trillos (1996) evaluó en condiciones controladas el baculovirus procedente del Perú (multiplicado en *Phthorimaea operculella*) y el producido en Colombia (multiplicado en *Tecia solanivora*). Los resultados mostraron una efectividad entre el 98% y 100% sobre larvas de *T. solanivora*.

Para la prueba de efectividad en campo se utilizaron los mismos tratamientos que para la prueba de efectividad en laboratorio. Cada unidad experimental constó de una arroba de papa empacada en costales de fique, la cual se infestó con posturas y pupas de *Tecia solanivora*.

El almacén rústico consistió en un cuarto oscuro, en el cual se colocó una trampa con feromona sexual, para verificar la presencia de la plaga. La evaluación se realizó 75 días después de realizado el ensayo (Castellanos y Pulido, 1997).

TABLA 8.—Prueba de efectividad del bioinsecticida en almacenamiento.

| Tratamiento | % tubérculos dañados | Grupo Duncan |
|--|----------------------|--------------|
| T0 Testigo sin tratamiento | 17.3 | A |
| T1 Bioinsecticida de 40 El dosis 4 g/l | 9.4 | B |
| T2 Bioinsecticida de 30 El dosis 5 g/l | 6.3 | B |
| T3 Bioinsecticida de 30 El dosis 4 g/l | 8.6 | B |
| T4 Bioinsecticida de 20 El dosis 5 g/l | 7.1 | B |
| TQ Testigo químico 1 g/kilo | 5.9 | B |

Aunque no hay diferencias estadísticas entre tratamientos, el mejor fue TQ seguido de T2. Estos resultados se corroboran con los obtenidos por Calderón y Corredor (1996).

CONCLUSIONES

El bioinsecticida a base del PhopGV ofrece un gran potencial para ser utilizado en programas MIP con *Tecia solanivora*. Ello debido a su efectividad y porque es imperativo la producción de alimentos sanos, la conservación del ambiente y el desarrollo de prácticas sostenibles. Actualmente está recomendado por entidades del sector agrícola como: SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), Secretaría de Agricultura y UMATAS (Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria) (Herrera et al., 1998; Herrera et al., 2000).

LITERATURA CITADA

- CALDERÓN, M., y D. CORREDOR. 1996. Prácticas de manejo integrado para proteger tubérculos semillas del ataque de la polilla guatemalteca de la papa, (Lepidoptera: Gelechiidae). Resúmenes XXIII Congreso SOCOLEN, Cartagena de Indias, Colombia.
- CASTELLANOS, J., y J. T. PULIDO. 1997. Multiplicación de *Baculovirus phthorimaea* y evaluación de la efectividad para el control de *Tecia solanivora* (Povolny) en condiciones de laboratorio. Tesis de Ingeniería Agronómica, UPTC, Tunja, Boyacá, Colombia.
- HERRERA, C. A., L. FIERRO, y J. C. MORENO. 2000. Manejo integrado del cultivo de la papa. Manual Técnico. CORPOICA, Tibaitatá, Colombia.
- HERRERA, F., L. GÓMEZ, P. CORZO, y M. CERÓN. 1998. Producción y almacenamiento artesanal de semilla de papa. CORPOICA-SENA, Bogotá, Colombia.

- MARIÑO, P. 1998. Evaluación de la residualidad del bioinsecticida Baculovirus en dos alturas del municipio de Ventaquemada (Boyacá). Tesis de Ingeniería Agronómica. UPTC. Tunja, Boyacá, Colombia.
- PEÑALOSA, J. 1996. Estado de la dos principales plagas del cultivo de la papa en el Departamento de Boyacá. Curso Internacional de MIP de la papa. CORPOICA-CIP. Paipa, Colombia.
- RAMAN, K. V., Y J. ALCAZAR. 1992. Control biológico de la papa con *Baculovirus phthorimaea*. Boletín de capacitación. CIP, Lima, Perú.
- SOTELO, G., Y M. PALACIOS. 2001. Ensayos de patogenicidad de *Baculovirus phthorimaea* en larvas de *Tecia solanivora*. Informe en proceso. CIP, Lima, Perú.
- TRILLOS, O. 1996. Proyecto manejo integrado de plagas en Colombia y Venezuela. Informe técnico. Informe en proceso. CIP, Lima, Perú.

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE EXTRACTOS DE PLANTAS DE LAS ISLAS CANARIAS SOBRE *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)

RAIMUNDO CABRERA P.¹, CRISTINA GIMÉNEZ M.¹, ANA RICÓN M.¹, CARMELO PRENDES A.¹, DOMINGO RÍOS M.², Y MATIAS REINA A.³

¹Unidad Docente e Investigadora de Fitopatología,

Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología,

Universidad de La Laguna, Avda. Astrofísico Francisco Sánchez s/n,

La Laguna 38206, Islas Canarias, España. e-mail, rcabrera@ull.es

²Servicio Técnico de Agricultura del Cabildo Insular de Tenerife,

Plaza de España s/n, Santa Cruz de Tenerife 38003, Islas Canarias, España

³Instituto de Productos Naturales y Agrobiología-CSIC, Avda. Astrofísico

Francisco Sánchez s/n, La Laguna 38206, Islas Canarias, España

RESUMEN

Se ensayaron los extractos de ocho plantas para proteger a los tubérculos de papa de *Tecia solanivora*. Los tubérculos se sumergen en soluciones acuosas de 0.5 g de extracto por litro. Los tubérculos tratados son expuestos durante varios días a adultos de *T. solanivora* para luego realizar el recuento de huevos puestos sobre los tubérculos.

Con estos datos se calcula el IR (Índice de Repelencia) de los productos ensayados. Se encontró que los extractos de *Picconia excelsa* (Oleaceae) tienen un alto IR frente a este insecto, mayor aún que el aceite de nim, utilizado por agricultores.

Palabras claves: Extracto de plantas; Repelencia; Solución acuosa; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

Eight plant extracts were tested to protect potato tubers from *Tecia solanivora*. First, the tubers were immersed in water solutions of 0.5 g of plant extract per liter of water; then, they were exposed to *T. solanivora* adults for several days; and finally, the eggs laid in the tuber were counted.

Based on these data, the IR (Índice de Repelencia) (Repellence Index) of each extract was determined. The *Picconia excelsa* (Oleaceae) extract showed a high IR against the pest, even higher than neem oil, which is being used by farmers.

Key words: Plant extracts; Repellence; *Tecia solanivora*; Water solution

INTRODUCCIÓN

El uso de productos activos de origen vegetal para el control de plagas es una alternativa que ya ha dejado de ser teórica para convertirse en una realidad, ya que se conocen diferentes plantas que contienen sustancias activas frente a insectos. Muchos de esos compuestos están disponibles comercialmente, bien sea aislados o en forma de formulados realizados a partir de la propia planta.

Hay compuestos como la rotenona, el cual no es un único compuesto sino una mezcla de rotenona, deguelina, sumatrol y toxicaral obtenida de las raíces de *Derris elliptica* (Leguminosae) mediante extracción con agua fría o caliente. En ocasiones la raíz es secada y molida, comercializándose luego este polvo para ser extraído por maceración en el momento de su uso (Morgan y Wilson, 1985).

Otro compuesto es la rianodina, insecticida obtenido por extracción con metanol, cloroformo o agua, a partir del tallo y la raíz de *Ryania speciosa* (Flacourtiaceae) o la aplicación de aceite de nim (*Azadirachta indica* A. Juss), que es ampliamente usado en muchos países desde hace varios años y se comercializa con varios nombres. Sus efectos son diversos sobre los insectos, entre éstos tenemos: antialimentario, tóxico, ovicida, interfiere en el desarrollo y además posee propiedades antifúngicas (Molera, 1994; Lowery e Isman, 1993, 1994, 1996; Schmutterer, 1995). La bibliografía sobre la actividad de extractos vegetales y productos aislados que tienen actividad frente a microorganismos fitopatógenos, insectos y nematodos es bastante extensa (Morgan y Wilson, 1985).

En Canarias hay una flora endémica muy rica, algunas de cuyas especies han resultado efectivas contra otros lepidópteros y contra hongos fitopatógenos. Nuestra intención es evaluar algunas de esas especies vegetales frente a la polilla de la papa y si alguna de ellas presenta actividad en pruebas de laboratorio, realizar una evaluación de su actividad en campo.

La flora de las Islas Canarias se caracteriza por su gran diversidad y endemismo (~700 especies endémicas), algunas de sus comunidades vegetales son únicas en el mundo como por ejemplo la Laurisilva (Bramwell y Bramwell, 1990), y existe un número creciente de estudios referentes a su contenido en compuestos bioactivos (Fraga et al., 1997; González et al., 1994; González-Coloma et al., 1990, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 2001).

Se han aislado diversas estructuras activas (sesquiterpenos, diterpenos y alcaloides pirrolizidínicos) de interés para el sector agroquímico (insecticidas, repelentes y fungicidas) a partir de especies de las familias Lauraceae, Boraginaceae y Asteraceae estudiándose también sus mecanismos de acción (Fraga et al., 1997; González-Coloma et al., 1990, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 2001; Mullin et al., 1997).

Otras plantas endémicas de las Canarias o aclimatadas en ellas tienen actividades biológicas de diversa naturaleza. Por ejemplo, el viñatigo (*Persea indica*) presenta propiedades insecticidas (González-Coloma et al., 1992), *Blumeum salicifolium*, tiene actividad frente a nematodos (González et al. 1994), *Argyranthemum frutescens* tiene propiedades antibióticas (González et al., 1997), y *Echium wildpretii* tiene propiedades fungicidas (Cabrera et al., 1995).

Los datos anteriores hacen pensar en la posibilidad de que alguna de las especies vegetales, tanto endémicas como introducidas puedan resultar eficaces en el control de *Tecia solanivora*. Es necesario realizar una búsqueda sistemática mediante pruebas de laboratorio de aquellas especies que pudieran tener actividad insecticida o repelente, y que pudieran servir por sí mismas o integradas en un programa de control más amplio, a la reducción de los daños que causan las polillas de la papa.

Existen trabajos para buscar plantas bioactivas frente a *Tecia solanivora*. Algunos de dichos ensayos han buscado plantas tóxicas para la fase larvaria (Castillo et al., 1998).

Dado que las fases más asequibles a los tratamientos con productos naturales son la fase adulta o la de huevo, consideramos que el planteamiento del control de este insecto debe enfocarse a estas fases. Es probable que la solución al problema de la polilla guatemalteca venga desde un único enfoque o sea necesario recurrir a la combinación de diferentes métodos de control, tanto culturales como de protección mediante lucha biológica, aplicación de productos naturales, tratamientos químicos o medidas de almacenamiento diferentes.

La aplicación de tratamientos químicos contra *Tecia solanivora* se ha revelado como un método de control ineficaz, por lo que nos hemos planteado el diseño de un método que combine diferentes estrategias, poco agresivas con el ambiente. En Kenia se consiguió reducir los daños causados por minadores de los tallos de millo mediante la modificación del sistema de cultivo introduciendo plantas atrayentes para las plagas y para sus enemigos naturales.

En esos experimentos se contaba con conocimientos suficientes sobre la modificación del comportamiento, tanto del insecto plaga como de un parasitoide suyo, debida a metabolitos secundarios presentes en esas plantas atrayentes (Landis et al., 2000; Khan et al., 1997). La estrategia que queremos desarrollar en Tenerife es similar a la descrita en los trabajos anteriores, aunque con modificaciones derivadas del estado actual de conocimiento de *Tecia solanivora* y el efecto de productos de origen botánico sobre ella y sus enemigos naturales. El diseño general se representa en la Figura 1.

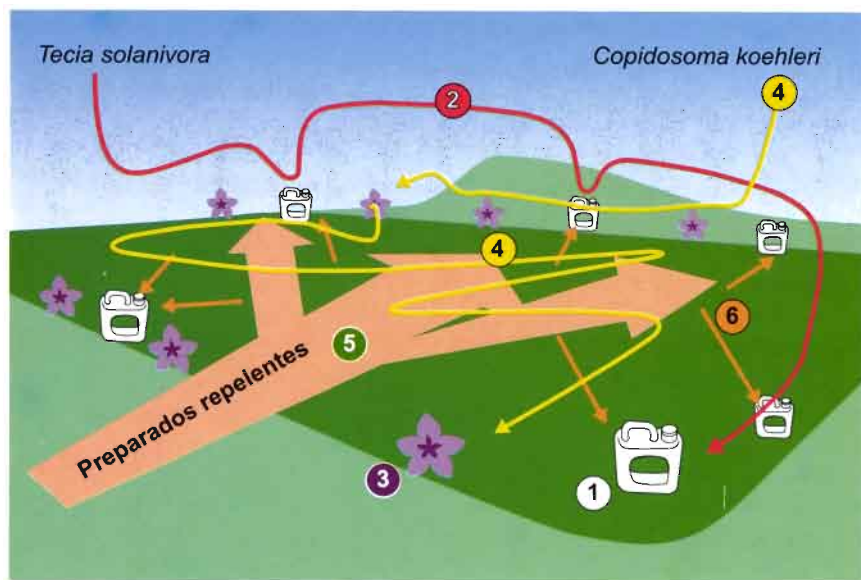


FIG. 1.—Diseño experimental aplicable al control de *Tecia solanivora* introduciendo plantas atrayentes para la plaga y para sus enemigos naturales: (1) focos de atracción (trampas de feromonas), (2) adultos de *T. solanivora*; (3) plantas atrayentes (*Borago officinalis*) en los bordes de la parcela y que son refugio de *Copidosoma koehleri*; (4) enemigo natural y control de *T. solanivora*; (5) preparados repelentes para adultos de *T. solanivora* que sirven para fumigar y alejar a la plaga del cultivo; y (6) adultos de *T. solanivora* alejados del cultivo y forzados a dirigirse a los focos de atracción.

Teniendo en cuenta este esquema buscamos plantas repelentes de adultos de *Tecia solanivora*. Por lo tanto, nuestro objetivo central es el ensayo en condiciones de laboratorio, de extractos etanólicos de especies vegetales presentes en las Canarias, los cuales en ensayos preliminares han mostrado cierta actividad insecticida frente a lepidópteros, para detectar su posible actividad tóxica o repelente. Con aquellos extractos que muestren actividad contra *T. solanivora*, realizaremos ensayos controlados de campo para comprobar su capacidad de protección de tubérculos almacenados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se usaron especies vegetales que crecen en la Laurisilva Canaria, ya que de algunas de las especies existentes en las Canarias tenemos datos sobre su actividad biológica contra insectos.

En este trabajo presentamos los primeros resultados obtenidos con extractos de algunas de las especies estudiadas. Además se usaron aceite de nim (*Azadirachta indica*) y un extracto de cebadilla (*Schoenocaulum officinale* A. Gray) recolectada en Perú. La cebadilla se utilizó ya que se habían realizado algunos ensayos para ver su actividad biológica en otros insectos, y se disponía de una gran cantidad de extracto obtenido con n-hexano a partir de semillas secas. El aceite de nim se incluyó en los ensayos, ya que algunos agricultores que lo emplean señalan una reducción de los daños por polilla, aunque no se ha cuantificado ni valorado estas observaciones. En la Tabla I se indican las especies utilizadas y la parte de la planta empleada.

Obtención de Extractos

La parte de la planta recolectada, seca y molida se macera en etanol absoluto (100%) durante 48–72 horas. Luego se filtra y el etanol se evapora en evaporador rotativo, hasta obtener un residuo sólido. Dicho residuo se disuelve en agua a una concentración de 0.5 g de extracto por litro de agua. En el caso de la cebadilla la extracción se realizó con n-hexano y para el nim se usó aceite extraído de las semillas.

Insecto Diana

Los bioensayos se realizaron en la Unidad Docente e Investigadora de Fitopatología (UDI) de la Universidad de La Laguna con adultos de *Tecia solanivora*, cuyas poblaciones obtenidas de ejemplares capturados en el campo se criaron en laboratorio, en condiciones controladas sobre tubérculos de papa.

Para los ensayos en laboratorio se consideró la biología del lepidóptero y en qué momentos resulta más vulnerable. En condiciones de almacén, los adultos depositan los huevos en la superficie del tubérculo. Cuando se produce la eclosión, la larva neonata se introduce en su interior donde excava galerías. Una vez que la larva se encuentra en el interior del tubérculo, es muy difícil aplicar un tratamiento que alcance a dichas larvas y evite los daños. Por otro lado, en condiciones de campo, la oviposición se realiza en el suelo. Por lo tanto, buscamos productos cuya actividad sea fundamentalmente repelente para los adultos de la polilla.

Los tubérculos se sumergen en las soluciones a ensayar durante 5 min y luego se deja evaporar el disolvente (agua o etanol), lo que permite que el producto se

distribuya uniformemente sobre la superficie del tubérculo. Para el desarrollo del ensayo se utilizan cajas plásticas provistas de aberturas de ventilación protegidas con tela de tul, suficientemente grandes para que impidan la condensación de humedad en su interior.

En cada caja se colocan cuatro lotes de tubérculos, cada uno de ellos formado por cuatro tubérculos (aproximadamente 1/2 kg de papas). Cada caja, por tanto, tendrá un lote control (sin tratamiento) y tres lotes con tres tratamientos diferentes. En cada caja se colocan 20 pupas macho y 20 pupas hembra próximas a emerger.

Al cabo de una semana se cuenta el número de pupas emergidas y a los 10 días se hace el primer recuento de huevos depositados sobre cada uno de los tubérculos dentro de la caja. El ensayo se repite cuatro veces. Los resultados finales serán la media del número de huevos por tubérculo y tratamiento. Este número se compara con el obtenido sobre los controles para calcular el IR según la fórmula $[(Hc - Ht)/Hc] \times 100$, donde Hc es el número de huevos en el control y Ht es el número de huevos en el tratamiento.

El análisis exploratorio de los resultados mostró la homogeneidad de la varianza y la normalidad de las medias, por lo que se usó el análisis paramétrico, análisis ANOVA y de rangos múltiples usando la Menor Diferencia Significativa (MDS).

Primero se consideraron como tratamientos independientes cada una de las cajas, para detectar si la oviposición era similar en cada una de las réplicas, y segundo, para comparar los resultados obtenidos sobre cada tratamiento frente a su control. Esto nos permite detectar si en alguno de los tratamientos ha habido un aumento o disminución de la oviposición. Las cajas usadas para los ensayos se mantuvieron a una temperatura de 25°C (\pm 1°C) y en oscuridad.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El método empleado para detectar productos repelentes o atrayentes para los adultos parece ser útil, fácil de emplear y requiere instalaciones de bajo costo. Su sencillez permite ensayar un elevado número de extractos, siempre que se disponga de suficientes adultos de polilla. Los resultados obtenidos en la oviposición de las diferentes réplicas muestran que son homogéneos. Si se detecta alguna réplica que se desvía del resto del ensayo puede ser eliminada o rechazarse todo el ensayo, sin grandes pérdidas materiales y de tiempo.

La parte del ensayo más delicada es el recuento de huevos, que debe realizarse colocando los tubérculos bajo un estereo microscopio o bien usando una lupa de mano de muchos aumentos. Esto último facilita el manejo teniendo en cuenta que la manipulación de los tubérculos debe ser realizada

cuidadosamente para evitar destruir los huevos y que escapen al recuento.

Se debe reducir el tiempo del ensayo, ya que al cabo de dos semanas, las papas ya presentan gregos, y si los adultos continúan ovipositando, los huevos pueden ser puestos en dichos gregos que no recibieron el tratamiento inicial. Para reducir el tiempo del ensayo se pueden liberar adultos de cinco días de edad en el interior de las cajas, dejar que se produzca la oviposición sobre los tubérculos con los distintos tratamientos y retirarlos a los cuatro o cinco días. Así, se acorta el tiempo del ensayo y se evita el problema de la puesta de huevos sobre los gregos.

De los extractos ensayados (Tabla 1), el de *Picconia excelsa* muestra una clara repelencia para los adultos de *Tecia solanivora* (IR 73%). El aceite de nim y el extracto de cebadilla con IR muy similares entre sí (43.9% y 41.3% respectivamente), debido a la dispersión de los datos en las cuatro réplicas se presentan diferencias poco significativas con respecto al control. Se debe seguir trabajando con *P. excelsa* para confirmar estos resultados preliminares, y de ser así se necesitará realizar el fraccionamiento químico biodirigido para identificar el compuesto o compuestos responsables de la repelencia observada en estos ensayos.

Los resultados de los extractos ensayados muestran que al menos en principio, no sirven como protección a los tubérculos almacenados. Sin embargo, algunos resultados sugieren que al menos tres plantas son válidas para ensayos en campo, donde una repelencia del 73% es un valor muy interesante si se mantiene la misma actividad.

La detección de compuestos repelentes para los adultos de *Tecia solanivora* provee opciones interesantes, por su posible aplicación en estrategias combinadas con la modificación del hábitat de la plaga.

Agradecimientos. Al Excelentísimo Cabildo Insular de Tenerife por financiar este trabajo mediante contrato de investigación con la Universidad de La Laguna.

TABLA 1.—Especies vegetales utilizadas en este trabajo y número de huevos [media y desviación estándar (dst)] de *Tecia solanivora* puestos sobre tubérculos de papas tratados con diferentes extractos.

| Familia | Especie | Parte utilizada | Media (dst) de huevos (*) | IR | |
|----------------|---|-----------------|---------------------------|----|----------|
| Oleaceae | <i>Picconia excelsa</i> (Ait.) DC | Hojas | 4.28 (3.72) | b | 73.0 % |
| Liliaceae | <i>Schoenocaulum officinale</i> A. Gray | Semillas | 8.90 (4.53) | a | b 43.9 % |
| Meliaceae | <i>Azadirachta indica</i> A. Juss | Aceite | 9.30 (4.90) | a | b 41.3 % |
| Caprifoliaceae | <i>Viburnum tinus</i> L. | Hojas | 11.90 (10.53) | a | b 24.9 % |
| Miricaceae | <i>Mirica laya</i> Ait. | Hojas | 12.77 (11.38) | a | 19.4 % |
| Ericaceae | <i>Erica arborea</i> L. | Hojas y flores | 13.54 (8.00) | a | 14.5 % |
| Asteraceae | <i>Argyranthemum brousonetii</i> (Pers.) H. | Hojas | 14.80 (9.75) | a | 6.6 % |
| Lauraceae | <i>Persea indica</i> (L.) Spreng | Hojas | 18.80 (15.05) | a | -18.6 % |
| Control | | | 15.85 (13.90) | a | |

IR = Índice de Repelencia.

(*) valores seguidos de la misma letra son significativamente similares entre sí (P < 0.05).

