

EVALUACIÓN DEL INSECTICIDA [®]RYNAXYPYR SOBRE SU ACCIÓN
OVILARVICIDA EN HUEVOS DE *Tecia solanivora*, Povolny (Lepidoptera:
Gelechiidae)

ASSESSMENT ON THEIR ACTION INSECTICIDE [®]RYNAXYPYR OVILARVICIDE
EGGS IN *Tecia solanivora*, Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae)

NOHORA JIMENA CABRERA LARA.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SAN JUAN DE PASTO
2015

EVALUACIÓN DEL INSECTICIDA [®]RYNAXYPYR SOBRE SU ACCIÓN
OVILARVICIDA EN HUEVOS DE *Tecia solanivora*, Povolny (Lepidoptera:
Gelechiidae)

ASSESSMENT ON THEIR ACTION INSECTICIDE [®]RYNAXYPYR OVILARVICIDE
EGGS IN *Tecia solanivora*, Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae)

Proyecto de grado presentado como requisito para optar el título de
Ingeniera agrónoma

NOHORA JIMENA CABRERA LARA.

Asesor
TITO BACCA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SAN JUAN DE PASTO
2015

“Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo, son responsabilidad exclusiva del autor”.

Artículo 1° acuerdo número 324 de octubre 11 de 1966 emanado del honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTAS DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

RESUMEN

La polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolny) se considera la plaga de mayor impacto económico en el cultivo de la papa, toda vez que ocasiona daños al producto en cultivo y almacenamiento; razón por la cual, el control químico se ha convertido en una de las medidas de mayor uso entre los agricultores. Los huevos de las plagas son estados que pueden ser vulnerables a la aplicación de insecticidas, sin embargo esta propiedad ovicida ha sido poco estudiada y en algunos casos genera controversias de su eficacia. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad ovilarvicida del insecticida [®]Rynaxypyr sobre huevos de *Tecia solanivora*. Se evaluaron siete concentraciones del insecticida y un testigo con agua destilada, utilizando como unidad experimental de 10 huevos con 10 repeticiones, además se evaluó la capacidad larvicida de la dosis comercial, directamente en huevo y en tubérculos impregnados con [®]Rynaxypyr. La eclosión de los huevos en el testigo con agua, ocurrió 5 días después de la oviposición, la cual fue igual a los huevos tratados. El análisis probit de la mortalidad de larvas neonatas se ajustó a las 72 horas después de la eclosión de los huevos, encontrando una CL50 de 289,61 ppm de insecticida y una CL90 de 59946 ppm. Según los análisis de supervivencia de larvas neonatas, la mayor supervivencia se obtuvo con el testigo. La mayor mortalidad de larvas ocurrió cuando los huevos son tratados directamente, en comparación con los huevos tratados en forma indirecta. Al realizar un análisis comportamental de larvas neonatas mediante un etograma, se obtuvo una mortalidad del 46% de larvas provenientes de huevos tratados con insecticida con respecto al testigo. Las larvas que emergen de huevos tratados gastan más de 4500 segundos a partir del primer momento de la eclosión, en comparación a larvas del testigo que gastan 1600 segundos, además se observaron diferencias comportamentales generadas por el contacto con el insecticida.

PALABRAS CLAVES: concentración, etograma, ovilarvicida, plaga

ABSTRACT

The Guatemalan moth *Tecia Solanivora* (Povolny) is considered the plague with major economic impact in the potatoes cultivation, this kind of insects produces damage in the cultivation fields and in the storage places; for this reason the chemical control had become one of the methods that the farmers has used. Insect eggs in general, can be vulnerable to the insecticide applications, however this ovicidal property had not studied and on some cases it makes argues about its efecttiveness. Therefore, the objective of this project was the evaluation of the insecticide ovilarvicide capacity [®]Rynaxypyr over the *Tecia Solanivora* eggs. Seven insecticide concentrations were evaluated, using as experimental unit 10 eggs with 10 repetitions, besides was evaluated the larvicide capacity of the comercial dosage, directly on the eggs and on the impregnated tubercle with [®]Rynaxypyr . The eggs hatching in the witness with water occurs 5 days after of the oviposition, it was similar to the treated eggs. The probit of the mortality of the neonatal larva analysis was adjusted at 72 hours after to the eggs hatching, identifying a CL50 of 289,61 ppm of insecticide and a CL90 of 59946 ppm. According with the survival analysis on neonatas larvas, the major survival level was obtained with the witness. The best results of the mortality on larvas occur when the eggs are treated directly, in comparation with the treated eggs in inderect form. In doing a neonatal larvas behavioral analysis through an ethogram, the result of level mortality was 46% from the larvas of treated eggs with respect to the witness. The emergent larvas of the treated eggs spend more of 4500 seconds since of the eclosion moment, in comparation with the witness larvas that spend 1600 seconds, besides behavioural differencies generated by the insecticide uses was watched.

KEYWORDS: Concentration, ethogram, ovilarvicide, plague.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	8
METODOLOGIA	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
CONCLUSIONES	22
BIBLIOGRAFÍA.....	23

INTRODUCCIÓN

La papa es uno de los cuatro alimentos más importantes del mundo junto al maíz, el trigo y el arroz, por lo que se constituye en el principal alimento de origen no cereal para la humanidad (FAO 2010). El área mundial cultivada es de 18.192.405 hectáreas con una producción de 314.407.107 toneladas para el año 2008. La producción mundial de papa en fresco ha aumentado en los últimos años; pasó de 308 millones de toneladas a 322 millones entre 1998 y 2007, es decir, una tasa de crecimiento promedio anual de 0,49%. (FAO 2010).

La papa en Colombia es el producto de origen agrícola de mayor consumo per cápita aparente en el país (unos 62 kg/año) (FEDEPAPA 2013). Se cultiva durante todo el año con 133.865 hectáreas calculadas para el año 2012, dispersas en unos 250 municipios de la zona fría y muy fría andina. (FEDEPAPA 2015.). En Nariño como principal producto ocupa un (62,1%) de la producción agrícola con el 18% del área y el 17.2% de la cantidad total producida, y el tercer lugar a nivel nacional con (518.251 toneladas métricas) después de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá en estos tres departamentos se concentra el 82% tanto de la producción como del área sembrada (Cadena productiva de la papa 2012). Dentro de los factores que influyen la calidad y la producción de la papa en Colombia se destacan los insectos plaga, principalmente el ataque de la polilla guatemalteca, *T. solanivora* (Povolny, 1973), La polilla tiene una estrecha relación con la papa, este tubérculo se considera como el único sustrato alimenticio para las larvas de esta especie (Trillos y Arias, 1998); En 1984 en un estudio sobre el ciclo biológico de esta plaga se observó casos de pérdidas en la producción del 50% y 100%, tanto en campo como en almacenamiento cuando la época es seca (Botero *et al.*, 1995, Herrera, 1997; Osorio *et al.*, 2001;); su ataque causa deterioro de la apariencia del tubérculo que reduce su valor comercial y los ingresos de los cultivadores, además los tubérculos severamente afectados no se pueden utilizar para semilla ni para consumo humano o animal (Bosa *et al.* 2008).

En Colombia una de las principales herramientas para el manejo de esta plaga es el control químico, siendo en algunos casos la única forma de control con 12 a 24 aplicaciones por período de cultivo (Espinal *et al.*, 2005). Ante el ICA, Instituto Colombiano Agropecuario, están registrados ingredientes activos como: Malathion (OP,(CT) III), Almacenamiento Clorpirifos (OP,(CT) III), Acefato (OP, (CT) III), Permetrina (P,(CT) III), Deltametrina (P,(CT) III), Thiocyclam (Neirestoxinas, (CT) III), y últimamente el uso de [®]Rynaxypyr (Diamida Antranilica (CT) III) (Tamayo 2009); sin embargo los agricultores también utilizan otro tipo de insecticidas no registrados en el ICA como Profenofos, Triclorfon, Piridafention, Carbosulfan, Tiocarb como método de control de *T. solanivora* (Arévalo y Castro, 2003).