LITERATURA CITADA

- BRAMWELL, D., Y Z. I. BRAMWELL. 1990. Flores Silvestres de las Islas Canarias. Ed. Rueda S.L., Madrid, España.
- CABRERA, R., A. GONZÁLEZ-COLOMA, M. REINA, A. MOLERA, Y C. D. LORENZO. 1995. Actividad de preparados de nim y de extractos de plantas endémicas de las Islas Canarias sobre hongos fitopatógenos. Pp. 367–370. *En* A. Brechtel y C. Hellpap (Eds.), Memorias del I Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre el nim y otros insecticidas botánicos, Proyecto Dominico-Alemán “Fabricación de insecticidas naturales,” Santo Domingo, República Dominicana.
- CASTILLO, G., E. LUQUE, Y B. MORENO. 1998. Evaluación en condiciones de laboratorio de la actividad insecticida de extractos etanólicos de cinco especies de plantas sobre *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agronomía Colombiana* 15(1):34–40.
- FRAGA, B. M., A. GONZÁLEZ-COLOMA, C. GUTIÉRREZ, Y D. TERRERO. 1997. Isoryanodane diterpenes from *Persea indica*. *Journal of Natural Products* 60:880–883.
- GONZÁLEZ, A. G., R. ESTÉVEZ-REYES, A. ESTÉVEZ-BRAUN, A. G. RAVELO, I. A. JIMÉNEZ, I. L. BAZZOCCHI, M. A. AGUILAR, Y L. MOUJIR. 1997. Biological activities of some *Argyranthemum* species. *Phytochemistry* 45(5):963–967.
- GONZÁLEZ, J. A., A. ESTÉVEZ-BRAUN, R. ESTÉVEZ-REYES, Y A. G. RAVELO. 1994. Inhibition of potato cyst nematodes hatch by lignans from *Blupearum salicifolium*. *Journal of Chemical Ecology* 20:517–524.
- GONZÁLEZ-COLOMA, A., C. GUTIÉRREZ, R. CABRERA, Y M. REINA. 1997. Silphinene derivatives. Their effects and modes of action on Colorado potato beetle. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 45:946–950.
- GONZÁLEZ-COLOMA, A., C. GUTIÉRREZ, R. CABRERA, M. REINA, C. E. DÍAZ, Y B. M. FRAGA. 2001. Pp. 581–605. *En* L. Anaya, F. Espinosa-García y R. Cruz-Ortega (Eds.), *Interacciones Químicas entre Organismos: Aspectos Básicos y Perspectivas de su Aplicación*. Fondo de Cultura Económica, México DF, México.

- GONZÁLEZ-COLOMA, A., D. TERRERO, A. PERALES, P. ESCOUBAS, Y B. M. FRAGA. 1996. Insect antifeedant Ryanodanoditerpenes from *Persea indica*. Journal of Agriculture and Food Chemistry 44:296--300.
- GONZÁLEZ-COLOMA, A., M. G. HERNÁNDEZ, A. PERALES, Y B. M. FRAGA. 1990. Chemical ecology of the Canarian Laurel Forest: Toxic diterpenes from the tree *Persea indica* (Lauraceae). Journal of Chemical Ecology 16:2723--2733.
- GONZÁLEZ-COLOMA, A., P. ESCOUBAS, M. REINA, Y J. MIZUTANI. 1994. Antifeedant and insecticidal activity of endemic canarian Lauraceae. Applied Entomology and Zoology 29:292-296.
- GONZÁLEZ-COLOMA, A., R. CABRERA, A. R. SOCORRO-MONZÓN, Y B. M. FRAGA. 1993. *Persea indica* as natural source of the insecticide ryanodol. Phytochemistry 34:397-401.
- GONZÁLEZ-COLOMA, A., R. CABRERA, P. CASTAÑERA, Y C. GUTIÉRREZ. 1995. Antifeedant and toxic effects of sesquiterpenes from *Senecio palmensis* to Colorado potato beetle. Journal of Chemical Ecology 21:1255--1270.
- GONZÁLEZ-COLOMA, A., R. CABRERA, P. CASTAÑERA, C. GUTIÉRREZ, Y B. M. FRAGA. 1992. Insecticidal activity and diterpene content of *Persea indica*. Phytochemistry 31:1549--1552.
- KHAN, Z. R., K. AMPONG-NYARKO, P. CHILISWA, A. HASSANALI, S. KIMANI, W. LWANDE, W. A. OVERHOLT, J. A. PICKETT, L. E. SMART, L. J. WADHAMNS, Y C. M. WOODCOCK. 1997. Intercropping increases parasitism of pest. Nature 388:631--632.
- LANDIS, D. A., S. D. WRATTEN, G. M. GURR, Y M. GEOFF. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology 45:175--201.
- LOWERY, D. T., Y M. B. ISMAN. 1993. Antifeedant activity of extracts from neem, *Azadirachta indica*, to strawberry aphid, *Chaetosiphon fragaefoli*. Journal of Chemical Ecology 8:1761--1773.
- LOWERY, D. T., Y M. B. ISMAN. 1994. Insect growth regulating effects of neem extract and azadirachtin on aphids. Entomologia Experimentalis et Applicata 72:77--88.

- LOWERY, D. T., Y M. B. ISMAN. 1996. Inhibition of aphid (Homoptera: Aphididae) reproduction by neem seed oil and azadirachtin. *Journal of Economic Entomology* 89:602–607.
- MOLERA, A., R. CABRERA, Y C. PRENDES. 1994. Utilización de neem en la protección de cultivos de tomates. Pp. 15–20. *En* H. Kleeberg (Ed.), *Practice oriented results on use and production of neem-ingredients and pheromones*. Druck & Graphic, Giessen, Alemania.
- MORGAN, E. D., Y I. D. WILSON. 1985. Methods and techniques for isolation of pesticides. Pp. 3–81. *En* N. Bhushan-Mandava (Ed.), *Handbook of natural pesticides: Methods v.II. Isolation and identification*. CRC Press, Boca Raton, Florida, U.S.A.
- MULLIN, C., A. GONZÁLEZ-COLOMA, C. GUTIÉRREZ, M. REINA, H. EICHENSEER, B. HOLLISTER, Y S. CHYB. 1997. Antifeedant effects of some novel terpenoids on Chrysomelidae beetles: Comparisons with alkaloids on an alkaloid-adapted and non-adapted species. *Journal of Chemical Ecology* 23:1851–1865.
- SCHMUTTERER, H. (ED.). 1995. *The neem tree Azadirachta indica A. Juss andu other meliaceous plants: sources of unique natural products for integrated pest management, and medicinal, industrial and other purposes*. Ed. VCH, Weinheim, Germany.

SISTEMA DE VIGILANCIA FITOSANITARIA CONTRA LA POLILLA GUATEMALTECA DE LA PAPA *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EN EL PERÚ

MOISÉS PACHECO E.

*Servicio Nacional de Sanidad Agraria,
Edificio Ministerio de Agricultura-Jesús María,
Pasaje Francisco de Zela s/n, Piso 10, Lima, Perú,
e-mail, mpacheco@senasa.gob.pe*

RESUMEN

El SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria) ejecuta desde 1997 la RMP (Red de Monitoreo Preventivo contra *Tecia solanivora*) debido a la peligrosidad y avance de la plaga que se ha diseminado desde Centroamérica hasta Ecuador.

La RMP se distribuye en todo Perú localizándose principalmente en las zonas donde existe el riesgo de ingreso de la plaga y el establecimiento de ella, así como campos de cultivo de papa, mercados, almacenes y puestos de control fronterizo.

Las trampas utilizadas para el muestreo son de tipo galonera y delta. En la primera se utiliza agua con detergente para atrapar al insecto, y en la segunda una base pegante. Se usa en ambos casos a la feromona sexual impregnada en un dispersor como atrayente. Las trampas son revisadas semanalmente y se verifica si hay adultos atrapados en el líquido o en las bases. El mantenimiento de las trampas es constante.

Una segunda actividad son los muestreos de tubérculos. Se eligen zonas con los mismos criterios que para el muestreo con trampas de feromonas. Se recolectan tubérculos de los cuales existen sospechas de la presencia de la plaga, se cortan y de encontrarse larvas se recuperan adultos en una cámara cerrada que tiene arena en la base.

Desde la instalación de la RMP hasta la actualidad no se ha detectado la presencia de *Tecia solanivora* dentro de Perú. Otras actividades del Sistema de Vigilancia Fitosanitaria son: el Convenio SENASA-Tumbes con su homólogo en la provincia El Oro, el Proyecto del Fondo Fiduciario Pérez Guerrero y las actividades de difusión.

Palabras claves: Feromona; Muestreo; Perú; SENASA; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

Due to the dangerousness and wide spreading of the Guatemalan moth from Central America to Ecuador, the SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria), has been executing a preventive program named RMP (Red de Monitoreo Preventivo contra *Tecia solanivora*) (The Preventive Monitory Web against *Tecia solanivora*) since 1997.

The RMP is being widely applied along the Peruvian territory, specially focusing those areas where the pest may enter and establish itself, such as potato fields, markets, storehouses, and frontier check points.

The traps used for sampling are delta and "galonera" (jerrycans). In the first case, water with detergent is used, while in the second case a sticking base is used, having, in both cases, a disperser impregnated with the sexual pheromone to attract the insect. The traps are checked on a weekly basis to verify if adult insects have been trapped in the liquid or the bases. The traps are provided with constant maintenance.

A second activity is tuber sampling, being the areas and the tubers chosen with the same criteria. Some tubers that are suspected of hosting the pest are selected and cut up. If larvae are found, they are maintained in a closed chamber with sand on the bottom until they become adults.

Since the implementation of the RMP until nowadays, no presence of *Tecia solanivora* has been detected within the Peruvian territory. Other activities performed by the Phytosanitary Monitoring System are: the SENASA-Tumbes Agreement which has a counterpart in the Province of El Oro in Ecuador, the Pérez-Guerrero Fiduciary Fund, and informative activities.

Key words: Perú; Pheromone; Sampling; SENASA; *Tecia solanivora*

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa en América es ancestral y su distribución va desde los 40° de latitud sur en Chile hasta los 34° de latitud norte en los Estados Unidos, habiendo pasado por un proceso de domesticación y adaptación. En el altiplano de Perú y Bolivia se encuentra la mayor variabilidad genética de especies silvestres y variedades cultivadas. La relación del agricultor con el cultivo de la papa es en la mayoría de los casos de estrecha dependencia, pues en Perú se consume el 70% de la producción nacional, que está estimada en 3 066 244 tm (toneladas métricas) sembrándose una área de 277 778 ha y con un promedio nacional de 11.25 tm por hectárea.

El problema fitosanitario en la región andina se inicia con la introducción de *Tecia solanivora* a Venezuela en 1983 desde Costa Rica, posteriormente la plaga ingresa a Colombia en 1985 y a Ecuador en 1996 (Gallegos, 1997).

El último ingreso de la plaga fuera de la región andina ha sido a las Islas Canarias en el 2001, en un saco de semillas importadas de Venezuela (SANINET, 2001).

Debido a la magnitud del daño, cercano a un 100% en casos extremos, ocasionado por la plaga cuando ingresa a un nuevo país es que el SENASA-Perú crea en septiembre de 1997, la RMP contra el ingreso de *Tecia solanivora* instalada en las zonas en las cuales existe riesgo de ingreso o establecimiento de la plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinó las vías por donde se pudiera diseminar la plaga. Concluyéndose que los departamentos fronterizos con Ecuador representan un alto riesgo para el ingreso de la plaga, debido a la intensidad y la modalidad de comercio de productos vegetales.

Las zonas paperas con peligro de establecimiento de la plaga fueron ubicadas en la zona norte y centro de Perú, que se encuentran intercomunicadas por vías de fácil acceso.

El ámbito de acción de la RMP contra *Tecia solanivora* involucró la instalación de 577 trampas a nivel nacional localizadas en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash, Lima, Ica, Jaen, Cajamarca, Chota, Amazonas, Loreto, Huánuco y Junín. La Figura 1 muestra la distribución y las cantidades de las trampas en Perú.

Se seleccionaron sitios de muestreo en los cuales se colocaron trampas, las cuales fueron ubicadas en zonas donde se cultiva papa muy cerca de la frontera, almacenes, puestos de control cuarentenario y centros de acopio de semilla. Los sitios de muestreo fueron elegidos como resultado de un estudio previo, teniendo en cuenta para ello, que éstos eran de alto riesgo para el ingreso de *Tecia solanivora*.

Se priorizó la colocación de trampas en campos, mercados y almacenes cercanos a las vías de acceso a Perú (rutas nacionales de tráfico internacional, rutas internas y caminos vecinales) sobre todo en las vías que comunican con Ecuador y Colombia.

Las áreas de cultivos a muestrear se seleccionaron teniendo en cuenta el peligro de establecimiento de la plaga, ya sea por siembra de semilla foránea, cercanía a zonas de comercio u otros.

Para el trampeo de polillas se usaron feromonas que funcionan como atrayente sexual de adultos macho. Estas feromonas se colocaron en un dispersor de jebe, que se cuelga dentro de una galonera, que a su vez tiene agujeros laterales que permiten la entrada del insecto. Dentro de la galonera se colocó agua con detergente, lo que permite que el insecto que ingrese se ahogue fácilmente por la falta de tensión superficial en el agua. También se utilizaron las

trampas tipo delta hechas de plástico corrugado, en cuyo interior se coloca una base pegante y la feromona colgada. Los detalles técnicos de la feromona según especificaciones del fabricante (ISCA TECHNOLOGIES INC.) son las siguientes: la composición es 0.98 mg de (E)-3-dodecenil acetato y 0.02 mg Z9-3-dodecenil acetato, la duración de la feromona en almacén es tres años a 5°C, la densidad para el control es de mínimo una trampa con la feromona cada 10 m en el borde del campo y la densidad para el muestreo es una trampa con la feromona cada 4 ha.

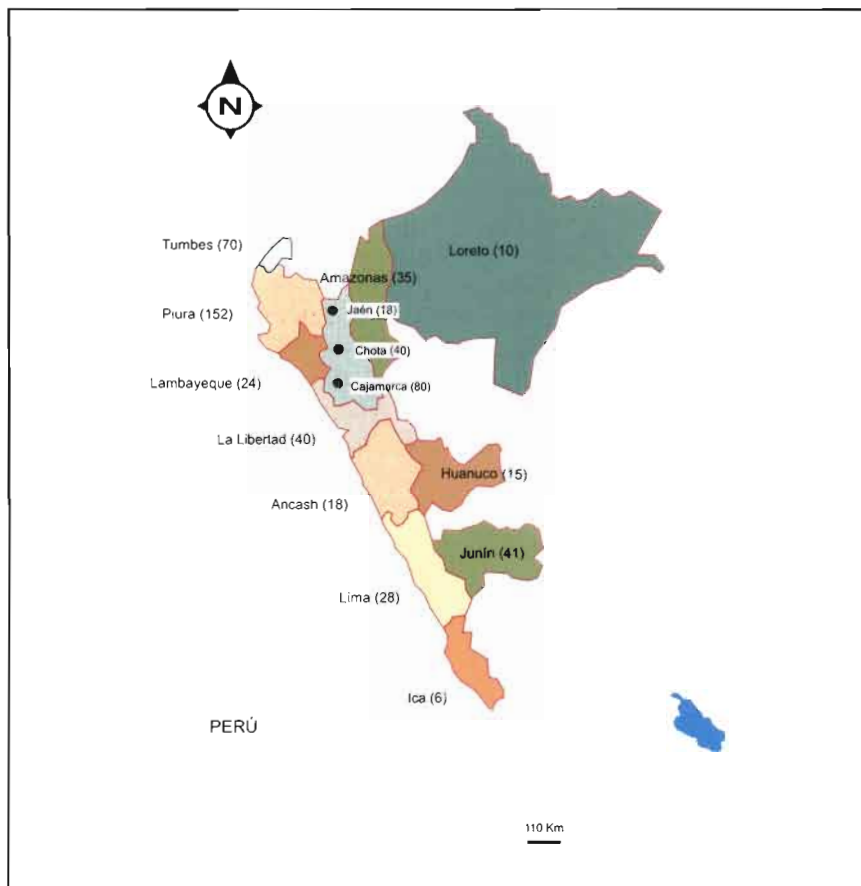


FIG. 1.—Distribución y número de trampas ubicadas en cultivos de papa en varios departamentos de Perú.

Las trampas fueron evaluadas semanalmente registrándose los adultos de *Tecia solanivora* que pudieran haber sido atrapados. Las feromonas se reemplazaron cada seis meses, las bases pegantes cada dos meses y la solución de agua con detergente cuando se requería. Las trampas delta son más fáciles de mantener pues para el reemplazo de las bases pegantes no se requiere mucho esfuerzo a diferencia del agua con detergente que tiene que ser trasladada y cambiada más frecuentemente. En épocas de lluvia o en condiciones de alta humedad relativa o excesiva temperatura, las bases pegantes sufren un deterioro mayor.

La metodología para el muestreo de tubérculos consistió en tomar 20 tubérculos al azar de un saco de papa, que a su vez son tomados al azar de un puesto de expendio en un mercado o un almacén. Éstos son elegidos teniendo en cuenta para ello que sean de alto riesgo (mercados principales con alto tránsito de mercadería, almacenes para semilla, grandes almacenes de acopio, entre otros). El número de muestras a tomar por cada zona (direcciones desconcentradas) fue de 10–80/mes y está en función de múltiples variables como son: cercanía a la frontera, área sembrada, uso de semilla de dudosa procedencia, entre otros.

La muestra fue revisada tubérculo por tubérculo pudiendo presentarse dos situaciones:

1. Que todos los tubérculos no muestren daño aparente (tengan peso normal sin daño externo, coloración normal, etc.). En este caso no se toma ningún tubérculo y sólo se anota el resultado.
2. Que todos o algunos tubérculos muestren daño. En este caso se colectan los tubérculos dañados para su examen en laboratorio y/o recuperar adultos en la cámara de recuperación (sólo se toman los tubérculos sospechosos).

Mediante esta metodología se facilita la labor del personal que realiza el muestreo, pues sólo se toman los tubérculos dañados que pudieran servir para obtener adultos. Una persona puede hacer muchos muestreos en un día tomando sólo aquellos tubérculos que se sospeche contengan larvas en su interior.

La difusión de la problemática que pudiera ocasionar la plaga en caso de que ingrese se realizó en todas las zonas donde se instalaron trampas. Se utilizó para ello afiches y trípticos, en donde se explica la naturaleza de la plaga y las recomendaciones para evitar su introducción.

Las actividades que realiza el SENASA para el fortalecimiento de la RMP contra *Tecia solanivora* son: gestión ante el “Fondo Fiduciario Pérez Guerrero para la Cooperación Económica y Técnica entre Países en Desarrollo, miembros del grupo de los 77” y el proyecto “Programa de prevención (en Perú) y control (en Ecuador y Colombia) contra *T. solanivora*.”

Se realizaron dos talleres: uno en Lima (Perú) y otro en Cotopaxi (Ecuador). Estos talleres permitieron el intercambio de información sobre el control de la plaga y la implementación de una “red de monitoreo” entre los tres países.

Otra de las acciones es el convenio de cooperación entre el SENASA, a través de la dirección descentralizada de Tumbes, y el SESA (Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria) por medio de su Jefatura Provincial en EL Oro, teniendo como uno de sus fines, el evitar la diseminación de la polilla hacia el Perú.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en cinco años de funcionamiento de la RMP contra *Tecia solanivora* demuestran que esta plaga no se encuentra en Perú, manteniendo su estatus de país libre de *T. solanivora*.

Los requerimientos para el monitoreo preventivo fueron programados con un año de anticipación. Sin embargo, se presentaron situaciones climáticas que nos obligaron a realizar cambios del material e insumos usados, para un mejor desempeño de la red o reemplazar trampas por pérdidas de diversa índole.

El clima afectó marcadamente a las bases pegantes de las trampas. Así, en condiciones de temperatura alta, el pegamento tiende a concentrarse en el centro del cartón, mientras que cuando la humedad es alta, el pegamento tiende a ondularse debiendo cambiarse con más frecuencia.

La caída de insectos es variable habiéndose encontrado adultos de *Symmetrischema tangolias*, dípteros, coleópteros entre otros, en alta y baja densidad, lo que al parecer indica que de alguna manera, por el color amarillo de la trampa, tipo de pegamento usado, temperatura interna o búsqueda de refugio, los insectos quedan atrapados en la base pegante.

El relieve escarpado de los Andes peruanos y lo costoso del monitoreo hizo muy difícil llegar a todos los lugares que técnicamente serían recomendables muestrear. Por ello, se escogieron sólo los sitios señalados como los de mayor riesgo.

La importancia de la RMP contra *Tecia solanivora* ha posibilitado que en la actualidad se trabaje en la sistematización informática del sistema de captación de información, junto a un sistema georeferenciado que permite consultar información en tiempo real desde cualquier lugar.

LITERATURA CITADA

- GALLEGOS, P. 1997. La palomilla de la papa *Tecia solanivora* en el Carchi. Situación actual y perspectivas de control. INIAP 69:5–6
- SANINET. 2000. La polilla *Tecia solanivora* ha sido introducida en las Islas Canarias, España. Notas de prensa de Sanidad vegetal. [en línea]. <<http://www.iiicasaninet.net/noticias/2000/nov/12-18/españa.html>> [consulta: junio del 2001].

**ACTIVIDADES DE CUARENTENA EN EL
DEPARTAMENTO DE PIURA-PERÚ CONTRA LA
POLILLA GUATEMALTECA DE LA PAPA
TECIA SOLANIVORA (POVOLNY)
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**

MARCO-POLO ZAPATA F.

*Servicio Nacional de Sanidad Agraria,
Jr. Huascar s/n-Urbanización La Alborada, Piura, Perú,
e-mail, lalibertad@senasa.gob.pe*

RESUMEN

El Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) en Perú, a través de SENASA-Piura, dentro de su sistema de cuarentena fitosanitaria realiza una serie de actividades cuarentenarias tendientes a prevenir el ingreso de *Tecia solanivora* proveniente de otros países hacia el interior del país. Con ellas protege no sólo la producción de Piura sino a todas las zonas paperas del Perú constituidas por 270 000 ha de cultivos aproximadamente.

El sistema de control cuarentenario y la red de trapeo para *Tecia solanivora* se iniciaron en 1997 contando a la fecha con 145 trampas con feromonas y cinco puestos de control cuarentenario (tres externos y dos internos).

Para la ejecución de las medidas cuarentenarias la dirección del SENASA-Piura realizó un convenio interinstitucional con las aduanas. Además, estableció políticas de coordinación con la Policía Nacional del Perú, el comité de productores de papa e institutos tecnológicos, cuyos aportes son valiosos en la ejecución de las medidas cuarentenarias y de capacitación ejecutadas por nuestra institución.

En el 2001 se decomisaron y destruyeron 70 t de papa de procedencia no nacional. Debido a la presencia de la plaga en zonas muy cercanas a la frontera se incrementó el número de trampas.

Palabras claves: Piura; Puesto de control cuarentenario externo; SENASA; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

El Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA-Perú), through SENASA-Piura, and within their Sanitary Quarantine System performs a series of quarantine activities aimed at preventing *Tecia solanivora*, from entering the Peruvian territory and which arises from other countries, protecting, for instance,

not only Piura's production, but also all the potato productive areas of Perú, about 270 000 ha. approximately.

The quarantine control system and the trapping web for *Tecia solanivora* began in 1997 with 145 pheromone traps and five quarantine check points (three external and two internal ones).

For the execution of quarantine measures, SENASA-Piura has executed an interinstitutional agreement with the customs service. Also, it maintains a coordination policy with the Peruvian National Police, the potato growers' committee and some technological institutes, whose valuable support have contributed to the implementation of quarantine measures and training activities carried out by our institution.

In 2001, 70 t of potatoes coming from abroad were confiscated and destroyed. Due to the presence of the pest in areas close to the frontier, a greater number of traps was set.

Key words: External quarantine checkpoint; Piura; SENASA, *Tecia solanivora*

INTRODUCCIÓN

El SENASA es la autoridad Nacional en Sanidad Agraria del Perú. Su misión es resguardar y mejorar el patrimonio agrosanitario del país. En el departamento de Piura está la Dirección ejecutiva como órgano descentralizado que tiene las mismas atribuciones y obligaciones institucionales.

En este contexto una de las actividades que realiza el SENASA-Piura es el manejo de los sistemas de vigilancia y cuarentena fitosanitaria, con la finalidad de impedir el ingreso de plagas y evitar la diseminación de aquellas ya existentes, hacia otras áreas donde no existen.

El Perú limita por la parte norte con Ecuador y Colombia, países en donde se encuentra presente *Tecia solanivora*, la polilla guatemalteca de la papa, plaga altamente destructora de los tubérculos.

El SENASA, ante el riesgo inminente de que ingrese dicha plaga al Perú, ha implementado una serie de actividades tanto de vigilancia como de cuarentena externa. Para ello el departamento de Piura tiene tres PCCE (Puestos de Control Cuarentenario Externo): Paita, La Tina, Espíndola y Alamor y dos PCCI (Puestos de Control Cuarentenario Internos): Lancones y el Guineo. En los tres PCCE se realizan inspecciones de los medios de transporte, equipaje de pasajeros y productos vegetales que ingresan por dichos puestos de control. Dado el inminente riesgo, dichos puestos han sido reforzados tanto con personal como con la infraestructura logística y operativa.

El plan de contingencia a mediano plazo establece pautas técnicas para realizar acciones complementarias ante la detección de *Tecia solanivora* en almacenes, en campo o en los PCCE. Esta actividad cuya responsabilidad es del SENASA contempla la integración de todos los componentes de la cadena productiva de papa, para optimizar las medidas cuarentenarias que se apliquen en caso de reportarse la indicada plaga de tipo A1 (no presente en Perú).

Piura cuenta con una red de muestreo desde 1997 constituida por 144 trampas georeferenciadas con el sistema GPS. Con este sistema se puede monitorear el potencial avance de la plaga, desde cualquier punto del Internet SENASA, en forma eficiente y económica.

Finalmente, la Dirección del SENASA-Piura espera que el "Plan de contingencia" dará resultados según como intervenga cada ente involucrado en la producción de papa, desde el productor hasta los comerciantes mismos y el ciudadano. Este "Plan de contingencia" involucra acciones en los PCCE, almacenes, mercados o centros de acopio y centros de producción.

Base Legal y Técnica

El Perú tiene los instrumentos legales y técnicos fitosanitarios que permiten operar en forma eficiente, basados en normas nacionales, andinas e internacionales como a continuación se indica:

Nacional:

1. Decreto Ley 25902. Ley orgánica del Ministerio de Agricultura, en la cual se crea el SENASA como organismo público descentralizado del Ministerio de Agricultura, con autonomía técnica, administrativa y financiera.
2. Decreto Supremo N° 024-95-AG. Reglamento de organización y funciones.
3. Ley 27322. Ley Marco de Sanidad Agraria la cual confiere al SENASA, el rango de autoridad nacional en materia de sanidad agraria.
4. Decreto Supremo N° 048-2001-AG. Reglamento general de la ley marco de sanidad agraria.
5. Decreto Supremo N° 016-76-AL. Reglamento sanitario de importación y exportación de productos y subproductos de origen vegetal.
6. Decreto Supremo N° 018-2000-AG. Establece normas relativas al permiso fitosanitario de importación.
7. Resolución Ministerial 588-94-AG. Suspende temporalmente la importación de papa procedente de Colombia y Ecuador.
8. Resolución Jefatural N° 184-99. Establece los puestos de control cuarentenario.

Andina:

1. Decisión 515. Sistema Andino de sanidad agropecuaria (del 8 marzo del 2000) Página web: <http://www.comunidadandina.org/NORMATIVA/DEC/D515.htm>

2. Resolución 025. Norma fitosanitaria Andina relativa al análisis de riesgos de plagas.
3. Resolución 026. Norma Andina sobre requisitos para el establecimiento de áreas libres de plagas.
4. Resolución 027. Glosario de términos y definiciones fitosanitarias.
5. Resolución 239. Directrices para la expedición de certificados fitosanitarios.
6. Resolución 240. Reglamento Andino relativo a los permisos fitosanitarios de importación.
7. Resolución 241. Procedimientos armonizados de certificación fitosanitaria para exportación y reexportación.
8. Resolución 431. Norma Andina sobre los requisitos fitosanitarios de aplicación al comercio de productos agrícolas.

Internacional:

1. Convención Internacional de protección fitosanitaria.
2. Normas Internacionales sobre medidas fitosanitarias.
3. Acuerdo sobre la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias de la OMC (Organización Mundial de Comercio).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN Diagnóstico de la Situación

El departamento de Piura se ubica al noroeste del Perú limitando por el norte con el departamento de Tumbes y la República del Ecuador, por el sur con el departamento de Lambayeque, por el este con el departamento de Cajamarca y por el oeste con el Océano Pacífico. Tiene una área agrícola de 166 849 ha (OIA-MINAG). Los cultivos predominantes en la Costa son: arroz, algodón, maíz, cítricos, mango y otros; mientras en los valles interandinos son: maíz, trigo, papa y en menores escalas granadilla, lúcuma y chirimoya.

El cultivo de papa comprende aproximadamente 1 000 ha por campaña agrícola en las provincias interandinas de Huancabamba y Ayabaca que son limítrofes con el Ecuador (Loja). En ellas el rendimiento promedio es de 9 000 kg por hectárea. La producción deriva en un 20% para consumo local y un 80% se comercializa en el resto del departamento.

Tecia solanivora está presente en varias zonas productoras de papa del Ecuador existiendo un desplazamiento del producto, a zonas que aún se encuentran libres. En la provincia de Loja se la encontró en almacenes, centros de abastos y áreas de cultivo. Sin embargo, actualmente en Piura que es departamento limítrofe con Ecuador, no se ha reportado esta plaga.

Actividades de Cuarentena

TABLA 1.--Implementación de los PCCE.

| P.C.C.E | Coordenadas | | Nro. personas | Nro trampas |
|-----------|----------------|-------------|---------------|-------------|
| | Longitud oeste | Latitud sur | | |
| La Tina | 79°55'46" | 4°23'46" | 3 | 21 |
| Espindola | 79°45'30" | 4°34'37" | 1 | 10 |
| Paita | 81°16'09" | 4°28'28" | 1 | 2 |
| Alamor | 80°23'32" | 4°24'37" | 1 | 2 |

A nivel de departamento existen 144 trampas que son evaluadas semanalmente. En cinco años de muestreo no se ha reportado la presencia de *Tecia solanivora*.

Inspección y Control de Productos Agropecuarios en los PCCE

En los PCCE se inspeccionan todo tipo de vehículos procedentes de zonas limítrofes al Perú. Se exige el cumplimiento de las normas y procedimientos para el ingreso al país de plantas y productos vegetales, así como la aplicación de normas específicas como la relacionada con la suspensión de ingreso de papa al país.

Tanto a nivel de los PCCE como de los PCCI se realizan operativos inopinados en coordinación con aduanas, Policía Nacional y el Ministerio Público, efectuando decomisos de productos vegetales en general que no cumplen y/o no tienen requisitos fitosanitarios.

En el 2001 durante el periodo comprendido entre junio a septiembre fueron decomisadas aproximadamente 70 t de papa, las cuales fueron destruidas. Esta acción fue realizada en presencia de las aduanas y del Ministerio Público.

La Dirección Ejecutiva del SENASA-Piura mantiene cercanas relaciones interinstitucionales con aduanas, Policía Nacional, Ministerio Público y comités de productores de papa (Huancabamba y Ayabaca) fortaleciendo de esta manera nuestro sistema de cuarentena fitosanitaria.

Se capacitaron a 950 personas entre productores, comités de productores, alumnos de centros tecnológicos, autoridades políticas y policiales y amas de casa acerca de las medidas cuarentenarias preventivas.

Con la finalidad de sensibilizar a productores, comités, autoridades, amas de casa y público en general se han distribuido a nivel de departamento 2 000 trípticos, 1 000 afiches, 12 casetes de video, 12 casetes de difusión radial, 10 entrevistas radiales y 20 eventos de capacitación entre 1997--2002.

En caso de ser detectada *Tecia solanivora* en cualquiera de sus estadios, el inspector procederá a tomar las muestras correspondientes, para luego ser remitidas al laboratorio de Sanidad Vegetal del SENASA empleando para tal efecto formularios específicos oficiales. Esta acción se realizará en forma inmediata solicitando el apoyo correspondiente a la Policía Nacional y Fiscalía si fuese necesario, de conformidad a la Ley Marco de Sanidad Agraria y su Reglamento General.

El ejemplar o ejemplares colectados de *Tecia solanivora* no deben ser manipulados más de lo necesario, los mismos que serán colocados en un frasco con la información completa, en la cual se indique el lugar de intercepción, la ubicación, la detección, la hora etc. Éstos ejemplares se enviarán por el medio mas rápido, al laboratorio de Sanidad Vegetal del SENASA .

Luego de tener la certeza de la presencia de esas polillas ya sea, con el resultado del laboratorio o visualmente se comunicará a la Dirección desconcentrada y ésta a su vez a la Dirección General de Sanidad Vegetal, a través de la Dirección de Defensa Fitosanitaria.

El PCCE de la dirección desconcentrada procederá al decomiso y destrucción del producto y posteriormente comunicará de esta situación, a otras instituciones oficiales y privadas relacionadas con el problema.

Almacenes y Centros de Acopio

Como medida cuarentenaria se procederá a retener él o los lotes en los cuales se ha detectado la presencia de la plaga, y se redactará una acta de retención. Asimismo, en el lugar se intensificarán los muestreos a fin de detectar los posibles focos de la plaga. Ésto se realizará en forma inmediata con el apoyo de la Policía Nacional y la Fiscalía si fuese necesario.

En caso de colectarse especímenes de *Tecia solanivora* se seguirán las acciones propuestas en el protocolo antes señalado.

Centros de Producción en Valles Interandinos

En lo que respecta al campo o a los centros de producción de papa, no han sido registrados especímenes de *Tecia solanivora*. Sin embargo, de detectarse dicha plaga se procederá a cuarentenar el área y se incrementará el número de trampas en el predio en que se detectó y los alrededores, a razón de una trampa cada 500 m². Se seguirá el mismo procedimiento de toma y remisión de muestras indicado anteriormente. El procedimiento descrito es aplicable en el caso de detectarse a *T. solanivora* en los PCCE.

Si la plaga es detectada en un almacén o centro de acopio, se aislará el área, cerrando puertas, ventanas, orificios u otras vías de escape de la plaga. Luego se colocará un letrero o aviso en la puerta principal con la leyenda "ÁREA

CUARENTENADA, SE PROHIBE EL INGRESO.” Se dispondrá la prohibición de ingreso de personal foráneo, se destruirá el material infestado y finalmente se auscultarán detalles sobre la procedencia del tubérculo.

Detección en campo

Si se detectase *Tecia solanivora* en campo se efectuará la delimitación del área utilizándose GPS. Los datos se transferirán al sistema computarizado, con la ubicación de los puntos de intercepción de dicha plaga. Asimismo, se trazarán las radiales a distancias de 1, 5, 10, 25, y 50 km, a fin de determinar el posible avance y diseminación de la plaga mediante GPS. El área circunscrita en cada radial determinará una superficie, cuyo resultado permitirá calcular el número de trampas. En caso de detección de *T. solanivora* se dispondrá la siguiente red de trapeo:

Radial 1: una trampa por 1 ha de cultivo de papa.

Radial 2: una trampa por cada 10 ha de cultivo de papa.

Radial 3: una trampa por cada 20 ha de cultivo de papa.

Radial 4: una trampa por cada 50 ha de cultivo de papa.

El número de trampas dependerá del área de influencia en las zonas de producción, lugares de almacenamiento, tránsito de los tubérculos de papa, dirección del viento, barreras naturales, etc.

También se colocará un letrero o aviso que diga "ÁREA CUARENTENADA, SE PROHIBE EL INGRESO." Se prohibirá la movilización de papa, se destruirá el material infestado o se aplicará algún plaguicida para evitar la dispersión de polillas.

Finalmente el SENASA ante una posible detección expondrá los motivos y justificaciones técnicas, que sustenten la emisión de una Resolución Jefatural. Con ella se declarará el estado de emergencia y se regularán las actividades sanitarias conducentes a erradicar la polilla. Ellas se complementarán con directivas internas que regulen el plan de emergencia y que estarán orientadas a acciones de campo como son: delimitación del área infestada, medidas cuarentenarias de eliminación del (o los) foco (s), regulaciones para la movilización de papa hacia el interior del Perú, reforzamiento de puestos de control cuarentenario externo e interno, que regulen la movilización de papa hacia otros departamentos.

**TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN EL MANEJO
Y CONTROL DE LA POLILLA GUATEMALTECA
TECIA SOLANIVORA (POVOLNY)
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EN EL
MUNICIPIO DE SAN JUAN DE PASTO, COLOMBIA**

SONIA-LUCÍA NAVIA

*Federación Colombiana de Productores de Papa, Av. 13
(Autopista Norte) No. 106 B-84, Cundinamarca, Bogotá, Colombia.
e-mail, sonialucianavia@yahoo.com.mx*

RESUMEN

Tecia solanivora, la polilla guatemalteca de la papa, es una plaga de importancia económica que en los últimos años ha causado pérdidas enormes a los agricultores del departamento de Nariño, incluido el municipio de San Juan de Pasto. Por tal razón, fue necesario la realización de un proyecto de transferencia de tecnología en el manejo y control de esta plaga.

Los agricultores por medio de visitas finca a finca, talleres demostrativos y de motivación empezaron a trabajar en comités veredales, para realizar acciones conjuntas que les permitieran reducir el impacto y dispersión de la plaga. Se hicieron encuestas, muestreos de la plaga (con trampas de feromona en lotes y bodegas) y giras de reconocimiento que permitieron hacer un mapeo de la presencia e incidencia de la plaga en las veredas productoras de papa del municipio de Pasto.

Este proyecto se realizó entre enero y junio del 2002. Se capacitaron 3 000 agricultores de 45 comunidades, quienes se organizaron para controlar el problema de polilla. Además, participaron 1 500 niños, y 1 350 agricultores fueron encuestados. Se realizaron 5 400 encuestas que dan una amplia visión del problema en la zona. Adicionalmente, 1 328 agricultores asistieron a actividades en el campo.

Palabras claves: Colombia; Feromona; Motivación; Talleres; *Tecia solanivora*; Transferencia tecnológica

ABSTRACT

Tecia solanivora, the Guatemalan potato moth, is a pest of economic importance that has caused great losses to farmers in the Department of Nariño, including the Municipality of San Juan de Pasto. Therefore, the implementation of a technology transfer project to manage and control this pest was necessary.

Farmers were visited one by one. Then, they attended motivation and demonstration workshops and after that, they started to work in communal committees to reduce the pest impact and its dispersion by means of joint actions. Polls, and pest samplings by means of pheromone traps were performed (in plots and storehouses), as well as survey trips which originated a mapping of the presence and incidence of the pest in potato fields in the Municipality of Pasto.

This project was carried out between January and June 2002. 3000 farmers from 45 communities were trained and organized to control the moth problem. Also, 1500 children participated and 1350 farmers were polled. 5400 polls were tabulated showing a broad scope of the zone and also 1328 farmers attended the field activities.

Key words: Colombia; Motivation; Pheromone; Technological transfer; *Tecia solanivora*; Workshops

INTRODUCCIÓN

Uno de las actividades más importantes en la economía del departamento de Nariño es el cultivo de papa, dependiendo de él 30 000 familias que siembran alrededor de 45 000 ha. En los últimos cinco años la incidencia de *Tecia solanivora*, la polilla guatemalteca, ha crecido por las siguientes razones: desconocimiento de la biología de la plaga y de las prácticas de manejo de ésta, manejo inadecuado de bodegas, compra de semilla en los mercados de Cundinamarca y Boyacá o a negociantes no acreditados de esas zonas, malas prácticas en los mercados, transferencia inadecuada de tecnología por desconocimiento de los técnicos de los factores de la plaga; pero además por falta de técnicas adecuadas para transmitir el conocimiento y motivar al cambio de actitud y a la implementación de nuevas alternativas de control, utilización de insecticidas químicos sin control por parte de los agricultores papeiros y dependencia exclusiva al uso de agroquímicos para combatir plagas y enfermedades.

Para el desarrollo del departamento de Nariño y en especial del municipio de Pasto es prioritario que los agricultores, que se dedican al cultivo de papa obtengan rentabilidad de esta labor. Así, permanecerán en los campos generando empleo y bienestar. Por tal motivo, es necesario evitar el crecimiento poblacional de plagas que sean arrasantes y devastadoras como la polilla guatemalteca.

Para FEDEPAPA (Federación Colombiana de Productores de Papa) es prioritario capacitar a los agricultores sobre las mejores prácticas de manejo y en el conocimiento de los factores que inciden en la presencia y ataque de la

plaga para implementar su prevención y control. Por lo tanto necesitamos:

1. Evitar el uso indiscriminado de insecticidas sin control eficiente, los cuales generan incremento en los costos de producción.
2. Implementar el manejo integrado de la plaga, conocer las prácticas culturales y el uso de trampas.
3. Evitar la diseminación de la plaga aplicando el control cultural y legal.
4. Aprender técnicas de utilización de papas de desecho, ensilaje, papa en salmuera y bioabono.

El objetivo general de este trabajo fue: transferir la tecnología disponible para el manejo y control de *Tecia solanivora* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*. L). Los objetivos específicos son: concientizar al agricultor de la importancia de la plaga, identificar las causas de la presencia de la plaga y capacitar a los agricultores en la biología y prácticas de manejo de la plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se formaron brigadas de información finca a finca realizando encuestas sobre manejo del cultivo, área de siembra, prácticas de manejo de semilla, papa de consumo y residuos de cosecha. Se realizaron talleres de motivación y concientización en la veredas. El temario de estos talleres incluyó las siguientes actividades:

1. Charla de motivación a la organización para trabajar en equipo. Si alguien no controla la plaga le hace daño a sus vecinos, además que será el primero que pierda. Se formaron pequeños grupos que trabajaron primero armando un rompecabezas, el cual se diseñó para que se comprenda que somos importantes y pieza clave para que la comunidad crezca y pueda emprender tareas importantes para su bienestar. Después en pequeños grupos se respondió a la pregunta ¿Qué podemos hacer como comunidad para combatir la polilla? y se diseñaron estrategias para realizar con los vecinos en toda la vereda.
2. Presentación del video de biología y manejo integrado de la plaga.
3. Elaboración de tablas de vida o insectarios para conocer el ciclo de la plaga.
4. Conformación de un comité veredal para combatir la polilla.

Se realizaron demostraciones de las diferentes prácticas del manejo integrado de la polilla, utilización de las papas de desecho y los resultados obtenidos. Además, de giras de agricultores, para que miren como trabajan los agricultores de otras veredas y/o conozcan los estragos de la plaga si aún no la tienen en su vereda.

El agricultor ejecuta cada una de las labores y prácticas que integran el MIP (Manejo Integrado de Plagas) se apropia de la metodología, implementa con su experiencia formas más eficientes de hacerlo y participa del proceso.

En estos talleres se enseñan y evalúan las siguientes prácticas: armada e instalada de las trampas de feromonas, inmersión de papa de consumo en salmuera, protección de la papa de consumo con plantas repelentes, desinfección de semilla con químicos (fosfamida) y controles biológicos (baculovirus), utilización de semilla certificada o semilla sana de buena calidad sus principales características y ventajas, ensilaje de papa con melaza y material de rastrojos de trigo, cebada, arveja, haba, etc, realización de un aporque alto, recolección de papas del rastrojo, desinfección de bodegas y elaboración de bioabono o compost. Además, se realizaron talleres de capacitación en las escuelas rurales para educar a los niños sobre este problema.

RESULTADOS

1. 1 350 agricultores encuestados en 49 veredas del municipio de Pasto.
2. 5 400 encuestas tabuladas y procesadas que proveen información muy confiable en cuanto a prácticas de manejo del cultivo y de la papa, después de cosechada, manejo de la semilla, métodos de siembra, áreas sembradas y conocimiento de la plaga.
3. 46 talleres de motivación y concientización con la asistencia de 1 123 agricultores, quienes evaluaron el taller y aportaron ideas para enriquecer el proceso.
4. 44 comités veredales organizados y trabajando en defensa del cultivo de la papa.
5. 40 talleres demostrativos con la participación de 918 agricultores que realizaron una evaluación de lo aprendido y aportaron ideas para mejorar las prácticas enseñadas.
6. 48 talleres en escuelas veredales con la participación de 927 niños, los cuales elaboraron 914 dibujos. Estos dibujos permiten ver la percepción de los niños frente al problema de la polilla.
7. 29 charlas impartidas a aproximadamente 600 niños de bachillerato y quinto de primaria sobre la biología de la polilla.
8. Tres giras con 63 agricultores que incluyeron charlas dictadas por los anfitriones y por los agricultores visitantes.
9. Ocho días de campo con la asistencia de 1 328 agricultores, 14 entidades del sector agrícola, estudiantes de agronomía y técnicos de campo.

CONCLUSIONES

Las comunidades organizadas logran manejar mejor sus problemas, como en el caso de implementar y efectivizar las medidas de orden legal y cultural en el control de *Tecia solanivora*. Los niños son un factor fundamental para lograr que los adultos adopten nuevas tecnologías.

El participar en las prácticas de ensilaje, salmuera, bioabono, armada de trampas hizo que el agricultor se mostrara más receptivo y le pareciera relativamente fácil la implementación de estas técnicas.

Además, logramos que los agricultores comparen el introducir el control cultural con sus diversas prácticas versus el control con agroquímicos. De esta manera, se dieron cuenta que se necesita mejorar el control cultural cambiando las técnicas utilizadas anteriormente.

Las encuestas realizadas al iniciar el trabajo nos permitieron conocer mejor la comunidad con la que íbamos a trabajar, saber el estado de la plaga en la zona, que estaban haciendo y que podíamos hacer para que acogieran nuestras sugerencias. La tabulación de las encuestas arrojaron resultados y conocimientos que sirvieron para este proyecto, y permitirán que la información quede disponible para cualquier otro trabajo que se realice en el municipio de Pasto.

Agradecimientos.—A Álvaro Mosquera R., Alexandra Jaramillo M., Lorena Guzmán P., Iván Martínez, Leonardo Chamorro y Fernando Mosquera, por su colaboración para la realización de este trabajo.

LA EXPERIENCIA DE LA CAPACITACIÓN Y DIFUSIÓN DEL PROGRAMA MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN BELÉN, BOYACÁ, COLOMBIA

EDISON SÁENZ S.¹, MARÍA PALACIOS L.²,
OSCAR ORTIZ O.³, Y AZIZ LAGNAOUI⁴

¹*Productores de Alimentos Biológicos,
Carrera 13 No. 22-41, Tunja, Boyacá, Colombia,
e-mail, edisonsaenz@hotmail.com*

²*Agro-Consut International, Av. Los Forestales Mz. H6, Lt. 41,
Urbanización La Riviera de Monterrico, Lima 12, Perú*

³*Centro Internacional de la Papa, Av. La Universidad 795
La Molina Aptdo. 1558, Lima, Perú*

⁴*The World Bank, Environmentally and Socially Sustainable Development,
1818 H Street, NW, Washington D.C. 20433, U.S.A.*

RESUMEN

Entre agosto y diciembre del 2001, la empresa PROALBIO (Productores de Alimentos Biológicos) realizó la capacitación en MIP (Manejo Integrado de Plagas) de 40 agricultores de la Asociación de Productores de Papa del municipio de Belén. Contó con el financiamiento del Concejo Nacional de la Papa de Colombia, y la alcaldía de Belén, además del apoyo técnico del CIP (Centro Internacional de la Papa).

Para facilitar el aprendizaje y la toma de decisiones se adaptaron a las características de la región, el método de escuela de agricultores y la guía para facilitadores desarrollada para Perú por el CIP. Previamente, se midió el nivel de conocimientos de los participantes sobre manejo del cultivo y control de las plagas. En base a los resultados se seleccionaron los temas para la capacitación.

Se diseñaron pequeños ensayos que permitieron observar el ciclo de vida y el comportamiento de las dos principales plagas de importancia económica en la región: *Tecia solanivora* (polilla guatemalteca) y *Premnotrypes vorax* (gusano blanco de la papa).

Las sesiones de capacitación, a cargo de un profesional facilitador se realizaron cada ocho días durante cinco meses. Cada sesión se desarrolló indistintamente en una parcela de papa manejada por el grupo de agricultores o en un local proporcionado por la alcaldía. Como resultado, 33 agricultores fueron capacitados en MIP y se validó la guía para los facilitadores de escuelas. Este proceso de aprendizaje permitió a los agricultores de Belén entender los cambios morfológicos de las plagas, observar su comportamiento y dar un sentido lógico a las prácticas MIP.

Palabras claves: Escuelas de campo; MIP; *Premnotrypes vorax*; *Tecia solanivora*; Transferencia tecnológica

ABSTRACT

Between August and December of 2001, the entrepreneurial group PROALBIO (Productores de Alimentos Biológicos), provided training in MIP (Manejo Integrado de Plagas) (Integrated Pest Management) to 40 farmers from the Asociación de Productores de Papa in the municipality of Belén. The project was financed by the Concejo Nacional de la Papa of Colombia and the municipality of Belén and was provided with technical support by the CIP (Centro Internacional de la Papa).

In order to facilitate learning and decision-making, the Farmer's Field School approach and the Facilitator's Guide developed by the CIP for Perú were adapted to the local conditions. First, the farmers' knowledge on cultural management and pest control was evaluated, and the training topics were selected according to the results.

Small trials were designed and implemented to observe the life cycle and behavior of the two major pests in the region: *Tecia solanivora* (Guatemalan moth) and *Premnotrypes vorax* (Andean potato weevil).

Training sessions, facilitated by a professional trainer, were held on a weekly basis for five months. Each session was carried out in a potato plot managed by a group of farmers, or at a place provided by the municipality. As a result, 33 farmers were trained in MIP and the Facilitator's Field Guide was validated. The learning process enabled farmers from Belén to understand the insects' morphological changes, observe their behavior, and eventually, allowed them to make logical applications of the MIP practices.

Key words: Field schools; MIP; *Premnotrypes vorax*; Technological transfer; *Tecia solanivora*

INTRODUCCIÓN

En las zonas productoras de papa del departamento de Boyacá, millones de pesos son invertidos anualmente en programas de transferencia de tecnología, para favorecer la competitividad de los pequeños productores. Ellos no logran su objetivo, posiblemente debido a que estos programas no llenan las expectativas de los agricultores.

Una de las debilidades de los productores en el manejo de plagas del cultivo, es el desconocimiento de aspectos sobre la biología y comportamiento de las plagas, la influencia del clima, la relación del insecto con el desarrollo de la planta y las prácticas de control. Éstos son aspectos claves para facilitar la toma de medidas adecuadas para el control de la plaga.

A finales de 1999, los agricultores de Belén que participaban en una gira educativa organizada por los instructores del SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) visitaron las instalaciones de PROALBIO y observaron lotes comerciales de papa con prácticas de MIP. Los resultados de estas parcelas los motivó a solicitar a los funcionarios de PROALBIO capacitación sobre MIP en papa.

Para canalizar esta solicitud, los funcionarios se comprometieron a formular un proyecto y buscar su financiación. Una vez que los recursos económicos fueron asignados se contactó con la comunidad y se les explicó las ventajas de la producción MIP: menor costo de producción, reducción del número de aplicaciones de insecticidas y mejora de la competitividad del producto.

La capacitación involucró a 40 agricultores del sector Monte Redondo, vereda El Bosque (municipio de Belén, departamento de Boyacá, Colombia). Los beneficiarios son productores de papa que buscan mejorar sus condiciones de vida.

Organización

Con el objetivo de que los agricultores se involucren activamente en los talleres de campo se comprometió a los participantes, en la administración y verificación del cumplimiento de las actividades del proceso de capacitación. Se nombró una junta directiva, la cual quedó integrada por: Pedro Simón Guerrero (Presidente), María Susana Balaguera Masmela (Secretaria) y Pablo Rincón (Tesorero). La junta fue responsable de llevar las actas de las sesiones de capacitación, el listado de asistencia de los beneficiarios y de recibir los materiales de trabajo. Las sesiones de capacitación se realizaron durante cinco meses, cada ocho días y ocho horas al día.

Diagnóstico de Conocimientos

Para determinar el nivel de conocimientos de los productores se elaboró una ficha de inscripción, la cual entre otros aspectos incluía datos personales, información familiar e información sobre el conocimiento del ciclo de vida, comportamiento y control de las principales plagas y enfermedades de la papa.

También se realizó un taller de diagnóstico participativo, en el cual a través de grupos de trabajo se evaluó el conocimiento colectivo de 45 agricultores sobre su comunidad, su ambiente, el manejo del cultivo y sus efectos sobre su entorno y nuevamente se preguntó sobre el ciclo de vida de las plagas del cultivo, su manejo y control.

Las variedades comerciales sembradas por los productores son: Parda Pastusa y Tocarreña (para consumo en fresco) y Diacol Capiro (variedad requerida por la industria). El número de agricultores que siembra estas variedades de papa es la siguiente: Parda Pastusa (45 productores), Diacol Capiro (11) y Tocarreña (1).

En el manejo de los lotes a sembrar se observó que hay una buena rotación de cultivos sembrándose: cebolla cabezona (tres productores), papa (seis productores), avena (un productor) y pastos (35 productores). Esta rotación de cultivos facilita la aplicación de algunas medidas de control, en el manejo de *Premnotrypes vorax* (gusano blanco de la papa).

Los agricultores que conocen el ciclo de vida de *Tecia solanivora* y de *Premnotrypes vorax* (Tabla 1) manifestaron haber adquirido estos conocimientos de la capacitación impartida por la Secretaría de Agricultura de Boyacá, algunos funcionarios de las casas de agroquímicos e instituciones como CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), que hace presencia en la zona.

TABLA 1.—Número de productores que conocen sobre el ciclo de vida y control de *Tecia solanivora* y *Premnotrypes vorax* en el municipio de Belén (departamento de Boyacá, Colombia).

| Estado | Conocen <i>Tecia solanivora</i> | Conocen <i>Premnotrypes vorax</i> |
|--------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Adulto | 7 | 4 |
| Huevo | 1 | 4 |
| Larva | 45 | 45 |
| Pupa | 5 | 4 |
| Daño | 45 | --- |

Los insecticidas son la única medida de control que usan los agricultores. Los más utilizados para el control de *Tecia solanivora* son: Carbofuran, Lambdahalotrina, Metomil, Clorpirifos, Profenofos, Metamidofos, Paratión, Aldicarb, Foxin y Carbosulfan. Para el control de *Premnotrypes vorax* se utiliza: Carbofuran, Metamidofos, Clorpirifos, Profenofos y Carbosulfan.

Guía para Facilitadores

Los resultados del diagnóstico ayudaron a determinar las necesidades de capacitación del grupo. Una vez identificados los temas de capacitación se adaptaron algunos de los ensayos de la guía para facilitadores elaborada para Perú, y otros fueron adaptaciones de experiencias de los agricultores de Boyacá.

Las actividades se planearon considerando que debían desarrollarse en una parcela experimental educativa de papa. Además, los agricultores debían realizar las labores de manejo propuestas en forma guiada, para observar los principales problemas fitosanitarios y tomar las medidas de manejo más convenientes.

Los materiales para desarrollar los ensayos de la guía tenían que ser de fácil consecución y de la zona. Por ejemplo, el ensayo para mostrar el ciclo de vida

del gusano blanco se hizo a partir de larvas, estado que conocen los agricultores. Los materiales empleados fueron una botella plástica de gaseosa de 2^{ta} l, a la cual se le retiró el pico. luego se llenó con tierra y se introdujeron 50 larvas. Esto último se hizo con el fin de retirar un poco de tierra semanalmente y observar los cambios morfológicos de esta plaga. Una vez que nacieran los adultos, éstos se llevaron a una cámara de vidrio que contenía una planta de papa. En ella, los agricultores observaron el comportamiento y daño que causa los adultos al follaje.

Para el montaje del ciclo de vida de la polilla se usó una botella similar, en el fondo se echó un poco de arena, se introdujeron tubérculos con larvas de la polilla, se tapó la botella con una tela de tul sujeta a la botella con un cordel. En este ensayo, los agricultores pudieron diferenciar los estados de desarrollo de la plaga. Semanalmente, los agricultores observaron los ensayos y por lo sencillo de los mismos, algunos los realizaron en sus casas.

Capacitación en la Parcela de Papa

En el momento de montar la parcela (agosto del 2001), el municipio de Belén atravesaba un prolongado verano y las capturas de polillas sobrepasaban los 200 machos por trampa y por semana.

Los agricultores sembraron 1 500 m² dividiendo la parcela en tres secciones de 500 m². Utilizando la práctica tradicional, los agricultores manejaron el cultivo, como se acostumbra en la región haciendo las aplicaciones de pesticidas ya usados. Otra sección con prácticas MIP. La tercera parcela con insumos de la agricultura agrosostenible. En la parcela MIP, las prácticas para el manejo de *Tecia solanivora* (polilla guatemalteca) y *Premnotrypes vorax* (gusano blanco de la papa) se montaron en forma conjunta. Para impedir el acceso del gusano blanco alrededor de la parcela se sembró un surco de maíz y luego tres surcos de nabos o cuvios. Para prevenir el daño de la polilla guatemalteca se usó riego y trampas con feromona sexual. Además, se realizaron ensayos que contribuyeron a optimizar la captura de machos, como altura y distancia de trampas, dentro y fuera del lote de papa.

En los ensayos de almacenamiento se empleó el insecticida biológico baculovirus. En la parcela MIP, la fertilización del suelo fue el único insumo de origen químico que se empleó. En la cosecha, los agricultores evaluaron al azar 100 plantas por parcela.

Capacitación en el Aula

Los agricultores seleccionaron un local en la vereda El Bosque (entregado por el Alcalde municipal en comodato) fundando así “La escuela de agricultores investigadores de Belén.” En el aula se desarrolló el montaje de ensayos sobre

el ciclo de vida de *Tecia solanivora* y *Premnotrypes vorax*. Además, se realizaron talleres MIP y otros de interés para los participantes.

RESULTADOS

Los agricultores observaron los cambios morfológicos de *Premnotrypes vorax* y de *Tecia solanivora*. A partir del conocimiento del ciclo de vida y comportamiento de las dos plagas de importancia económica, los agricultores dieron sentido lógico a las prácticas de control MIP.

Además, los agricultores adoptaron para el manejo de *Tecia solanivora* algunas prácticas MIP tales como: uso de trampas con feromonas en campo, recolección y manejo de los residuos de cosecha, y uso de baculovirus en almacén. Para el manejo de *Premnotrypes vorax*, se llevó a cabo prácticas tales como: colocación de barreras vegetales con nabos y trampas cebo en los bordes de la parcela de papa. Se validó la metodología de los talleres de campo como una herramienta para la capacitación sobre MIP. La guía actualizada para facilitadores elaborada por el CIP en Perú sirvió para satisfacer las necesidades de la región.

Algunas dificultades que se presentaron durante este trabajo fueron: el tiempo de ejecución del proyecto fue relativamente corto y en la realización de operaciones numéricas, los agricultores no prestaron mayor atención al desarrollo del taller.

CONCLUSIONES

1. La escuela de agricultores es la mejor manera para lograr la aceptación y adopción del MIP, pues permite ir enseñando paulatinamente a lo largo de la campaña agrícola, los conceptos y principios biofísicos necesarios para la aplicación del MIP.
2. La escuela de MIP es una alternativa a otros métodos convencionales de capacitación, porque promueve el auto aprendizaje, permite la participación de agricultores que no saben leer ni escribir, involucra a muchos miembros de la familia y el aprendizaje es vivencial.
3. La escuela de MIP constituye una manera apropiada de desarrollar los conocimientos y capacidades de los agricultores, lo cual facilita la innovación y adopción de tecnologías.
4. La escuela de MIP permite investigar, validar y adaptar tecnologías a las condiciones locales en forma participativa y contribuye a innovar los métodos de asistencia técnica y capacitación tradicional.

RECOMENDACIONES

1. Ajustar la metodología y las guías de trabajo, según las necesidades de la zona, nivel cultural y académico de los agricultores.

2. No saturar a los agricultores de conocimientos es mejor dividir el proceso de capacitación en varias fases, según las necesidades de los productores.
3. En lo posible, antes del montaje de la parcela experimental educativa es mejor haber tratado los temas de ciclo de vida y control.
4. El tiempo de ejecución de la primera fase debe ser de seis a siete meses. Cada grupo de participantes que ingresan al proceso de capacitación, potencialmente puede llegar a constituirse en una asociación con fines empresariales, por lo que se debe motivar a la participación de organizaciones administrativas.
5. Hacer un seguimiento a nivel de campo, para determinar el efecto de los conocimientos adquiridos por los agricultores.

LITERATURA SUGERIDA

- CÁRDENAS, M., E Y. SÁNCHEZ. 1998. Conservación de papa desechada (*Solanum tuberosum*) e infestada por *Tecia solanivora* (Povolny), como parte de su manejo integrado en la alimentación de novillas Holstein en Tunja (Boyacá). Tesis de Ingeniería Agronómica, UPTC, Tunja, Boyacá, Colombia.
- INIAP, Y CIP (Eds.). 2000. Herramientas de aprendizaje para facilitadores (Manejo integrado de cultivo de papa). INIAP-CIP, Quito, Ecuador.
- NELSON, R., M. PALACIOS, R. ORREGO, Y O. ORTIZ (Eds.). 2002. Guía para facilitar el desarrollo de escuelas de campo de agricultores. Manejo integrado de las principales enfermedades e insectos de la papa. CIP-Care, Caso San Miguel, Perú.
- PALACIOS, M., E. SÁENZ, G. SOTELO, F. CISNEROS Y A. LAGNAOUI. 2001. Desarrollo e implementación del MIP en la Unidad piloto de Ventaquemada (Boyacá, Colombia). Pp. 93–97. En T. Ames, y M. Palacios (Eds.), Memorias del I Taller Internacional “Prevención y control de la polilla guatemalteca de la papa.” Septiembre 11–14. SENASA-CIP, Lima, Perú.
- PALACIOS, M., G. SOTELO, Y E. SÁENZ. 1997. La polilla de la papa *Tecia solanivora* (Povolny). Pg. 14. En FORTIPAPA-INIAP (Eds.), del I Taller Internacional “Manejo integrado de *Tecia solanivora*.” Julio 31–Agosto 4. INIAP-CIP, Ibarra, Ecuador.
- SALAZAR, E. 1996. Ciclo biológico y dinámica poblacional del gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax* Hustache). Tesis de Ingeniería Agronómica, UPTC, Tunja, Boyacá, Colombia.

SOTELO, G. 1997. La polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Povolny) y su control con baculovirus. Pp. 32--34. En CORPOICA-Regional Uno (Ed.), Memorias del II Curso Taller "Manejo integrado de plagas de la papa." Agosto 25--27. CORPOICA y CIP, Chiquinquirá, Bogotá, Colombia.

ENTOMOFAUNA ASOCIADA A LA PAPA EN ITALIA

ALESSANDRA ARZONE M.

*Di.Va.P.R.A. Entomologia e Zoologia applicate all'Ambiente "Carlo Vidano",
Università degli Studi di Torino, Via L. da Vinci 44,
10095 Grugliasco (TO), Italia, e-mail, alessandrina.arzone@unito.it*

RESUMEN

Se da una visión breve de los cultivos de papa en Italia. Se provee información sobre los insectos más dañinos de las cosechas, con especial énfasis en los áfidos vectores de virus y algunas especies de lepidópteros y coleópteros. Además, se considera a los nematodos del género *Globodera* como huéspedes de la papa.

También se indican los enemigos naturales de las plagas y métodos de control preventivo, agronómico, físico y químico, más convenientes para proteger tanto las cosechas de papa como el ambiente.

Palabras claves: Aphididae; Coleoptera; Lepidoptera; Nematoda; Plagas; Virus

ABSTRACT

A brief overall view of the potato growing activity in Italy is provided, considering the insects known to be most harmful to the crop, with special emphasis on aphids that are vectors of viruses, and on some species of Lepidoptera and Coleoptera. In addition, nematodes of the genus *Globodera*, considered as potato dwellers, were also included.

Pest natural enemies are also pointed out, as well as, the most suitable agronomic, physical and chemical preventive control methods, to protect both, the crop and the environment.

Key words: Aphididae; Coleoptera; Lepidoptera; Nematoda; Pests; Viruses

INTRODUCCIÓN

La papa es originaria de las áreas andinas de América del Sur y particularmente de las partes altas de Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú. En estos países se encuentran de modo silvestre casi todas las variedades de *Solanum tuberosum* conocidas hasta la fecha.

Pigafetta fue uno de los primeros historiadores en elogiar a la papa en su "Viaggio al Brasile" en donde la conoció en 1519. Aunque se estima que la papa

fue introducida a Europa en las últimas décadas del siglo XVI o comienzos del XVII; el establecimiento y expansión de esta planta tuvo lugar en épocas posteriores.

El pionero de la difusión de la papa en Italia fue Dandolo, pero cabe mencionar que quien se destacó en la promoción de este tubérculo fue también Vincenzo Virginio, el cual se empeñó en dar a conocer este cultivo en Piamonte durante las primeras décadas de 1800. En 1803 las papas aparecieron por primera vez en el mercado de Torino, en donde por un tiempo se distribuyeron inclusive gratuitamente.

En Italia se practican tres clases de cultivo de papa: la precoz o tempranera (al Sur), la común (al Norte) y la bisiesta o de segunda cosecha (que ocupa pocos miles de hectáreas). Las variedades de creación italiana son: “Alba” precoz, “Desital” medio-tardía y “Merit” medio-precoz poco sensibles a la lancha de la hoja. “Imola” de maduración media es inmune al cáncer de papa, poco sensible al PVY, al PLRV y a la lancha de la hoja. “Sibylla”, a maduración media, resistente al patotipo RoI del nematodo dorado de la papa. “Teodora”, precoz poco sensible a PLRV, medianamente sensible al PVY y a la lancha.

Además, se cultivan una quincena de variedades de procedencia extranjera entre las cuales se destacan: Agata, Monalisa, Primura, Sirco, Spunta y, entre las rojas, Chérie y Desirée. Entre 1961–1995 el cultivo abarcaba alrededor de 350 000 ha con una producción aproximada de 35 millones de quintales. En relación a la ubicación, el cultivo estaba situado en un 40% en zonas altas, en un 36% en zonas medias y en un 24% en la llanura. En las últimas décadas el cultivo disminuyó notablemente hasta llegar a los actuales 81 596 ha con una producción de alrededor de 22–23 millones de quintales (datos del 31.12.2001).

Las causas de esta disminución son imputables al cambio del tipo de alimentación (la papa hoy en día es considerada un alimento “pobre” y ha perdido su importancia como alimento base) y al abandono de campos marginales y de tamaño pequeño, en favor de haciendas con superficie amplia (alrededor de 40–50 ha) que permiten la mecanización del cultivo.

Contemporáneamente a la disminución de la superficie cultivada, se registró un aumento de rendimientos, obviamente diversificados: alrededor de 15 t/ha para las variedades precoces, 40–50 t/ha para las variedades de otro tipo, con un promedio de 25–26 t/ha. Merece destacar que la papa italiana es muy cotizada por sus calidades organolépticas que alcanzan cotizaciones muy superiores a las del norte de Europa.

En lo que se refiere a la papa para semilla, dos son las zonas de elección por sus condiciones pedológicas y ubicación: Brunico (Trentino-Alto Adige) que produce 5 000–6 000 t y la Sila (Calabria), en donde subsisten todavía problemas empresariales.

Además, se hacen esfuerzos para la recuperación de antiguos genotipos, como la Quarantina en Liguria y la Viola en Calabria, que potencialmente tienen un mercado peculiar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las adversidades pueden ser causadas por las siguientes razones: condiciones ambientales desfavorables particularmente el clima, agentes patógenos que causan enfermedades criptogámicas, bacterianas y virales y además, por animales, entre los cuales se encuentran los nematodos y, en particular, los insectos; éstos últimos se destacan por su número y perjuicio. De hecho, la entomofauna asociada a la papa comprende más de 50 especies que atacan raíces, tubérculos, tallo, hojas, flores, aunque solamente la tercera parte de ellos representa un peligro constante para el cultivo.

Entre los insectos menos perjudiciales se pueden mencionar los colémbolos *Sminthurus viridis* L. y *Bourlettiella hortensis* Fitch (Sminthuridae) que ocasionan pequeños huecos en las hojitas; el ortóptero *Gryllotalpa gryllotalpa* (L.) (Gryllotalpidae) que causa profundas cavidades en los tubérculos; hemípteros como *Aelia rostrata* Boheman (Pentatomidae) que con sus picaduras provoca que se sequen los ápices y *Calocoris norvegicus* (Gmelin), *Halticus saltator* Geoffroy, *Lygus pratensis* L. y *L. rugulipennis* Poppius (Miridae) que atacan a las yemas. Entre los dípteros tenemos a *Tipula oleracea* (L.) y *Tipula paludosa* Meigen (Tipulidae) con larvas filófagas, los bibiónidos *Bibio hortulanus* L. y *Dilophus febrilis* (L.) con larvas radicícolas, el antómido *Delia platura* (Meigen) cuyas larvas roen el hipocótilo (Tabla 1).

Las especies más perjudiciales pertenecen a Aphididae incluida en los hemípteros y a varias familias de lepidópteros y coleópteros.

Afídidos.—Por lo menos seis especies de áfidos colonizan las hojas de la papa. *Aphis fabae* Scopoli holocíclico dioico (huéspedes primarios *Euonymus europaeus* L., *Viburnum opulus* L., *Philadelphus coronarius* L.), *Aphis gossypii* Glover holocíclico dioico (huéspedes primarios *Rhamnus* spp., *Hibiscus* spp., *Catalpa* spp.), *Aulacorthum solanii* (Kaltenbach) monoico, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) anolocíclico, *Myzus ascalonicus* Doncaster anolocíclico, *Myzus persicae* (Sulzer) holocíclico dioico (huésped primario *Prunus persica* Stocks) (Tabla 1).

Las colonias de estos fitomisos atacan hojas, escapos florales, flores, causando enroscamientos foliares, debilitamiento y, en los casos más graves, desecamientos vegetativos. Además de provocar daños directos con el ordeñamiento de la linfa elaborada, éstos pueden ser vectores de numerosas enfermedades virales, como mosaico y enroscamiento.

En este sentido el más perjudicial es *Myzus persicae*, que comúnmente no forma densas colonias sobre las partes vegetales atacadas, siendo una especie con hábitos dispersos: consecuentemente las deformaciones sobre la papa no son por lo general muy llamativas. Sin embargo, este es el áfido más perjudicial por su capacidad de diferenciar biotipos virulentos y de difundir virosis vegetales. Esta especie es vector de más de un centenar de virus de varios tipos. Solamente en lo que se refiere a la papa puede transmitir una decena de virus, de los cuáles el más importante es el del enroscamiento foliar o leaf roll (PLRV). Este virus, de tipo persistente, es absorbido después de un periodo de succión que varía entre los 10 min y dos horas. Los áfidos contaminados se vuelven infecciosos después de uno o más días. Luego de alrededor de una semana, a partir de una picadura infectada, el virus llega a los tubérculos y después de 10 días el 10% de ellos está contaminado.

Myzus persicae es conocido por su capacidad de dispersión utilizando corrientes de aire. Sus migraciones habituales alcanzan distancias de hasta 2 km a partir de su origen, pero también se dan casos de dispersión a lo largo de corrientes de aire ascendentes y horizontales en centenares de kilómetros en un mismo día, con amplias posibilidades de difusión del virus.

Durante el verano el áfido pasa de planta en planta, con repetidas migraciones de virginóparas aladas dentro de los hospederos secundarios. Estas migraciones, si son hechas por aladas procedentes del durazno, no son un peligro para la transmisión de virosis en cuanto que las fundadoras y las fundatrigenias, viniendo desde el huevo de invierno, están libres del virus que es de tipo circulatorio por lo que no se transmite transováricamente.

La virulencia del áfido está estrechamente relacionada a su grado de contaminación que aumenta paulatinamente con el avance de la estación. Esto explica el por qué los tubérculos procedentes de la papa para semilla obtenida con ciclo anticipado en la llanura, en ambientes en donde están presentes los duraznos y la densidad del áfido es elevada, frecuentemente se caracterizan por un bajo nivel de infecciones virales. Al contrario de los tubérculos procedentes de algunas zonas de altura, aunque con ciclo primaveral más tardío. En estas áreas los vectores procedentes de la llanura son más virulentos en cuanto hay más probabilidades que se hayan alimentado de plantas infectadas por el virus. Por otro lado, dentro de la misma zona, son sumamente importantes para la difusión de la virosis los vuelos cortos de las aladas que difunden la infección como una mancha de aceite.

De igual manera, con los vuelos cortos se transmiten rápidamente y se difunden los virus de la papa de tipo A y Y (PVA, PVY), no persistentes y consecuentemente no transportables a larga distancia. La gravedad de los síntomas depende sobre

todo de haber o no tenido infección desde los tubérculos (infección secundaria) que, como se sabe, pueden frecuentemente acarrear infecciones.

En este caso, la planta demuestra una notable reducción de su desarrollo, hojas arrugadas, frágiles y mosaico perinerval leve. Si la infección se contagia en el campo, aparece un mosaico internerval leve y con modesta reducción del desarrollo, manifestándose en una notable reducción del tamaño de los tubérculos.

Cuando las infecciones virales se suman a las del virus X (PVX) tenemos un mosaico rugoso muy grave y reducción del desarrollo. Menos graves, aunque igualmente preocupantes para la transmisión de virus sean éstos persistentes o no, son las especies *Aphis fabae*, *Aulacorthum solanii*, *Macrosiphum euphorbiae*, muy parecidas y frecuentemente confundidas entre ellas, además de *Myzus ascalonicus* y *Aphis gossypii* (Tabla 1).

Teniendo en cuenta el peligro que representan las virosis, es necesario intervenir con un control preventivo. Para ello deben utilizarse tubérculos para semilla de calidad óptima (o sea con un porcentaje mínimo de virosis), destinar al cultivo de papa para semilla particulares áreas sementeras, que estén por arriba de los 700 msnm y aisladas de los focos de infección representados por los cultivos destinados directamente al consumo inmediato, muestrear los desplazamientos de las aladas de varios tipos, intervenir en la destrucción anticipada de todas las partes aéreas de las plantas dentro de la semana que sigue al comienzo de la fase de crecimiento exponencial de las capturas.

Los áfidos tienen muchos enemigos naturales, entre éstos se encuentran: predadores, parasitoides y parásitos. Entre los primeros caben mencionar los coleópteros *Adalia bipunctata* L., *Coccinella septempunctata* L. (Coccinellidae) predadores de áfidos sean éstos juveniles o adultos, los dípteros *Syrphus* spp. (Syrphidae), los neurópteros *Chrysopa* spp. (Chrysopidae), los hemípteros heterópteros (antocóridos, míridos, etc.).

Entre los parasitoides cabe mencionar principalmente a los himenópteros bracónidos pertenecientes a Aphidiinae (*Aphidius* spp., *Lysiphlebus* spp.) y a Aphelinidae.

Los hongos de *Entomophthora*, *Pandora*, *Erynia* son patógenos importantes que determinan epidemias en situaciones de alta humedad (después de lluvias, riego, etc.).

A menudo es necesario intervenir con controles químicos. Además de acefate, etiofencarb y pirimicarb, se utilizan afícidos con breve o cortísimo periodo de carencia como piretroides (deltametrin, alfametrin, ciflutrin, permetrin, flucitrinate, lambda-cialotrin), metomil, eptenofos, imidacloprid, etofenprox.

Lepidópteros.—Entre los numerosos lepidópteros cabe mencionar el hepiálido *Korscheltellus lupulinus* (L.) (Tabla 1), que tiene una oruga blanca que mide 4 cm

de largo al alcanzar la madurez y que se encuentra distribuida en toda Europa y en el cercano Oriente. En Europa Central causa perjuicios a las raíces de todas las especies herbáceas incluyendo la papa. En Italia está presente en las regiones septentrionales en donde causa infestaciones ocasionales. Tiene una sola generación anual.

La larva se entierra 20 cm; se refugia en el fondo de su madriguera en caso de peligro y remonta para continuar su actividad trófica cuando cesa la alerta. Las larvas son sensibles a infecciones de *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin y a otros entomopatógenos. Entre los entomófagos cabe mencionar al díptero *Trixa oestroidea* Robineau-Desvoidy (Tachinidae) y al himenóptero *Ichneumon suspiciosus* Wesmæl (Ichneumonidae). En áreas donde se advierten infestaciones, se puede intervenir con geodesinfestantes granulares antes de la siembra. Cuando se trate de cultivos pequeños se aconseja extraer las plantas contaminadas con la finalidad de destruir las larvas de las raíces o de los campos aledaños.

Menos importantes son el tortrícido *Sparganothis pilleriana* (Denis & Schiffermüller) y el esfíngido *Acherontia atropos* (L.) (Tabla 1). El primero tiene una distribución paleártica, aunque accidentalmente ha sido introducido en México. Tiene una sola generación anual, es ampliamente polífago y, además de la vid, de la cual es considerado perjudicial en particular en el Norte de Italia tratándose de una especie tendencialmente criófila, puede causar defoliaciones también en la papa. Esta especie tiene muchos enemigos naturales que tienen bajo control sus poblaciones

Acherontia atropos tiene larvas de gran tamaño que en su madurez alcanzan los 12 cm. Las orugas son amarillas verdosas con franjas oblicuas grises bordeadas lateralmente de amarillo y tonalidades celestes en el dorso, mientras que, en su extremo caudal tienen una prominencia en forma de cacho de color amarillo con tubérculos granulados y ápice rizado. Tiene de una a tres generaciones anuales.

Estas larvas son frecuentemente encontradas sobre plantas de Solanaceae, que pueden ser totalmente defoliadas por las voraces larvas. Sin embargo, éstas causan pocos daños, por el hecho de que viven como individuos aislados. Su enemigo natural es el tachínido *Sturmia atropivora* Robineau-Desvoidy (Diptera).

Más perjudiciales son un gran número de noctúidos tales como: *Agrotis crassa* (Hübner), *A. ipsilon* Hufnagel, *A. segetum* Denis & Schiffermüller, *Xestia* (= *Amathes*) *c-nigrum* L., *Spodoptera exigua* (Hübner), *Gortyna flavago* (Denis & Schiffermüller), *Apamea* (= *Hadena*) *monoglypha* (Hufnagel), *Heliothis armigera* Hübner, *Chrysodeixis chalcites* (Esper) (Tabla 1).

Xestia c-nigrum, *Spodoptera exigua*, *Heliothis armigera* y *Chrysodeixis chalcites* son causantes de defoliaciones a las plantas. *Gortyna flavago* ataca el tallo, *Agrotis ipsilon* y *A. segetum* causan daño al tallo y a los tubérculos mientras que *A. crassa* y *Apamea monoglypha* carcomen solamente tubérculos.

Habitualmente los noctúidos adultos son buenos voladores nocturnos. Sin embargo, algunas especies vuelan también de día. Las larvas tienen generalmente un tegumento liso, grisáceo, verdoso o amarillento. Las orugas de varias especies de esta familia, pueden emprender importantes desplazamientos nocturnos en columnas que impresionan a los agricultores, a diferencia de los adultos que casi pasan desapercibidos.

En el día, las larvas se esconden bajo la superficie del suelo, se entierran enroscadas en espiral o se ocultan dentro de vegetales para volverse nuevamente activas durante la noche. Son generalmente terrícolas y se alimentan comiendo la base y las partes subterráneas de las plantas, llegando a tener de una a tres generaciones anuales.

Las crisálidas generalmente se encuentran en el suelo, tienen muchos enemigos naturales que pueden ser himenópteros (Ichneumonidae y Braconidae) y dípteros (Tachinidae), además de numerosos hongos.

El control químico es difícil por el hecho que las larvas se esconden en el suelo durante el día, por la resistencia que tienen las orugas maduras frente a químicos de contacto aún muy poderosos y por la rapidez de su acción destructiva.

Estas larvas se pueden controlar más eficazmente con los insecticidas (acefate, deltametrin, clorpirifos) proporcionados con cebos envenenados.

El lepidóptero más temible es, sin duda, el geléchide o polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Tabla 1), originaria de Sudamérica en donde vive a expensas de solanáceas silvestres.

A causa del comercio de los tubérculos se propagó hacia varias áreas de los continentes africano, europeo, asiático y australiano, favorecida por la uniformidad de las condiciones de almacenamiento. Ahora la plaga se considera cosmopolita y se distribuye en todas las zonas con clima templado-cálido. En las naciones mediterráneas esta plaga encuentra las condiciones ambientales más favorables a lo largo de la costa y en las islas. En Italia se cree que llegó, o más bien que se estableció permanentemente, en los tiempos de la segunda guerra mundial (1944 en El Salernitano, 1945 en Puglia, 1949 en Sicilia y Toscana, 1950 en Liguria).

La especie está relacionada con las solanáceas, sean éstas silvestres o cultivadas, sobresaliendo la papa, sobre la cual las larvas se establecen en todas sus partes vegetativas, hojas, tallos, raíces, tubérculos. La difusión de esta polilla ocurre principalmente a través de los tubérculos de la papa no solamente

desde una localidad a la otra sino también año tras año. Los adultos tienen un actividad crepuscular y nocturna y prefieren un medio ambiente húmedo. Los huevos son puestos aisladamente o en grupos en la bifurcación de las nervaciones foliares, en la inserción de los pecíolos, en las partes agrietadas y hundidas de los tubérculos, y en particular en la cercanía de las yemas.

Estas larvas forman inicialmente galerías filiformes en las hojas que a menudo se extienden en forma de manchas a la hoja entera. El ataque a los tubérculos empieza a partir de una pequeña carpa o tapita de seda en forma de embudo (de la cual deriva el nombre de *operculella*), frecuentemente ubicado en el hundimiento basal de las yemas que se comunica con un estuche de seda y con un ensanchamiento a unos 2 cm de profundidad. Cada tubérculo puede hospedar hasta una docena de larvas, cada una en su madriguera. En Italia el número de generaciones anuales es de 6–7 para las zonas litorales disminuyendo hacia el interior y alcanzando 10–12 generaciones a lo largo de las costas africanas y asiáticas hasta llegar a 13 en la India.

Usualmente el daño de esta polilla, en especial en zonas cálidas, está relacionado con los tubérculos almacenados y es causado por las larvas procedentes del campo juntamente con los tubérculos recién cosechados o por las larvas procedentes de poblaciones que continúan reproduciéndose en las bodegas. En dichas localidades, antes de la difusión de los modernos insecticidas, las papas no podían conservarse sin sufrir contaminaciones que alcanzaban el 75% o la destrucción completa en un lapso de 2–3 meses.

En estos casos los tubérculos son reducidos a una masa putrefacta a causa del desarrollo de ácaros, hongos y bacterias. En Italia se registran frecuentemente pérdidas significativas en papas almacenadas. En su área de origen *Phthorimaea operculella* tiene numerosos enemigos naturales, que en Italia se utilizan experimentalmente para el control biológico.

En el campo las larvas son con frecuencia víctimas de una granulosis viral. Como alternativa al control químico, este temible fitófago tiene como limitante solamente la temperatura tanto en el campo como en los almacenes. Para mantener bajo control la polilla es necesario conservar los tubérculos a una temperatura inferior a los 10–13°C, proporcionar una buena ventilación y limpieza a los almacenes y recipientes, proteger las ventanas con mallas finas, seleccionar los tubérculos, etc.

Las buenas prácticas de control agronómico consisten en la utilización de tubérculos sanos como semilla, en la realización de siembras tempranas considerando que el daño aumenta cuando las siembras se hacen tardíamente. Además, en la eliminación de malezas que pueden acarrear virus, recubrimiento de la base de las plantas en particular tratándose de suelos

arcillosos en los cuales los tubérculos quedan descubiertos a través de grietas en el suelo, en la cosecha temprana y destrucción de la parte aérea y tubérculos infestados después de la cosecha. También, es importante el transporte inmediato hasta el almacén o en el caso de no ser posible, la protección de los tubérculos en el campo para evitar puestas de huevos durante el atardecer o la noche.

Como medidas de control físico, además de la temperatura de almacenamiento, dan buenos resultados el recubrimiento de los tubérculos con arena seca o con polvos inertes y la utilización de trampas luminosas o con feromonas sexuales para el muestreo y captura de los adultos.

Los controles químicos en almacén están dirigidos esencialmente a los adultos y a las larvas de los primeros estadios que empiezan a escarbar, ya que no hay modo de controlar las larvas una vez que éstas ya están en el tubérculo. Pueden dar resultados eventuales fumigaciones con piretroides de síntesis o con productos de origen vegetal, como rotenona y piretrina sinergizados.

Coleópteros.—Numerosas larvas de elatéridos pertenecientes al género *Agriotes* (*brevis* Candura, *lineatus* L., *litigiosus* Rossi, *obscurus* L., *sputator* L., *ustulatus* Schaller) además de *Agrypnus murinus* L. y de *Athous haemorrhoidalis* F. atacan a raíces y tubérculos (Tabla 1). Estas larvas son subcilíndricas, de coloración amarillo rojiza, muy polífagas y muy parecidas entre ellas. Miden 18–22 mm cuando alcanzan la madurez. Estas especies tienen una sola generación al año, pasando el invierno como pupa, o como adulto en una celdita en el suelo. En los cultivos de papas los ataques pueden ocurrir tardíamente, en particular cuando se tarda demasiado en cosechar los tubérculos ya maduros.

Las lluvias que se producen a finales de la primavera y a comienzos de verano o los riegos tardíos también pueden hacer que las larvas remonten a la superficie favoreciendo el daño de las papas listas para la cosecha. Los mayores perjuicios a los cultivos ocurren en primavera y en otoño, épocas durante las cuales las larvas están activas en las capas más superficiales del suelo.

Las contaminaciones más frecuentes ocurren en suelos cultivados con prados polífitos o con leguminosas, a lo largo de dos años consecutivos y, particularmente, en suelos húmedos, cuando son ricos en sustancias orgánicas y recubiertos de malezas.

Para contener las infestaciones, además de evitar los cultivos en terrenos mantenidos en prado polífito durante dos años seguidos, es necesario cosechar tempestivamente, evitando que los tubérculos queden por largo tiempo en el suelo puesto que, si la temporada es lluviosa, las larvas suben a las capas superficiales del suelo causando consecuentemente perjuicios. Por esta última razón se deben evitar también los riegos tardíos.

En el caso de que se produzca un ataque en curso, se aconseja hacer pequeños surcos en la proximidad de las plantas con la finalidad de disminuir la humedad superficial para que las larvas dejen de atacar a los tubérculos y se refugien en las capas más profundas del suelo.

En lo que se refiere al control químico, se puede recurrir a la geodesinfestación en todo el campo o únicamente a lo largo de la hilera de siembra con productos microgranulares. Previamente a este proceso se debe realizar un chequeo para establecer la densidad larval en el campo previsto para el cultivo, con cebos (pedazos de tubérculos) anteriormente enterrados.

Otros coleópteros de menor importancia son el tenebriónido *Opatrum sabulosum* L. y los escarabéidos *Haplidia etrusca* Kraatz (este último está presente en particular en Campania) monovoltinos y *Melolontha melolontha* L., (Tabla 1) que tiene una generación cada tres años, con larvas radícolas, que en su madurez miden respectivamente 25–30 mm, 17–20 mm y 30–35 mm; el alecúlido *Omophlus lepturoides* F. (Tabla 1), que ocupa en particular áreas de media altura y zonas altas con larvas que atacan raíces y tubérculos; el cerambícido *Vesperus strepens* (F.) (Tabla 1) presente en Piamonte y Liguria, cuyas larvas blancuzcas, de 18–20 mm de largo completan su desarrollo en 3–4 años y ocasionalmente atacan a los tubérculos.

Muchas especies pertenecientes a Chrysomelidae provocan daños a la papa. *Psylliodes affinis* Paykull (Tabla 1) es paleártica y en Italia ocurre en las regiones septentrionales sobre todo en las zonas de media altura, mientras que *Epitrix hirtipennis* (Melshmeimer) (Tabla 1) procede de América del Norte en donde está ampliamente distribuida tanto en Canadá como en la mayoría de los estados de U.S.A. y está vinculada con los cultivos de tabaco. También ocurre en México, Guatemala, Cuba, Colombia y probablemente en otras áreas de América Central y Sudamérica. En Italia se encuentran registros de esta especie desde 1983 en el Beneventano y en la Irpinia, desde donde se difundió a otras regiones.

Los adultos de estas dos especies, de tamaño pequeño (2–2.8 mm, 1.5–2 mm, respectivamente), ocasionan pequeñas roeduras redondeadas en las hojas, sin atacar la epidermis opuesta que sucesivamente se seca y rompe. Las larvas se desarrollan a expensas de las raíces en las cuales escarban galerías subcorticales. Los casos de ataques importantes sobre plantas poco desarrolladas pueden ser controlados con fumigaciones específicas en contra de los adultos con la utilización de piretroides.

También *Galeruca tanacetii* L. y *Crepidodera ferruginea* Scopoli pueden, a menudo, comerse los bordes de las hojas (Tabla 1). Sin embargo, el insecto clave de la papa es el crisomérido *Leptinotarsa decemlineata* Say (Tabla 1), o

dorífora de la papa, originario de América del Norte (altiplano del Colorado) e introducido accidentalmente en Europa en 1897, adaptado definitivamente a partir de 1920, llegando a Italia en 1944. El adulto mide 10 -12 mm de longitud, es amarillo con elitros surcados con 10 bandas longitudinales negras; la larva mide 11–12 mm de longitud y es anaranjada con manchas negras .

Las larvas son las que causan los daños más importantes, ya que son devoradoras activas de hojas, flores, frutos y, en los casos extremos, hasta del tallo y ramificaciones, llegando a esqueletizar la planta o a destruir completamente la parte aérea. Los adultos hibernan en el suelo a una profundidad de 25–40 cm.

Cuando la temperatura alcanza 14°C salen y se alimentan a expensas de áreas más o menos importantes de la hoja. Los huevos amarillo anaranjado son puestos en pequeños grupos en la parte inferior de las hojas; la transformación en pupa ocurre en el suelo. Este crisomélido tiene normalmente dos generaciones y, si las condiciones son favorables, puede tener una tercera.

Entre los depredadores cabe mencionar los coleópteros *Carabus* sp. y *Calosoma* sp. (Carabidae), *Coccinella septempunctata* L. (Coccinellidae). Además, los hemípteros *Zicrona coerulea* L., *Ptcromerus bidens* L. y *Troilus luridus* L (Pentatomidae). Para mermar el desarrollo de las poblaciones se puede intervenir sobre los huevos y larvas de primera edad con productos inhibidores de la quitina. Para el control de las larvas jóvenes se utilizan *Bacillus thuringiensis* Berliner ssp. *tenebrionis*, piretroides e imidacloprid.

El control biológico da resultados valiosos con la utilización del himenóptero eulofide parasitoide oofago *Edovum putleri* Grissel. De todas maneras hay que tomar en cuenta que la dorífora, juntamente con los nematodos del género *Globodera*, son los principales factores limitantes del cultivo de la papa en Italia. Además de los insectos, dentro del contexto zoológico, cabe mencionar dos especies de nematodos que son perjudiciales para la papa, éstos son: *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens (nematodo dorado de la papa), introducido con los tubérculos y la tierra pegada a ellos que se propagó a partir de las regiones andinas de América del Sur al mundo entero. Después de ser introducida en Europa, la especie se diseminó sucesivamente hacia otros países a través de la exportación de tubérculos para semillas.

Este nematodo es considerado el más dañino en las áreas y climas de templados a fríos por su elevada capacidad de reproducción en presencia de solanáceas. Es viable por 20 años y se difunde por medio de tubérculos infestados y con partículas de tierra adheridas a maquinarias y a equipos utilizados para los trabajos del campo.

También es importante anotar a *Globodera pallida* (Stone) Behrens (nematodo blanco de la papa), que tuvo una difusión inferior a *G. rostochiensis* puesto que

fue descrito recientemente y no es fácil distinguirlo de la otra especie más conocida.

Estos nematodos son sedentarios en las raíces, con hembras obesas, que se transforman en quistes. Las dos especies, muy parecidas morfológica y biológicamente, son organismos que están incluidos en listas de cuarentena.

Las partes aéreas de las plantas atacadas muestran los síntomas típicos causados por cualquier otro parásito que vive a expensas de un órgano hipogeo. Éstos provocan el marchitamiento de las hojas durante las horas más calientes del día, la parálisis del crecimiento, además de la presencia de yemas débiles y mal formadas, hojas pequeñas y amarillentas, sistema radicular reducido. En el caso de un ataque muy fuerte, las plantas pueden morir o a menudo producir raíces nuevas muy pequeñas y tubérculos de tamaño reducido.

En el campo, las manifestaciones pueden evidenciarse extrayendo plantas con síntomas de sufrimiento durante la floración y comprobando, sobre las raíces, la presencia de hembras de color amarillo oro o blanco.

El control puede efectuarse con métodos agronómicos y químicos. La suspensión del cultivo de la papa por 5—6 años, y la sustitución con plantas no hospederas, merma satisfactoriamente la población de los nematodos. Por estas razones se aconseja practicar una rotación cada cuatro años, utilizando variedades resistentes y precoces.

En lo que se refiere a los medios de control químico, los nematicidas más utilizados son los que actúan en forma gaseosa y que de todas maneras no resuelven el problema de estos nematodos cisticolas en cuanto no pueden controlar el desarrollo de sus poblaciones. Consecuentemente, se aconseja complementar el uso de estos nematicidas con medidas agronómicas que permitan alcanzar un control de las plagas hasta niveles económicamente aceptables.

CONCLUSIONES

Si se excluyen los áfidos vectores de virus, que son paleárticos, los principales enemigos de la papa en Italia (y en el mundo) son las especies de procedencia americana (el geléchido *Phthorimaea operculella*, los crisomélicos *Epirix hirtipennis* y *Leptinotarsa decemlineata* y los nematodos *Globodera rostochiensis* y *Globodera pallida*) que llegaron a nuevas zonas agrícolas sin la compleja biocenosis que en los países de origen mantiene sus poblaciones bajo control.

Como frecuentemente ocurre cuando un organismo es introducido en una zona diferente a la originaria, éste tuvo la oportunidad de multiplicarse fácilmente durante la búsqueda y antes de la introducción de sus enemigos específicos (frecuentemente desconocidos o poco conocidos en su patria) a la espera, casi siempre desilusionante, de la adaptación de algún limitante nativo.

Estos hechos denuncian la responsabilidad del hombre que, por ignorancia de

la problemática o por descuido, transporta inconscientemente animales y vegetales desde una zona geográfica a otra.

Por ejemplo, en el periodo que va desde 1945 hasta 1995 llegaron a Italia más de 100 especies de insectos perjudiciales a las plantas cultivadas. En casos excepcionales se pudo poner en marcha un control biológico. Para otros casos queda sólo el control químico de eficiencia dudosa y además con un impacto grave sobre la salud ambiental.

En nuestro caso específico, otro insecto amenaza los cultivos de la papa. Reportado en Guatemala en 1973, el geléchido *Tecia solanivora* (Povolny) 1973 es una de las especies que más alarma crea en América Central, Venezuela, Colombia, Ecuador y está a las puertas de Europa Continental (ya llegó a la fecha a las Islas Canarias) y desde este lugar hacia las demás zonas cultivadas con papas. Este temible lepidóptero todavía no está en la lista de la última edición del Quarantine Pests for Europe (McNamara et al., 1997) y, consecuentemente, puede circular con la indiferencia de los organismos nacionales e internacionales encargados de la protección de las producciones agrícolas.

De aquí la necesidad de adquirir rápidamente información precisa sobre la biología, ecología, epidemiología del insecto y sus métodos de control más eficaces para enfrentar esta nueva amenaza para la papicultura mundial.

Tabla 1.— Entomofauna asociada a la papa en Italia. La taxonomía y nomenclatura utilizadas siguen el formato de CSIRO (1991).

| Orden | Familia | Especie | Parte atacada |
|------------|----------------|--|---------------------------|
| Collembola | Sminthuridae | <i>Bourletiella hortensis</i> Fitch | Hoja |
| Collembola | Sminthuridae | <i>Sminthurus viridis</i> L. | Hoja |
| Orthoptera | Gryllotalpidae | <i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> (L.) | Tubérculo |
| Hemiptera | Aphididae | <i>Aphis fabae</i> Scopoli | Hoja y flor |
| Hemiptera | Aphididae | <i>Aphis gossypii</i> Glover | Hoja y flor |
| Hemiptera | Aphididae | <i>Aulacorthum solanii</i> (Kaltenbach) | Hoja y flor |
| Hemiptera | Aphididae | <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas) | Hoja y flor |
| Hemiptera | Aphididae | <i>Myzus ascalonicus</i> Doncaster | Hoja y flor |
| Hemiptera | Aphididae | <i>Myzus persicae</i> (Sulzer) | Hoja y flor |
| Hemiptera | Miridae | <i>Calocoris norvegicus</i> (Gmelin) | Hoja (yema) |
| Hemiptera | Miridae | <i>Halticus saltator</i> Geoffroy | Hoja (yema) |
| Hemiptera | Miridae | <i>Lygus pratensis</i> L. | Hoja (yema) |
| Hemiptera | Miridae | <i>Lygus rugulipennis</i> Poppius | Hoja (yema) |
| Hemiptera | Pentatomidae | <i>Aelia rostrata</i> Boheman | Hoja (ápice) |
| Coleoptera | Scarabaeidae | <i>Haplidia etrusca</i> Kraatz | Raíz |
| Coleoptera | Scarabaeidae | <i>Melolontha melolontha</i> L. | Raíz |
| Coleoptera | Elateridae | <i>Agriotes brevis</i> Candura | Raíz y tubérculo |
| Coleoptera | Elateridae | <i>Agriotes lineatus</i> L. | Raíz y tubérculo |
| Coleoptera | Elateridae | <i>Agriotes litigiosus</i> Rossi | Raíz y tubérculo |
| Coleoptera | Elateridae | <i>Agriotes obscurus</i> L. | Raíz y tubérculo |
| Coleoptera | Elateridae | <i>Agriotes sputator</i> L. | Raíz y tubérculo |
| Coleoptera | Elateridae | <i>Agriotes ustulatus</i> Schaller | Raíz y tubérculo |
| Coleoptera | Elateridae | <i>Agrypnus murinus</i> L. | Raíz y tubérculo |
| Coleoptera | Elateridae | <i>Athous haemorrhoidalis</i> F. | Raíz y tubérculo |
| Coleoptera | Tenebrionidae | <i>Opatrum sabulosum</i> L. | Tubérculo |
| Coleoptera | Alleculidae | <i>Omophlus lepturoides</i> F. | Raíz y tubérculo |
| Coleoptera | Cerambycidae | <i>Vesperus strepens</i> (F.) | Tubérculo |
| Coleoptera | Chrysomelidae | <i>Crepidodera ferruginea</i> Scopoli | Hoja |
| Coleoptera | Chrysomelidae | <i>Epitrix hirtipennis</i> (Melshmeimer) | Hoja y raíz |
| Coleoptera | Chrysomelidae | <i>Galeruca tanacetii</i> L. | Hoja |
| Coleoptera | Chrysomelidae | <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say | Hoja, flor, fruto y tallo |

| | | | |
|-------------|---------------|---|-------------------------------|
| Coleoptera | Chrysomelidae | <i>Psylliodes affinis</i> Paykull | Hoja y raíz |
| Diptera | Tipulidae | <i>Tipula oleracea</i> (L.) | Hoja |
| Diptera | Tipulidae | <i>Tipula paludosa</i> Meigen | Hoja |
| Diptera | Bibionidae | <i>Bibio hortulanus</i> L. | Raíz |
| Diptera | Bibionidae | <i>Dilophus febrilis</i> (L.) | Raíz |
| Diptera | Anthomyidae | <i>Delia platura</i> (Meigen) | Hipocotile |
| Lepidoptera | Hepialidae | <i>Korscheltellus lupulinus</i> (L.) | Raíz |
| Lepidoptera | Gelechiidae | <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller) | Hoja, tallo, raíz y tubérculo |
| Lepidoptera | Tortricidae | <i>Sparganothis pilleriana</i> (Denis & Schiffermüller) | Hoja |
| Lepidoptera | Sphingidae | <i>Acherontia atropos</i> (L.) | Hoja |
| Lepidoptera | Noctuidae | <i>Agrotis crassa</i> (Hübner) | Tubérculo |
| Lepidoptera | Noctuidae | <i>Agrotis ipsilon</i> Hufnagel | Tallo y tubérculo |
| Lepidoptera | Noctuidae | <i>Agrotis segetum</i> Denis & Schiffermüller | Tallo y tubérculo |
| Lepidoptera | Noctuidae | <i>Apamea</i> (=Hadena) <i>monoglypha</i> (Hufnagel) | Tubérculo |
| Lepidoptera | Noctuidae | <i>Chrysodeixis chalcites</i> (Esper) | Hoja |
| Lepidoptera | Noctuidae | <i>Gortyna flavago</i> (Denis & Schiffermüller) | Tallo |
| Lepidoptera | Noctuidae | <i>Heliothis armigera</i> Hübner | Hoja |
| Lepidoptera | Noctuidae | <i>Spodoptera exigua</i> (Hübner) | Hoja |
| Lepidoptera | Noctuidae | <i>Xestia</i> (=Amathes) <i>c-nigrum</i> L. | Hoja |

LITERATURA CONSULTADA

- CONTI, M., D. GALLITELLI, V. LISA, O. LOVISOLO, G. P. MARTELLI, A. RAGOZZINO, G. L. RANA, Y C. VOVLAS. 1996. I principali virus delle piante ortive. Bayer S.p.A., Milano, Italia.
- CSIRO. 1991. The insects of Australia. 2da. ed. Vol. I and II. Melbourne University Press, Melbourne, Australia.
- MCNAMARA, D. G., P. R. SCOTT, K. M. HARRIS, MCNAMARA SCOTT SMITH, Y J. M. SMITH. 1997. Quarantine Pests for Europe. CABI, CAB International, Wallingford, Oxfordshire, U.K.
- PELLIZZARI, G., Y L. DALLA MONTA'. 1997. Gli insetti fitofagi introdotti in Italia dal 1945 al 1995. *Informatore fitopat.* 47(10):4-12.
- POLLINI, A. 1998. Manuale di Entomologia applicata: Edagricole, Bologna, Italia.
- TACCONI, R., Y L. AMBROGIONI. 1995. Nematodi da quarantena. Lo Scarabeo, Bologna, Italia.
- TREMBLAY, E. 1986. Entomologia applicata. II (I). Liguori Editore, Napoli, Italia.
- TREMBLAY, E. 1995. Entomologia applicata. II (I). Liguori Editore, Napoli, Italia.

ANEXO 1. POSTERS

ESTUDIOS PRELIMINARES SOBRE LA PATOLOGÍA VIRAL DE *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)

JEAN-LOUIS ZEDDAM¹, XAVIER LÉRY², MIGUEL LÓPEZ-FERBER^{2,3},
MARÍA-VICTORIA CARRERA³, AZIZ LAGNAOUI⁴,
LAURA NIÑO DE GUALDRÓN⁵, Y ANDRÉ POLLET⁶

¹*Institut de Recherche pour le Développement, Whympet 442 y Coruña,
Apto. 17-12-857, Quito, Ecuador, e-mail, zeddam@ecnet.ec*

²*Institut de Recherche pour le Développement, UR 132,
Station de recherches INRA, 30380 Saint-Christol-les-Alès, France*

³*Laboratoire de Pathologie Comparée
INRA UMR 1231 CNRS FRE 2689, Université Montpellier II,
30380 Sait Christol les Alès, France*

⁴*The World Bank, Environmentally and Socially Sustainable Development,
1818 H Street, NW, Washington D.C. 20433, U.S.A.*

⁵*FONAIAP Centro de Investigaciones Agropecuarias,
Av. Universidad vía El Limón, Apto. 425, Mérida, Venezuela*

⁶*Chemin d'Auzouville, 76590 Bertreville Saint Ouen, France*

La papa es un recurso alimenticio esencial para las poblaciones de América Latina. En los países de esta región, las larvas de *Tecia solanivora* causan grandes pérdidas, ya que atacan a los tubérculos almacenados y/o en el campo. Para limitar los efectos colaterales negativos asociados al control químico de la plaga, se está buscando métodos de control alternativos, en particular a través del uso de agentes biocontroladores.

Estudios epidemiológicos preliminares revelaron que los virus son los patógenos mayormente encontrados y los virus entomopatógenos encontrados en *Tecia solanivora* pertenecen esencialmente a tres familias de virus.

El único virus incluido identificado fue un granulovirus (*Baculoviridae*) que se encontró en larvas de *Tecia solanivora* provenientes de Venezuela (1994) y Ecuador (1998). Los patrones de restricción de estos aislamientos sólo muestran diferencias mínimas con el PhopGV (granulovirus de *Phthorimaea operculella*) caracterizado anteriormente. Estudios futuros deberán establecer si existen diferencias en las propiedades biológicas de estos aislamientos. También se diagnosticaron virus no incluidos. La mayoría pertenece a dos familias distintas de virus isométricos de ARN de cadena simple: los *Alphanodaviridae* y una

nueva familia cuya cápside tiene 40 nm (nanómetros) de diámetro y contiene una cadena de ARN de aproximadamente 5.7 kb (kilo bases).

Estos resultados muestran que las poblaciones de *Tecia solanivora* son afectadas por varios tipos de virus. Por ello, es necesario intensificar los estudios epidemiológicos, así como realizar bioensayos que permitirán determinar la patogenicidad de estos virus y evaluar los mejores candidatos para ser usados en un programa de control biológico

Palabras claves: Granulovirus; Polilla guatemalteca de la papa; *Tecia solanivora*; Virus entomopatógenos

PRELIMINARY STUDIES OF THE VIRAL PATHOLOGY OF *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)

The potato is an essential food for the Latin American populations. Great losses are being caused in countries from this region by larvae of *Tecia solanivora* which attack tubers in storage and/or in the field. To limit the negative collateral effects associated with chemical pest control, some alternative control methods are being studied, particularly using biocontrol agents.

Preliminary epidemiological studies have revealed that viruses are the most frequently found pathogens, and the entomopathogenic viruses of *Tecia solanivora* essentially belong to three families; among which, the only occluded virus identified was a granulovirus (*Baculoviridae*) found in larvae of *T. solanivora* from Venezuela (1994) and Ecuador (1998). Minimal differences have been observed between the restriction patterns of both isolates and PhopGV (*Phthorimaea operculella* granulovirus), which had been characterized earlier. Further studies will have to determine if there are differences between the biological properties of each isolate.

Some non-occluded viruses were also diagnosed. Most of them belong to two different families of isometric viruses with simple-stranded RNA: the *Alphanodaviridae* and a new family whose members exhibit a capsid of 40 nm (nanometres) in diameter, and contains a single RNA of approximately 5.7 kb (kilobases).

These results show that the populations of *Tecia solanivora* are affected by several types of viruses; therefore, it is necessary to intensify epidemiological studies as well as to perform some bio-assays in order to determine the pathogenicity of such viruses, and evaluate the most suitable candidates to be used in a biological control program.

Key words: Entomopathogenic viruses; Granulovirus; Guatemalan potato moth; *Tecia solanivora*

**CONTROL DE *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY)
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) CON
COPIDOSOMA KOEHLERI BLANCH
(HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE) EN
TENERIFE, ISLAS CANARIAS, ESPAÑA**

ANA RICÓN M.¹, CRISTINA GIMÉNEZ M.¹,
CARMEN D. LORENZO BETHENCOURTH¹,
DOMINGO RÍOS M.², Y RAIMUNDO CABRERA P.¹

¹Unidad Docente e Investigadora de Fitopatología,
Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología,
Universidad de La Laguna, Avda. Astrofísico Francisco Sánchez s/n,
La Laguna 38206, Islas Canarias, España, e-mail, rcabrera@ull.es

²Servicio Técnico de Agricultura del Cabildo Insular de Tenerife,
Plaza de España s/n, Santa Cruz de Tenerife 38003, Islas Canarias, España

La introducción de *Tecia solanivora* en Tenerife y su posterior expansión a las principales zonas productoras de papas de la isla es un problema grave para estos cultivos. La biología del lepidóptero hace que el control químico sea poco efectivo, por lo que la lucha biológica se perfila como una alternativa necesaria. En este sentido, *Copidosoma koehleri* es un buen candidato para este rol, ya que se está usando en otras zonas para el control de la polilla, aunque con resultados diversos. Además, en Tenerife hemos aislado este parasitoide tanto de larvas de *Tecia solanivora* como de *Phthorimaea operculella*, procedentes de diferentes zonas productoras de papas.

El himenóptero se ha criado en laboratorio, tanto sobre *Phthorimaea operculella* como sobre *Tecia solanivora*, con resultados dispares. En el primer caso, la cría se logra sin dificultades con ligeras modificaciones de la metodología descrita por otros autores. Esta cría es necesaria para proceder a la liberación en campo y evaluación de su eficacia como parásito de *T. solanivora*.

La zona elegida es conocida como La Juncia, al norte de Tenerife. Se caracteriza por ser una área de poca extensión, haber tenido fuertes ataques de *Tecia solanivora* en años anteriores, estar relativamente aislada geográficamente y tener cultivos extensos de papas.

Junto con la liberación periódica de pupas de *Copidosoma koehleri* se estudió la introducción de plantas que favorecen el desarrollo del parasitoide y no son una ventaja para *Tecia solanivora*. Ello puede provocar un aumento del parasitismo ya que se favorece la instalación y mantenimiento de poblaciones de *C. koehleri* en esta zona.

Palabras claves: *Copidosoma koehleri*; *Tecia solanivora*; Tenerife

**CONTROLLING *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY)
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) WITH
COPIDOSOMA KOEHLERI BLANCH
(HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE)
IN TENERIFE, CANARY ISLANDS, SPAIN**

The introduction of *Tecia solanivora* in Tenerife and its further expansion to the main potato growing zones of the island is a serious problem to the crop. The biology of this Lepidoptera has made chemical control poorly effective; therefore, biological control seems to be a necessary option. In this respect, *Copidosoma koehleri* is a good candidate since it is being already used to control the moth in some other zones, however, with varied results. In addition, this parasitoid has been isolated from *Tecia solanivora* larvae, as well as from *Phthorimaea operculella* taken from different potato growing zones.

The hymenoptera has been bred in the laboratory, both on *Phthorimaea operculella* and on *Tecia solanivora* with different results. In the first case, the breeding was achieved without difficulties and with slight modification of the methodology as described by different authors. Such breeding is necessary in order to liberate the hymenoptera in the field, and assess its effectiveness as a parasite of *T. solanivora*.

The target zone, which is known as La Juncia, is located north of Tenerife. It is a fairly small area which has been severely attacked by *Tecia solanivora* in recent years. Furthermore, it is relatively isolated geographically, and has wide potato productive areas.

Together with the periodic liberation of *Copidosoma koehleri* pupae, the introduction of plants favoring the development of *C. koehleri* has been studied. Since such plants do not guarantee an advantage for *Tecia solanivora*, and the installation and sustainment of *C. koehleri* population in that zone are being favored, parasitism may increase.

Key words: Copidosoma koehleri; Tecia solanivora; Tenerife

DISTRIBUCIÓN DE *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EN TENERIFE, ISLAS CANARIAS, ESPAÑA

EUGENIA TRUJILLO G.¹, DOMINGO RÍOS M.¹, Y RAIMUNDO CABRERA P.²

¹*Servicio Técnico de Agricultura del Cabildo Insular de Tenerife,
Plaza de España s/n, Santa Cruz de Tenerife. 38003, Islas Canarias,
España, e-mail, domingor@cabife.es*

²*Unidad Docente e Investigadora Fitopatología,
Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología,
Universidad de La Laguna, Avda. Astrofísico Francisco Sánchez s/n,
La Laguna, 38206, Islas Canarias, España*

La papa (*Solanum tuberosum* L.) ha sido y es uno de los cultivos tradicionales de las Islas Canarias. Ocupa aproximadamente el 13 % de la superficie cultivada de las islas. En 1999 se detectó por primera vez la presencia del lepidóptero *Tecia solanivora*, en cultivos de papa del norte de Tenerife. Desde entonces la plaga se ha extendido provocando pérdidas importantes en cultivos de papa en la isla.

Por ello, desde marzo del 2001 se está realizando un trabajo de muestreo de la plaga con la finalidad de conocer su grado de dispersión y alcance. Se utilizaron 100 trampas con la feromona específica de este insecto facilitadas por el CIP (Centro Internacional de la Papa) distribuidas en 24 de los 31 municipios que integran la isla de Tenerife.

Las trampas se colocaron a tres altitudes (500, 750 y 1 000 msnm aproximadamente), y en cuadrículas cada 2 000 m sobre mapas de cultivo de papa y se visitaron con una frecuencia semanal, durante la duración del cultivo (marzo a julio del 2001). A partir de agosto del 2001 los conteos se realizaron cada dos semanas.

Se observó una amplia distribución de la plaga en el norte de la isla, realizándose capturas importantes en 14 municipios estudiados. Las capturas máximas se produjeron a finales de verano-principios de otoño, a pesar de no existir cultivos durante julio y agosto.

El estudio de la distribución espacial de la plaga se realizó mediante métodos geoestadísticos basados en el cálculo de la función semivariograma. Una vez calculada dicha función se puede interpolar el valor de la variable (número de adultos machos capturados) en cualquier punto de la zona de estudio. Esta estimación se realiza mediante la técnica denominada kriging, en honor de

Krige y Matheron fundadores de la geoestadística. Basándose en estos datos se construyeron los mapas de distribución mediante el uso de isolíneas.

Palabras claves: Distribución espacial; Kriging; *Tecia solanivora*; Tenerife

DISTRIBUTION OF *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) IN TENERIFE, CANARY ISLANDS, SPAIN

The potato (*Solanum tuberosum* L.) has been and continues to be one of the most traditional crops in the Canary Islands, using approximately 13% of their farmed land. In 1999, the Lepidoptera *Tecia solanivora* was detected for the first time in potato crops north of Tenerife. Since then, the pest has spread, causing significant losses among potato growers on the island.

Therefore, since March of 2001, pest monitoring has been performed to discover its extent and dispersion levels. One hundred traps, provided by the CIP (Centro Internacional de la Papa), were used with this insect's specific pheromone, and were distributed in 24 of the 31 municipalities of Tenerife Island.

The traps were placed at three different altitudes, (500, 750, and 1000 m approximately), in grids placed every 2000 m over potato crop maps, and they were visited on a weekly basis during the crop development (from March to July 2001). Since August 2001, the counts were performed biweekly.

A wide distribution of the pest was observed in the northern area of the island, where an important sample was captured in fourteen of the target municipalities. In spite of the absence of crops during the months of July and August, the largest number of captures occurred at the end of summer and beginning of autumn.

The study of spatial distribution of the pest was carried out by means of geostatistical methods based on calculations of the semivariogram function. Once such function has been calculated, the value of the variable, (number of male adults captured), can be interpolated into any point in the target zone. This estimation is done by means of the technique called kriging, named after Krige and Matheron, the founders of geostatistics. Based on these data, the distribution maps were drawn using isolines.

Key words: Kriging; Spatial distribution; *Tecia solanivora*; Tenerife

**LA POLILLA DE LA PAPA
PHTHORIMAEA OPERCULELLA (ZELLER)
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)
UN MIEMBRO DE LOS NUMEROSOS INSECTOS
HOSPEDEROS DEL DENSOVIRUS EGIPCIO
POLI ESPECÍFICO MLDNV**

GILLES FÉDIÈRE¹, SAID ABOL-ELA¹, RABAB EL-MERGAWY¹,
MOHAMED EL-FAR², PETER TUSSEN², Y MAX BERGOIN³

¹*Centre de Virologie, Institut de Recherche pour le Développement,
Faculté d'Agriculture, Université du Caire, Guiza, Egypte,
e-mail, fediere@thewayout.net*

²*Centre de Microbiologie, INRS-Institut Armand-Frappier,
Université du Québec, Laval, QC, Canada H7V1B7*

³*Laboratoire de Pathologie Comparée, Université de Montpellier II,
Place Eugene Bataillon, CC 101, 34095, France*

Los densovirus (DNV) forman parte de la subfamilia *Densovirinae*, virus específicos de los invertebrados, pertenecientes a la familia *Parvoviridae*. Por el hecho de su fuerte poder patógeno y su amplio espectro de lepidópteros hospederos, el densovirus egipcio MIDNV es un fuerte candidato como bioinsecticida viral contra numerosas plagas de insectos en Egipto.

La especie MIDNV, aislada por primera vez de la polilla *Mythimna loreyi* y luego en numerosos lepidópteros por Fédière en 1995, ha sido encontrada posteriormente por El-Far, en 1999 en la polilla de la papa, *Phthorimaea operculella*.

El-Far no observó diferencias entre el aislado de *Phthorimaea operculella* y la cepa de referencia MIDNV. Igualmente este virus se encontró en los taladores del maíz *Sesamia cretica*, *Chilo aganemnon*, *Ostrinia nubilalis*; en los defoliadores del algodón *Agrotis segetum*, *A. ipsilon*, *A. spinifera*, *Autographa gamma*, *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera exigua*, *S. littoralis*; en el gusano de las cápsulas de algodón *Pectinophora gossypiella*; en el gusano de la seda *Bombyx mori* y finalmente en la polilla de las colmenas *Galleria mellonella*.

En todos los casos antes mencionados, el estudio exhaustivo de la diversidad de los genomas mediante la caracterización del ADN de estos extractos, nos permite concluir que todos pertenecen a la especie MIDNV.

Utilizando varias técnicas como ensayos PCR (Polymerase Chain Reaction) (Reacción en Cadena de la Polimerasa), sondas nucleicas, clonaje y también con la secuenciación de estos diferentes genomas, clasificamos en un aislado simple cuando no existía ninguna diferencia nucleotídica o en cepa cuando se observaron mutaciones puntuales, sin cambios en la organización genómica.

Este tipo de resultados nos ayudan a conocer si las eventuales diferencias en virulencia de un aislado viral, con respecto a otros que afectan a poblaciones geográficas o ecológicas de lepidópteros de la misma u otras especies, corresponden a aislados virales genéticamente distintos. Estos resultados nos llevarán a identificar la diversidad viral de los densovirus.

Palabras claves: Densovirus; Egipto; Lucha biológica; Papa; *Phthorimaea operculella*

THE POTATO TUBER MOTH
***PHTHORIMAEA OPERCULELLA* (ZELLER)**
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)
A MEMBER OF THE LARGE HOST RANGE
EGYPTIAN DENSOVIRUS MLDNV

Densoviruses (DNV) are part of the *Densovirinae* subfamily, specific viruses of the invertebrates, which belong to the *Parvoviridae* family. Due to their high pathogenicity and their wide range of lepidopterous hosts, the Egyptian densovirus MIDNV is a strong candidate for viral bio-insecticide against numerous insect pests in Egypt.

The species MIDNV, first isolated from the moth *Mythimma loreyi* and then in numerous Lepidoptera by Fédière in 1995, has been further studied by El-Far in 1999 in the potato tuber moth

El-Far did not observe any differences between the isolate from *Phthorimaea operculella* and the MIDNV reference stock. Likewise, the virus was found in corn borers such as *Sesamia cretica*, *Chilo agamemnon* and *Ostrinia nubilalis*; in cotton defoliators such as *Agrotis segetum*, *A. ipsilon*, *A. spinifera*, *Autographa gamma*, *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera exigua* and *S. littoralis*; in the Cotton-Boll Worm *Pectinophora gossypiella*; in the Silkworm *Bombyx mori*; and in the Greater Wax moth *Galleria mellonella*.

The thorough study of the genomic diversity by means of the DNA characterization of these extracts in all the aforementioned cases brings us to the conclusion that all of them belong to the same MIDNV species.

In fact, by using varied techniques such as PCR (Polymerase Chain Reaction) trials, nucleic probes, cloning, and sequencing of these different genomes, we classified them into a simple isolate when no nucleotide difference is found, and into a stock when punctual mutations (without alterations of the genomic organization) are observed.

This kind of results help us to learn if the eventual viral differences of an isolate, regarding geographic or ecological populations of lepidopterous of the same species or of another species, correspond to genetically viral isolates. These results allow us to precisely determine the viral diversity in densovirus.

Key words: Biological struggle; Densovirus; Egypt; *Phthorimaea operculella*; Potato

**VIROGÉNESIS EN UNA NUEVA LÍNEA CELULAR
DE *SPODOPTERA LITTORALIS* (BOISD.)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)
ADAPTADA A 19°C INFECTABLE
POR SPLIGV, PHOPGV AND SPLINPV**

OMAIMA KHAMISS Y SAID ABOL-ELA

*Centre de Virologie, Institut de Recherche pour le Développement,
Faculté d'Agriculture, Université du Caire, Guiza, Egypte,
email, saidlec@brainyl.ie-eg.com*

Se logró la reproducción *in vitro* exacta y completa del SpliGV (granulovirus de *Spodoptera littoralis*), del SpliNPV (virus de la nucleopoliedrosis de *S. littoralis*) y del PhopGV (granulovirus de la polilla *Phthorimaea operculella*).

Por medio de la infección viral y de la transferencia de ADN en la línea celular de *Spodoptera littoralis* (SI96) establecida en los tejidos ováricos de la larva de *S. littoralis*; SpliGV y PhopGV se multiplicaron significativamente durante varios estadios en células de SI96 a 19°C.

Las células fueron infectadas y mantenidas a 19°C durante las primeras cuatro horas. Luego, todas las células infectadas fueron incubadas a 27°C hasta el final del experimento (20 días) y la multiplicación viral continuó al mismo ritmo. La identidad entre las progenies multiplicadas, tanto *in vivo* como *in vitro*, fue comprobada por medio de su comparación en el microscopio electrónico y el análisis del perfil de restricción. Las infecciones virales también fueron detectadas por medio de sondas nucleicas específicas.

Este estudio podría permitirnos clonar el genoma GV y completar su caracterización para proporcionar a los usuarios, un agente biológico potencial a gran escala completamente conocido. Además, proporcionaría un medio para la comparación de estos baculovirus con otros miembros de *Baculoviridae* y finalmente para manipularlos e incrementar su potencial de virulencia.

Palabras claves: Baculoviridae; Granulovirus; Línea celular; Spodoptera littoralis

**VIROGENESIS ON A NEW CELULAR LINE OF
SPODOPTERA LITTORALIS (BOISD.)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)
ADAPTED AT 19°C PERMISSIVE FOR
SPLIGV, PHOPGV AND SPLINPV**

A complete replication of the SpliGV (*Spodoptera littoralis* granulovirus), SpliNPV (nucleopolyhedrovirus of *S. littoralis*) and PhopGV (*Phthorimaea operculella* granulovirus) was obtained *in vitro*.

By both viral infection and DNA transfection in the *Spodoptera littoralis* (S196) cell line established from ovarious tissues of *S. littoralis*; SpliGV and PhopGV were multiplied significantly during several stages in S196 cells at 19°C.

Cells were infected and kept at 19°C for the first four hours. The all the infected cells were incubated at 27°C tell the end of the experiment (20 days). The viral multiplication proceeded at the same rate. Comparison of SpliGV progenies multiplied either *in vivo* or *in vitro*, using electron microscopy and restriction profile analysis, showed their identity. Viral infections were detected also by specific nucleic probes.

This study could allow us to clone the GV genome and complete it's characterization to provide the users with large amounts of a more completely known potential biological agent. It also opens the way for comparing these baculoviruses with other members of *Baculoviridae* and finally to manipulate them to increase their virulent potential.

Key words: *Baculoviridae*; Celular line; Granulovirus; *Spodoptera littoralis*

ANEXO 2. PROYECTOS

PROPUESTA DE LIBERACIÓN DE PLANTAS TRANSGÉNICAS PARA RESISTENCIA A LA POLILLA GUATEMALTECA DE LA PAPA *TECIA SOLANIVORA* (POVOLNY) (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE) EN COLOMBIA

VERÓNICA CAÑEDO T.¹, NANCY BARRETO T.², Y AZIZ LAGNAOUI³

¹Centro Internacional de la Papa, Av. La Universidad 795,
La Molina, Aprdo. 1558, Lima, Perú, e-mail, vcanedo@cgiar.org

²Programa Nacional Manejo Integrado de Plagas, CORPOICA C.I.
Tibaitatá. A.A. 240142, Las Palmas, Bogotá, Colombia

³The World Bank, Environmentally and Socially Sustainable Development,
1818 H Street, NW, Washington D.C. 20433, U.S.A.

RESUMEN

Tecia solanivora, la polilla guatemalteca, es una de las plagas de mayor importancia económica en el cultivo de la papa en Colombia. El control químico en campo es ineficiente debido a que la plaga no se alimenta de follaje. Por esta razón, los programas de MIP (Manejo Integrado de Plagas) se basan principalmente en el manejo cultural.

Mediante la biotecnología se obtiene resistencia genética a las principales plagas. Esta técnica ha sido implementada por el CIP (Centro Internacional de la Papa). El CIP cuenta con plantas transgénicas de Parda Pastusa, variedad colombiana que domina el mercado de consumo fresco, con el gen cry1A(b) de *Bacillus thuringiensis* Berliner.

Estas plantas han mostrado ser muy efectivas contra las especies del complejo de polillas de la papa como *Phthorimaea operculella* (especie ampliamente distribuida a nivel mundial), *Symmetrischema tangolias* (la polilla andina de la papa) y *Tuta absoluta* (la polilla del follaje de la papa y del tomate).

La propuesta consiste en evaluar inicialmente la resistencia de los tubérculos transgénicos a *Tecia solanivora* en condiciones de cuarentena. Posteriormente se llevarán a cabo estudios de manejo de resistencia, flujo de genes y pruebas de adaptación en campo.

El trabajo se realizará en coordinación con el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) y el CIP siguiendo la reglamentación de las leyes de bioseguridad.

Palabras claves: *Bacillus thuringiensis*; Colombia; Plantas transgénicas; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

Tecia solanivora, or Guatemalan potato moth, is a pest of high economic importance in potato growing in Colombia. Field chemical control is inefficient because the pest does not feed on leaves. Therefore, the MIP (Manejo Integrado de Plagas) (Integrated Pest Management) programs for pest management are based mainly on cultural handling.

Genetic resistance to the main pests has been obtained by means of biotechnology. This technique has been implemented by the CIP (Centro Internacional de la Papa). CIP has transgenic plants of Parda Pastusa, a Colombian variety leading the fresh consumer market, bearing the gen cry IA(b) of *Bacillus thuringiensis* Berliner.

These plants have proved to be very effective against the species of potato moths such as *Phthorimaea operculella* (a species widely spread around the world), *Symmetrischema tangolias* (Andean potato moth), and *Tuta absoluta* (a moth affecting potato and tomato leaves).

The proposal consists firstly on evaluating the transgenic tubers' resistance to *Tecia solanivora* under quarantine conditions. Later, studies of resistance management will be performed, as well as gene flow and field adaptation tests.

The work will be carried out in coordination with ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), and CIP in compliance with the regulations of biosafety laws.

Key words: *Bacillus thuringiensis*; Colombia; *Tecia solanivora*; Transgenic plants

INTRODUCCIÓN

Una de las principales plagas del cultivo de papa son las polillas. En el caso de *Tecia solanivora*, la polilla guatemalteca de la papa, es una plaga importante en Centro América de donde se ha diseminado hacia Venezuela, Colombia y Ecuador. El programa MIP de raíces y tubérculos del CIP considera el control de las polillas como una de las principales actividades.

Dentro de los componentes de control de *Tecia solanivora* se considera el uso de: feromonas sexuales, PhopGV (granulovirus de *Phthorimaea operculella*) y plantas transgénicas. Las alianzas estratégicas que se desarrollen a nivel regional facilitarán la difusión de estos productos. En el caso de las plantas transgénicas, por ser organismos genéticamente modificados, es necesario que los países tengan leyes y normas de bioseguridad.

La polilla guatemalteca ingresó a Colombia en 1985 por el norte de Santander (Araque, 1992) desde donde se diseminó a todas las zonas productoras de papa del país en Boyacá, Cundinamarca, Antioquia, Santander y Nariño. Desde esa época se han reportado pérdidas en algunas ocasiones de hasta el 100% de la producción, las cuales están representadas por el número de tubérculos afectados y la intensidad de daño. Esto hace imposible su uso para semilla, consumo humano y animal. El uso de pesticidas representa casi el 20% de los costos totales de producción del cultivo de papa (Rodríguez, 1996). Las características de la plaga, la hacen imperceptible durante su ingreso y establecimiento en el cultivo y almacenes.

Tecia solanivora en su estado larval se alimenta exclusivamente de tubérculos de papa. Esto hace que sus poblaciones estén sujetas a la presencia de los tubérculos, bien sea en campo o almacenamiento. En consecuencia, contar con herramientas que garanticen una semilla sana es una de las prioridades para el manejo de esta plaga. Debido a los hábitos y comportamiento de la polilla se ha dificultado su manejo en campo, mas aún, cuando el control químico es ineficiente.

Dentro de los componentes de control figuran las prácticas culturales, el uso de feromona sexual como una herramienta para el muestreo de poblaciones, y el uso del PhopGV (Palacios, 1998). A pesar de contar con estos componentes, *Tecia solanivora* no ha sido controlada y se siguen realizando esfuerzos para su manejo.

Plantas Transgénicas con Resistencia a Insectos

El uso de la biotecnología como medio para conseguir resistencia genética a las principales plagas es una técnica que está siendo implementada en los programas de mejoramiento genético. El CIP cuenta con plantas transgénicas de la variedad Parda Pastusa (variedad colombiana que domina el mercado de consumo fresco) que contiene el gen cryIA(b) de *Bacillus thuringiensis*, el cual afecta al complejo de las polillas de la papa: *Phthorimaea operculella* (Cañedo et al., 1999), *Symmetrischema tangolias* y *Tuta absoluta* (Cañedo y Cisneros, 1998). Esta variedad de planta transgénica presenta altos niveles de resistencia al ataque de las polillas llegando a producir una mortalidad larval del 100% (Tabla I).

La otra especie del complejo de polillas es *Tecia solanivora*, que tiene similares hábitos alimenticios y pertenece a la misma familia Gelechiidae. Con la finalidad de determinar los posibles efectos negativos de las plantas transgénicas, en el CIP se está evaluando su efecto sobre los principales parasitoides de la polilla de la papa: *Copidosoma koehleri* y *Dolichogenidea gelechiidivoris*.

¿Por Qué Evaluar Estas Plantas Transgénicas con *Tecia solanivora*?

Los programas MIP se basan principalmente en el manejo cultural y control biológico. Aunque existen algunas recomendaciones para su manejo, aún se presentan pérdidas económicas debido tanto a su comportamiento como a la variación de condiciones climáticas que influyen en su incidencia. Desde este punto de vista y teniendo en cuenta que un programa MIP busca involucrar diferentes alternativas como: uso de variedades resistentes, labores culturales, control biológico, etológico y químico; se plantea la presente propuesta basada en la evaluación de variedades resistentes a otras polillas.

Los resultados de resistencia mostrados para el complejo de las polillas y la búsqueda de reducción de daño ocasionado por *Tecia solanivora* ameritan una evaluación de estas plantas transgénicas, contra esta especie.

Sin duda el beneficio más importante de la liberación de las plantas transgénicas es la reducción del uso de insecticidas químicos, ya que como la toxina se expresa constantemente en la planta, no es necesario hacer aplicaciones de insecticidas. Además, la toxina tiene una acción rápida y se encuentra disponible en el momento oportuno. Se protegen partes de la planta (raíz y tallo) que antes eran casi imposibles de proteger con aspersiones de insecticidas. Es así, que los costos en el mantenimiento de los cultivos se reducen considerablemente, incrementando los ingresos de los agricultores. También, se protege al ambiente, ya que como la toxina está contenida dentro de la planta, ésta no es lavada por la lluvia, por lo que no existen residuos en suelos o ríos. Por último, ofrece la ventaja de que sólo ataca a insectos dañinos de las plantas.

Un riesgo de la liberación de las plantas transgénicas es el desarrollo de poblaciones resistentes al *Bacillus thuringiensis*, el cual debe tomarse en consideración, para realizar programas de manejo de resistencia antes de sembrar un determinado cultivo transgénico (Peferoen y Van Mellaert, 1991). Otros de los riesgos que tiene el uso de plantas transgénicas es la dispersión de genes hacia las especies nativas y silvestres. Además, el impacto en otros organismos como enemigos naturales y microorganismos del suelo, es materia de muchas investigaciones a nivel mundial, con la finalidad de conocer el efecto sobre ellos.

Esta investigación pretende evaluar la resistencia de los tubérculos transgénicos a *Tecia solanivora*, en condiciones de cuarentena. Posteriormente, realizar estudios de flujo de genes, manejo de resistencia y pruebas de adaptación en campo. El trabajo se realizará en coordinación con el ICA y CORPOICA ubicadas en Mosquera (departamento de Cundinamarca, Colombia) y el CIP con sede en La Molina (Lima, Perú). Se seguirán los reglamentos de bioseguridad de ambos países. Los objetivos de esta propuesta

son: determinar si el gen cry1A(b) del *Bacillus thuringiensis* afecta el desarrollo larval de *T. solanivora* y seleccionar líneas transgénicas de papa Parda Pastusa con altos niveles de resistencia a *T. solanivora*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizará en las instalaciones del CIP y del ICA. Se propagará *in vitro* 30 líneas transgénicas de papa Parda Pastusa (Tablas 1 y 2), en los laboratorios de recursos genéticos del CIP. Estas líneas transgénicas han sido transformadas con el gen cry1A(b) de *Bacillus thuringiensis* ssp. *berliner* 1715. La transformación se ha realizado vía *Agrobacterium tumefaciens* con el promotor 35S (cauliflower mosaic virus: CaMV35S) y el gen de resistencia a kanamicina como gen marcador.

Las líneas han sido seleccionadas en base a los resultados obtenidos en las pruebas biológicas con *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*, habiendo mostrado altos niveles de resistencia que corresponde al 100% de mortalidad larval. Posteriormente, las plántulas se transplantarán en jiffy strip® para su adaptación antes de ser sembradas en macetas.

El mantenimiento y tuberización de las plantas de las líneas transgénicas de papa se llevará a cabo en los cubículos del invernadero de bioseguridad de la estación del CIP.

El CIP cuenta con un reglamento interno sobre manipulación de plantas modificadas genéticamente, que proveen un conjunto de reglas, procedimientos y precauciones para manipular estos organismos en laboratorio, invernaderos y campo.

Los bioensayos serán realizados por CORPOICA, en los ambientes de cuarentena del ICA, siguiendo los lineamientos de bioseguridad de dicha institución y del gobierno colombiano. La prueba se llevará a cabo en envases de plástico desechables con capacidad de 1/2 l, previamente desinfectados con alcohol. Se utilizarán 100 tubérculos recién cosechados, que tengan un peso promedio de 2.5 g cada uno. Se hará un diseño completamente al azar con diez repeticiones, donde cada repetición será de 50 g de tubérculos, los cuales serán colocados sobre papel filtro en los envases plásticos. En cada repetición se hará infestación con 20 larvas neonatas (hasta dos horas de edad), las cuales se ubicarán con la ayuda de un pincel pelo de marta, evitando el contacto con las manos. Éstas se dejarán sobre los tubérculos y se tapan los recipientes herméticamente, por espacio de tres días a fin de evitar que las larvas se escapen. Después de este tiempo se cambiarán las tapas por una malla fina sujeta con una liga, durante el tiempo de desarrollo larval.

Se realizarán tres evaluaciones:

1. Después de tres días de la infestación. Se registrará el número de larvas vivas y muertas fuera del tubérculo, y los orificios de ingreso al tubérculo.
2. A los 20 días de la infestación (cuando las larvas estén por terminar su desarrollo). Se registrará el número de larvas vivas, el peso y la longitud.
3. A los 24 días de la infestación. Se registrará el número de pupas y peso de las mismas.

Para el análisis estadístico se usará el ANOVA de los datos registrados. En el caso de los datos de larvas vivas, éstos serán llevados al porcentaje de mortalidad larval previa transformación angular de los porcentajes. Estos análisis se realizarán utilizando el paquete estadístico de SAS® (SAS Institute Inc., 1989).

RESULTADOS ESPERADOS

Con los antecedentes que presenta este material de ser resistente a las polillas de la papa, *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*, especies de la familia Gelechiidae y considerando que *Tecia solanivora* pertenece a la misma familia y tiene los mismos hábitos de alimentación, se esperaría que se comporten en forma muy similar, ocasionando altos porcentajes de mortalidad larval.

TABLA 1.—Efecto de las plantas transgénicas en el desarrollo larval del complejo de las polillas de la papa en La Mólina (Lima, Perú) durante el 2001.

| Línea | <i>Phthorimaea operculella</i> | | <i>Symmetrischema tangolias</i> | | <i>Tuta absoluta</i> |
|---------|--------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|----------------------|
| | Follaje | Tubérculo | Follaje | Tubérculo | Follaje |
| 132.1 | 98 | 100 | 98 | 100 | 75 |
| 132.2 | 96 | 100 | 98 | 100 | 85 |
| 132.3 | 98 | 100 | 100 | 100 | 85 |
| 132.4 | 93 | 100 | 100 | 100 | 88 |
| 132.5 | 84 | 100 | 98 | 100 | 95 |
| 132.6 | 90 | 100 | 95 | 100 | 90 |
| 132.7 | 100 | 100 | 100 | 100 | 76 |
| 132.9 | 92 | 100 | 94 | 100 | 98 |
| 132.11 | 92 | 100 | 100 | 100 | 93 |
| 132.12 | 94 | 100 | 98 | 100 | 93 |
| 132.13 | 92 | 100 | 96 | 100 | 93 |
| 132.14 | 96 | 100 | 98 | 100 | 75 |
| 132.16 | 97 | 100 | 98 | 100 | 100 |
| 132.17 | 93 | 100 | 97 | 100 | 93 |
| 132.18 | 94 | 100 | 95 | 100 | 100 |
| 132.21 | 98 | 100 | 98 | 100 | 90 |
| 132.22 | 94 | 100 | 99 | 100 | 98 |
| 132.23 | 92 | 100 | 96 | 100 | 100 |
| 132.24 | 96 | 100 | 98 | 100 | 85 |
| 132.25 | 97 | 100 | 100 | 100 | 88 |
| Control | 20 | 20 | 25 | 35 | 10 |

TABLA 2.—Líneas transgénicas de Parda Pastusa evaluadas en La Molina (Lima, Perú) durante el 2000 para *Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tanigolias* conteniendo el gen cryIA(b) de *Bacillus thuringiensis*

| Líneas transgénicas | |
|---------------------|--------------------------|
| 1 | Parda Pastusa/Bt/ 129.3 |
| 2 | Parda Pastusa/Bt/ 129.4 |
| 3 | Parda Pastusa/Bt/ 129.12 |
| 4 | Parda Pastusa/Bt/ 129.16 |
| 5 | Parda Pastusa/Bt/ 132.27 |
| 6 | Parda Pastusa/Bt/132.28 |
| 7 | Parda Pastusa/Bt/ 132.29 |
| 8 | Parda Pastusa/Bt/ 132.30 |
| 9 | Parda Pastusa/Bt/ 132.31 |
| 10 | Parda Pastusa/Bt/ 132.32 |
| 11 | Parda Pastusa/Bt/ 132.34 |
| 12 | Parda Pastusa/Bt/ 132.35 |
| 13 | Parda Pastusa/Bt/ 132.36 |
| 14 | Parda Pastusa/Bt/ 132.37 |
| 15 | Parda Pastusa/Bt/ 132.38 |
| 16 | Parda Pastusa/Bt/ 132.39 |
| 17 | Parda Pastusa/Bt/ 132.40 |
| 18 | Parda Pastusa/Bt/ 132.41 |
| 19 | Parda Pastusa/Bt/ 132.42 |
| 20 | Parda Pastusa/Bt/ 132.44 |
| 21 | Parda Pastusa/Bt/ 132.45 |
| 22 | Parda Pastusa/Bt/ 132.46 |
| 23 | Parda Pastusa/Bt/ 132.47 |
| 24 | Parda Pastusa/Bt/ 132.49 |
| 25 | Parda Pastusa/Bt/ 132.50 |
| 26 | Parda Pastusa/Bt/ 132.51 |
| 27 | Parda Pastusa/Bt/ 132.55 |
| 28 | Parda Pastusa/Bt/ 132.56 |
| 29 | Parda Pastusa/Bt/ 132.58 |
| 30 | Parda Pastusa/Bt/ 132.61 |

LITERATURA CITADA

- ARAQUE, C. 1992. Experimentación en los últimos 10 años. Manejo integrado de la polilla gigante de la papa, *Tecia solanivora* (Povolny). Pp. 45–47. En G. Robayo (Ed.), Papas Colombianas con el mejor entorno ambiental. FEDEPAPA, Bogotá, Colombia.

- CAÑEDO, V., Y F. CISNEROS. 1998. Efecto de las plantas transgénicas de papa sobre el desarrollo de los geléchidos *Symmetrischema tangolias* (Gyen) y *Tuta absoluta* (Meyrick). Resúmenes de la XL Convención Nacional de Entomología. Sociedad Peruana de Entomología, Lima, Perú.
- CAÑEDO, V., J. BENAVIDES, A. GOLMIRZAIE, F. CISNEROS, M. GHISLAIN, Y A. LAGNAOUI. 1999. Assessing Bt-transformed potatoes for potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), management. Impact on a Changing World. Program report 1997–1998. CIP, Lima, Perú.
- PALACIOS, M. 1998. Manejo integrado de la polilla de la papa en unidades piloto. Pp. 61–68. En C. Núñez, N. Estrada, G. Buitrago, M. Caro, P. Porras, y A. Naranjo (Eds.) Conclusiones y Memorias del Taller “Planeación estratégica para el manejo de *Tecia solanivora* en Colombia.” Julio 22–24. Universidad Nacional de Colombia, PRODUMEDIOS, Bogotá, Colombia.
- PEFEROEN, M., Y H. VAN MELLAERT. 1991. Engineering of insect resistance in plants with *Bacillus thuringiensis* genes. Pg. 278. En K. Maramorosch (Ed.), Biotechnology for biological control of pests and vectors. CRC Press, Boca Raton, Florida, U.S.A.
- RODRÍGUEZ, B. A. 1996. Consideraciones al manejo de plagas y enfermedades de la papa en Colombia. Pp. 122–126. En G. Robayo (Ed.), Papas Colombianas con el mejor entorno ambiental. FEDEPAPA, Bogotá, Colombia.
- SAS INSTITUTE INC. 1989. SAS/STAT user's guide, versión 6, 4ta. edition, vol. 2. SAS Institute, Cary, NC, U.S.A.

**LA NECESIDAD DE UN PROYECTO REGIONAL
ANDINO PARA EL CONTROL Y LA PREVENCIÓN DE
LA POLILLA GUATEMALTECA DE LA PAPA
TECIA SOLANIVORA (POVOLNY)
(LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)**

MARÍA PALACIOS L.¹, AZIZ LAGNAOUI², Y OSCAR ORTIZ O.³

¹*Agro-Consult International, Av. Los Forestales Mz. H6, Lt. 41.
Urbanización. La Riviera de Monterrico, Lima 12, Perú,
e-mail, mariapalacioslazo@viabcp.com.pe*

²*The World Bank, Environmentally and Socially Sustainable Development,
1818 H Street, NW, Washington D.C. 20433, U.S.A.*

³*Centro Internacional de la Papa, Av. La Universidad 795,
La Molina, Aptdo. 1558, Lima, Perú*

RESUMEN

El ingreso y diseminación de *Tecia solanivora* en los Andes significa un riesgo real para los países donde la plaga ya se ha establecido y un riesgo potencial para sus países vecinos. Las pérdidas reales y potenciales causadas por esta plaga en Colombia, Ecuador y Perú bordean los 150 millones de dólares anuales, monto que justifica invertir en un proyecto regional para evitar su diseminación a zonas libres y controlarla en zonas donde ya está establecida.

El objetivo general de este proyecto es mejorar la competitividad y seguridad alimentaria de los agricultores paperos de Colombia, Ecuador y Perú, evitando la contaminación ambiental y contribuyendo a disminuir los niveles de pobreza.

Se plantea la necesidad de trabajar en forma colaborativa a nivel nacional y regional. Ello generaría beneficios, al usar las ventajas comparativas de cada institución o país. Además, se evitaría la duplicación de esfuerzos y se usarían los escasos recursos financieros en forma más eficiente.

Palabras claves: Competitividad; Proyecto regional; Seguridad alimentaria; *Tecia solanivora*

ABSTRACT

The presence and dissemination of *Tecia solanivora* in the Andes poses an actual risk for the countries where the pest has established itself, and a potential risk for those neighboring countries. Actual losses in Ecuador and Colombia, and potential losses in Perú are nearly 150 million American dollars per year,

which justify the investment in a regional project to avoid the pest dissemination to clean areas and to control it in infested areas.

The general objective of the project is to improve competitiveness and food safety of potato growers in Colombia, Ecuador and Perú, thus avoiding environmental pollution and contributing to reduce poverty.

The project proposes the need for collaborative work at both national and regional levels. This would generate a positive synergy since every institution or country would be using its comparative advantages. Moreover, duplication of effort could be avoided, and the scarce financial resources available could be used more efficiently.

Key words: Competitiveness; Food safety; Regional interinstitutional project; *Tecia solanivora*

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa es el de mayor importancia en las zonas medias y altas Andinas. Este cultivo genera alimentos e ingresos para miles de familias, tanto agricultores como comerciantes y procesadores. En Colombia, por ejemplo, 90 000 familias trabajan en producción de papa generándose alrededor de 20 millones de jornales (Benavides, 1997).

En la zona Andina, la papa es afectada por varios problemas fitosanitarios que se pueden considerar endémicos, entre los cuales está el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), el gorgojo de los Andes (*Premnoptrypes vorax*) y las polillas de la papa (*Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*).

Estas plagas causan serias pérdidas, pero los agricultores han aprendido a convivir con ellas y las instituciones de investigación y extensión han generado alternativas tecnológicas viables para su manejo (Ewell et al., 1990; Ortiz et al., 1999). Sin embargo, hay nuevas amenazas para las cuales los agricultores no están preparados. Este es el caso de la polilla guatemalteca, *Tecia solanivora*, la cual fue introducida a Venezuela en 1983, y se ha desplazado hacia el sur pasando a Colombia y Ecuador causando cuantiosas pérdidas (Arias et al., 1996; Benavides, 1997; Peñaloza, 1996; FEDEPAPA, 1998; INIAP, 1997).

Adicionalmente, los agricultores afectados por esta plaga han incrementado el uso de agroquímicos tóxicos en Colombia y Ecuador. Esto ha dado como resultado un incremento del riesgo para la salud humana y para el ambiente.

El uso de productos altamente tóxicos no está documentado en los países Andinos; pero datos del valle del Carchi en Ecuador demuestran el alto riesgo que implica el uso de estos agroquímicos y el efecto negativo al sistema nervioso de las personas (Cole et al., 1998).

Si las condiciones climáticas se presentan favorables al desarrollo de esta plaga, las pérdidas pueden ser cuantiosas tanto a nivel de campo como en almacén. Se estima que en Colombia las pérdidas llegarían a los 50 millones de dólares por año y en Ecuador alrededor de seis millones de dólares. En Perú, donde aún no se ha reportado la plaga, el ingreso y establecimiento de *Tecia solanivora* significaría una pérdida aproximada de 90 millones de dólares por año (Palacios et al., 2001).

Entre 1995 y 1998 en Colombia, el CIP (Centro Internacional de la Papa) e instituciones colaboradoras locales a través del proyecto "Implementación del Manejo Integrado de Plagas Insectiles del Cultivo de Papa en Áreas Específicas de la Región Andina" desarrollaron alternativas prácticas para el manejo de esta plaga, las cuales se están difundiendo a los agricultores de Colombia, Ecuador y Perú (Cisneros et al., 1998; Palacios et al., 2001).

En el 2001 para evitar o retrasar el ingreso de *Tecia solanivora* a Perú, el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria) del Perú y el CIP iniciaron la implementación del Programa de prevención (en Perú) y control (en Ecuador y Colombia) contra *T. solanivora*. Ambos proyectos demuestran que es factible la colaboración entre países y dentro de cada país entre instituciones, para enfrentar un problema fitosanitario común.

Los niveles de pérdidas directas y los riesgos para la salud humana y ambiental justifican la inversión, en un proyecto regional de control y prevención de *Tecia solanivora*, que permita reforzar los programas que están siendo implementados en cada país. Un proyecto regional tendría impacto y contribuiría a reducir los factores de riesgo, a los cuales están expuestos los agricultores paperos, especialmente los pequeños, para quienes la seguridad alimentaria depende del cultivo de la papa. Además, se mejoraría la competitividad de aquellos agricultores que ya están ligados al mercado. Esta propuesta de proyecto regional tiene como objetivo general mejorar la competitividad y la seguridad alimentaria: así como reducir los riesgos de contaminación ambiental, de tal manera que disminuyan los niveles de pobreza de los agricultores que producen papa en Colombia, Ecuador y Perú.

Los objetivos específicos de esta propuesta incluyen: conducir investigación en Colombia y Ecuador para el desarrollo de nuevos componentes de manejo integrado de *Tecia solanivora* o mejorar los ya desarrollados, implementar, validar y evaluar programas de MIP (Manejo Integrado de Plagas) a nivel de áreas piloto en Colombia y Ecuador, promover la cooperación entre instituciones de Colombia, Ecuador y Perú para compartir información y coordinar actividades sobre el manejo y la prevención de *T. solanivora*, organizar actividades de capacitación orientadas a diseminar información sobre manejo, muestreo y prevención de *T. solanivora* en los tres países y mejorar los

sistemas de muestreo y predicción de la plaga, para evitar su diseminación a áreas o países libres de infestación.

DISCUSIÓN

Se necesita desarrollar programas de investigación que incluyan:

1. Estudiar las dinámicas poblacionales en zonas agroecológicas tipo, en Colombia y Ecuador.
2. Determinar la existencia y uso potencial de enemigos naturales para el control de la plaga, además de los ya conocidos.
3. Determinar los umbrales económicos para el control a nivel de campo y almacén.
4. Ampliar la información sobre la eficiencia de métodos de control químico, biológico, etológico y cultural.
5. Continuar con la evaluación técnica y económica de las prácticas de manejo integrado dentro de áreas piloto.
6. Realizar estudios de pre-factibilidad sobre la producción de insumos para el manejo integrado de *Tecia solanivora*.
7. Estimar el impacto potencial de las prácticas MIP.
8. Desarrollar, adaptar y evaluar métodos apropiados de capacitación a productores, según las condiciones de cada región.
9. Diseñar y establecer un sistema regional de muestreo, evaluación del progreso y diseminación de la plaga.
10. Diseñar y evaluar modelos de predicción del desplazamiento de la plaga usando los sistemas geográficos de información.

Adicionalmente, es necesario continuar con la capacitación e intercambio de información que incluye: desarrollo, adaptación y evaluación de métodos apropiados de capacitación a productores, según las condiciones de cada región. Estos métodos permitirán a su vez desarrollar materiales de capacitación que permitan realizar actividades de detección, muestreo, prevención y control de *Tecia solanivora*. Además, es necesario la organización de seminarios y talleres regionales e internacionales sobre detección, prevención y manejo de *Tecia solanivora*, implementación de medios electrónicos para el intercambio de información entre las instituciones y profesionales participantes y difusión de información al público en general sobre el problema de la polilla guatemalteca, sus riesgos y los beneficios de su control.

En el pasado, las instituciones de investigación y extensión de cada país han trabajado en forma aislada, generándose problemas como duplicidad de funciones, elevados costos de investigación, extensión, y competencia entre ellas. El proyecto "Implementación del Manejo Integrado de Plagas Insectiles del Cultivo de Papa en áreas específicas de la Región Andina (1995—1998)"

hizo factible en Colombia, Ecuador y Perú la colaboración entre los agricultores, instituciones de investigación e instituciones de extensión. Además, facilitó el intercambio de información entre los colaboradores dentro de cada país y entre países.

El proyecto “Programa de prevención (en Perú) y control (en Ecuador y Colombia) contra *Tecia solanivora* (2001–2002)” ha hecho factible la colaboración entre las instituciones responsables de la sanidad agropecuaria: SENASA-Perú, ICA-Colombia, y SESA-Ecuador. Los resultados de la implementación de ambos proyectos permiten conocer que existe la necesidad de un proyecto regional andino para el control y la prevención de *T. solanivora*, en el cual participen los diferentes grupos involucrados con la papa. Las evidencias que el trabajo interinstitucional puede ser rentable y generar impacto (Fano et al., 1996; Ortiz et al., 1996; Maza et al., 2000; Nelson et al., 2001) dan más solidez a nuestra propuesta. A continuación se enumeran las principales ventajas de la colaboración para este proyecto específico:

1. Uso de las ventajas comparativas de cada institución; es decir, cada institución aporta lo que mejor sabe hacer.
2. Trabajo en forma colaborativa, por medio del cual se mejoren los recursos humanos de cada institución, porque cada uno aprende lo que hace el otro, y el intercambio de información es más eficiente.
3. Aplicación de la experiencia ganada por un país, para avanzar más rápido en otros países. Esto es muy importante en el caso de Colombia y Ecuador, los cuales podrían desarrollar medidas de control que serían usadas por Perú, en caso que la plaga llegue a ingresar.
4. Mejora de la posibilidad de acceder a fondos de donantes cuando se presenta una propuesta colaborativa.

Las desventajas que se presentarían serían las siguientes:

1. Elevados costos iniciales de transacción, hasta que se definen claramente los roles, responsabilidades y mecanismos de colaboración.
2. Dificultades de comunicación entre las instituciones colaboradoras, lo cual puede influir en el desarrollo del trabajo.
3. Especialización de actividades, lo cual hace que unas instituciones dependan de los resultados de otras, lo cual las hace dependientes.
4. Muchas instituciones aún no están acostumbradas al trabajo colaborativo y sus mecanismos administrativos no son flexibles para este tipo de trabajo.

LITERATURA CITADA

- ARIAS, J., J. JARAMILLO, E. ARÉVALO, N. ROCHA, Y L. MUÑOZ. 1996. Evaluación de la incidencia y severidad del daño de la polilla gigante de la papa *Tecia solanivora* en el Departamento de Antioquia. Boletín de divulgación. ICA-CORPOICA, Medellín, Colombia.
- BENAVIDES, M. 1997. Prevención y Manejo Integrado de la polilla guatemalteca de la papa en el Departamento de Cundinamarca. Informe de Convenio ICA-FEDEPAPA, Bogotá, Colombia.
- CISNEROS, F., J. ALCÁZAR, M. PALACIOS, Y N. MÚJICA. 1998. Implementación de Programas de Manejo Integrado de Plagas del Cultivo Papa en Áreas Específicas de la Región Andina. Informe Técnico Final. Proyecto BID-CIP, Lima, Perú.
- COLE, D., F. CARPIO, J. JULIÁN, Y N. LEÓN. 1998. Health impacts of pesticide use in Carchi farm population. Pp. 209–230. *En* C. Crissman, J. Antle y S. Capalbo (Eds.), Economic, environmental and health tradeoffs in agricultures: pesticides and the sustainability of Andean potato production. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, U.S.A.
- EWELL, P. T., H. FANO, K. V. RAMAN, J. ALCAZAR, M. PALACIOS, Y J. CAHUAMACA. 1990. Farmer management of potato insect pests in Peru. CIP, Lima, Perú.
- FANO, H., O. ORTIZ, Y T. WALKER. 1996. Perú: Inter-institutional cooperation for IPM. Pp. 85–98. *En* L. A. Thrupp (Ed.), New partnerships for sustainable agriculture. World Resources Institute, Washington D.C., U.S.A.
- FEDEPAPA. 1998. Informes técnicos 1997–1998. FEDEPAPA, Bogotá, Colombia.
- INIAP/PNRT-PAPA/PROYECTO FORTIPAPA. 1997. Informe anual 1997. Compendio. ImpreFEPP, Quito, Ecuador.
- MAZA, N., A. MORALES, O. ORTIZ, P. WINTERS, J. ALCAZAR, Y G. SCOTT. 2000. El impacto del manejo integrado del tetuán del boniato, *Cylas formicarius* (Fab.) en Cuba. CIP, Lima, Perú.
- NELSON, R. J., R. ORREGO, O. ORTIZ, M. MUNDT, M. FREDRIX, Y N. V. VIEN. 2001. Working with resource-poor farmers to manage plant diseases. Invited Featured Article. *Plant Disease* 85 (7):684–695.

- ORTIZ, O., J. ALCÁZAR, W. CATALÁN, W. VILLANO, V. CERNA, H. FANO, Y T. WALKER. 1996. Economic impact of IPM practices on the Andean Potato Weevil in Perú. Case studies of the economic impact of CIP-related technology. T. Walker y C. Crissman. (Eds.). CIP, Lima, Perú.
- ORTIZ, O., P. WINTERS, Y H. FANO. 1999. La percepción de los agricultores sobre el problema del tizón tardío o rancho (*Phytophthora infestans*) y su manejo: Estudio de casos en Cajamarca, Perú. Revista Latinoamericana de la Papa 11:97–120.
- PALACIOS, M., E. SÁENZ, G. SOTELO, F. CISNEROS Y A. LAGNAOUI. 2001. Desarrollo e implementación del MIP en la Unidad piloto de Ventaquemada (Boyacá, Colombia). Pp. 93–97. En T. Ames, y M. Palacios (Eds.), Memorias del I Taller Internacional “Prevención y control de la polilla guatemalteca de la papa.” Septiembre 11–14. SENASA-CIP, Lima, Perú.
- PEÑALOSA, J. 1996. Estado de las dos principales plagas del cultivo de la papa en el Departamento de Boyacá. Curso Internacional de MIP de la papa, CORPOICA-CIP, Paipa, Colombia.

ANEXO 3. FIGURAS

ESTADIOS DE *TECIA SOLANIVORA*

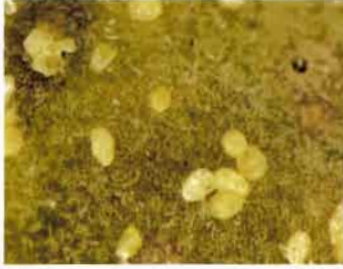


FIG. 1.—Huevos



FIG. 2.—Larva



FIG. 3.—Pupa



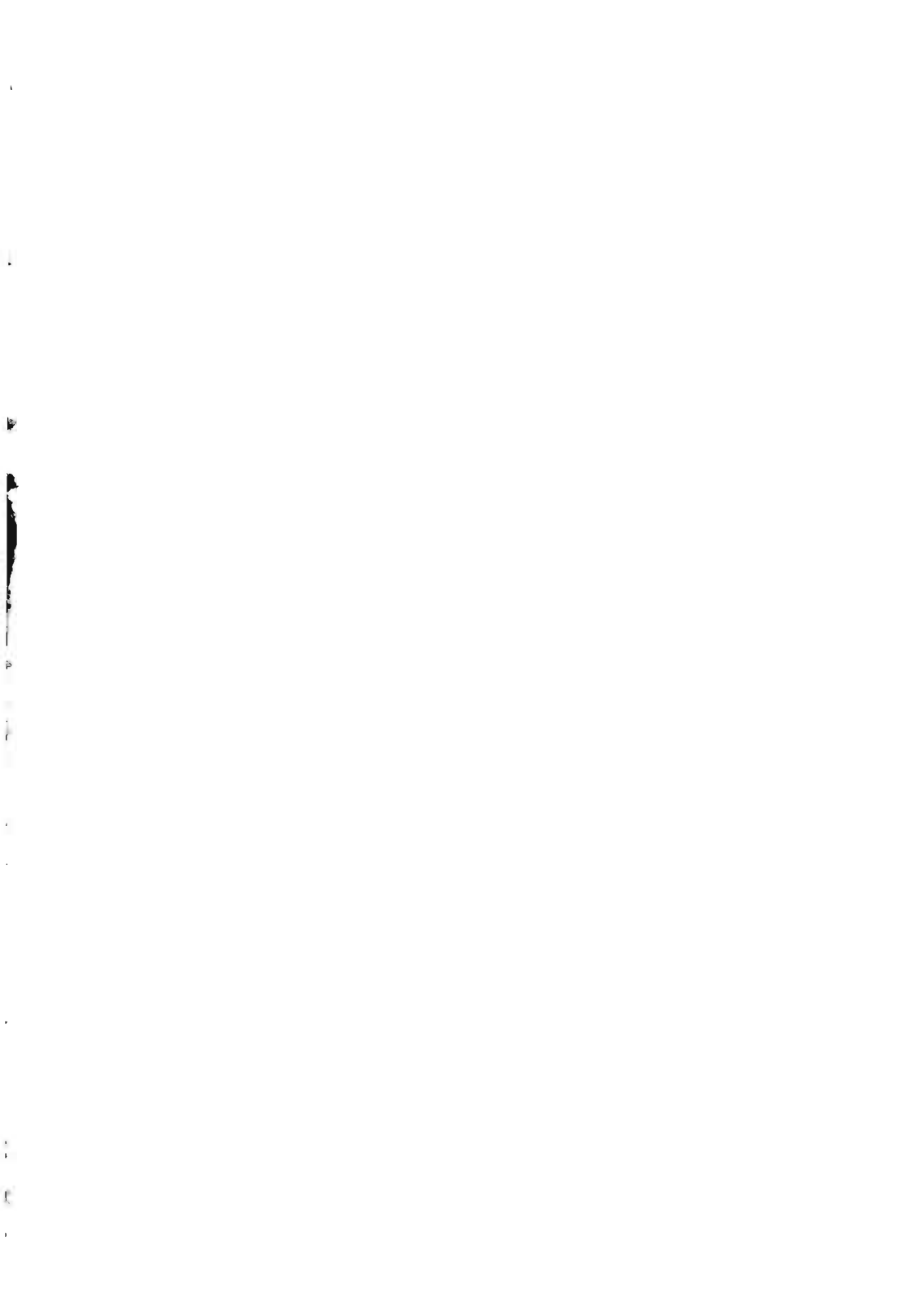
FIG. 4.—Adulto.

—
ESCALA 5 mm

OTRAS PUBLICACIONES DEL CBA

1996. Vitt, L. J. & de la Torre, S. GUÍA PARA LA INVESTIGACIÓN DE LAS LAGARTIJAS DEL CUYABENO. A RESEARCH GUIDE TO THE LIZARDS OF CUYABENO. Monografía del Museo de Zoología (QCAZ). Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 1:165 pp. ISBN: 9978-77-042-9.
1997. Piñas-R., F. & Manzano Pesántez, I. MARIPOSAS DEL ECUADOR. VOL. 1. GÉNEROS. Centro de publicaciones. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 1:114 pp. ISBN: 9978-77-056-9.
1998. Tirira-S., D. (ed.). BIOLOGÍA, SISTEMÁTICA Y CONSERVACIÓN DE LOS MAMÍFEROS DEL ECUADOR. MEMORIAS. Publicación especial del Museo de Zoología (QCAZ). Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 1:218 pp. ISBN: 9978-40-434-1.
1999. Tirira-S., D. (ed). MAMÍFEROS DEL ECUADOR. Publicación especial del Museo de Zoología. Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 2:392 pp. ISBN: 9978-40- 835-5.
2000. Piñas-R., F., Rab-Green, S., Onore, G. & Manzano-P., I. MARIPOSAS DEL ECUADOR. VOL. 20. BUTTERFLIES & MOTHS OF ECUADOR. VOL. 20. ARCTIDAE: ARCTIINAE Y PERICOPINAE. Publicación especial del Museo de Zoología. Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 3:32 pp. + 84 láminas. ISBN: 9978-77-083-6.
2000. Coloma, L. A. & Ron, S. ECUADOR MEGADIVERSO. MEGADIVERSE ECUADOR. ANFIBIOS, REPTILES, AVES, MAMÍFEROS, AMPHIBIANS, REPTILES, BIRDS, MAMMALS. Serie de divulgación del Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 1:138 pp. ISBN: 9978-77-092-5 (pasta dura), 9978-77-093-3 (pasta rústica).

2001. Bollino, M. & Onore, G. MARIPOSAS DEL ECUADOR VOL. 10a. FAMILIA: PAPILIONIDAE. BUTTERFLIES & MOTHS OF ECUADOR. VOL. 10a. FAMILY: PAPILIONIDAE. Publicación especial del Museo de Zoología. Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 4:175 pp. + 228 figs. ISBN: 9978-77-094-1.
2001. Jarrín-V., P. MAMÍFEROS EN LA NIEBLA. OTONGA, UN BOSQUE NUBLADO DEL ECUADOR. Publicación especial del Museo de Zoología. Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 5:246 pp. ISBN: 9978-41-862-8.
2002. Iturralde E., J. A. & Onore, G. EL CATZO DE ORO. Serie de divulgación. Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 2:52 pp. ISBN: 9978-77-097-6.
2002. Guevara, D., Iorio, A., Piñas, F. & Onore, G. MARIPOSAS DEL ECUADOR (CONTINENTAL Y GALÁPAGOS). VOL. 17a. FAMILIA: SPHINGIDAE. BUTTERFLIES & MOTHS OF ECUADOR (INCLUDING GALÁPAGOS). VOL. 17a. FAMILY: SPHINGIDAE. Publicación especial del Museo de Zoología. Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 6:248 pp. + 227 figs. ISBN: 9978-77-098-4.
2003. Pollet, A., Barragán, A. & Iturralde, P. CONOZCA Y MANEJE LA POLILLA DE LA PAPA (*Tecia solanivora*). Serie de divulgación. Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 3:52 pp. ISBN: 9978-77-112-3.
2003. Pollet, D. A LA SOMBRA DE OTONGA. Serie de divulgación. Centro de Biodiversidad y Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador 4:159 pp. ISBN: 9978-77-113-1.





ISBN 9978-77-120-4



9 789978 771204