En ciertos países donde existe *T. solanivora*, se le considera más perjudicial que el gusano blanco *Premnotripes vorax*. (Sandoval y Vilatuña 1998). El daño económico lo causa la larva que penetra el tubérculo de la papa para alimentarse, formando galerías que disminuyen su calidad (Sandoval y Vilatuña 1998).

En Ecuador, se evaluaron los insecticidas Clorpyrifos, Profenofos y Fipronil, bajo un esquema de manejo integrado de la plaga obteniendo altos porcentajes de eficacia de estos productos. (Niño, 2004). Ensayos en Colombia con el insecticida Pirestar (permetrina) tuvieron un efecto significativo en la disminución del daño en tubérculos; demostraron que Pirestar 38 EC (permetrina), Orthene 75% (acefato), Lorsban 4 EC (clorpirifos) y Curacron 500 EC (Profenofos) presentaron diferencias significativas respecto al testigo absoluto con porcentajes de control entre 53% y 75%. (Arévalo y Castro, 2003). En un estudio sobre el efecto de thiacloprid contra la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), se hacen aplicaciones de thiacloprid a diversas concentraciones (0,1-0,4 ml / l) en grupos de huevos de diferente edad (1 - 4,5 días), no tuvo ningún efecto sobre la eclosión de los huevos, sin embargo, se observó un ligero efecto embriotóxico y el aumento del período de incubación del (20%) en todos los grupos de huevos de diferente edad; en comparación con el control sin tratar. Thiacloprid fue eficaz en la reducción de la supervivencia de larvas en las plantas de semillero (Saour G, 2008).

En un estudio de tratamientos alternativos con aceites minerales pueden proporcionar un alto nivel de control en *E. postvittana* a través de la mortalidad de huevos y los efectos residuales en larvas emergentes durante el período de incubación. (Taverner P. *et al.* 2012). Por otra parte, se sabe muy poco de ovicidas que causen algún efecto en *T. solanivora* a pesar de que en el mercado se menciona que ingredientes activos como Metomil o Tiodicarb y Larvin 375 SC (tiodicarb) Larvin son formulados como ovicidas.

Entre los insecticidas Metomil o Tiodicarb y Larvin 375 SC (tiodicarb), se comercializan con capacidad ovicular sobre huevos de *T. solanivora*, este hecho no es relatado en la literatura para la polilla de la papa. El control de las poblaciones en estados inmaduros de la plaga, es una buena estrategia que ayuda a reducir la plaga en el cultivo. Por lo tanto, con el desarrollo de este experimento se quiere responder la pregunta que se hacen muchos técnicos que si realmente los insecticidas utilizados para la polilla guatemalteca tiene capacidad ovicular.

En Nariño el control de la polilla de la papa *T. solanivora* se realiza exclusivamente mediante el uso de insecticidas químicos, este hecho produce problemas como: disminución o eliminación de poblaciones de enemigos naturales, resistencia de insectos a productos químicos (Liñan 1997); por lo tanto, el conocer la capacidad ovicular de los insecticidas es fundamental para contribuir en los planes manejo integrado de la plaga.

METODOLOGIA

Localización

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Universidad de Nariño, localizado en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Colombia. Situado a una altura de 2.486msnm y a una temperatura promedio de 15 °C.

Población de *T. solanivora*

Las muestras de las poblaciones de *T. solanivora* fueron colectadas en el municipio de Gualmatan (Nariño) con temperatura promedio es de 13 °C, 2830 msnm, extensión 35km² y llevadas al insectario de la Universidad de Nariño. Para realizar la cría de esta plaga, se tomó de muestra como mínimo un bulto de papas infestadas provenientes de las fincas. Las muestras de papa afectada tomadas del lugar de estudio, fueron depositadas en recipientes plásticos de 1 litro en volumen, con su correspondiente tapa, la cual fue perforada formando un círculo de 4cm de radio, forrado con tela tul. En la base interior de cada recipiente se colocó servilletas que sirvieron como medio para el proceso de empupado de las de larvas, posteriormente las pupas fueron sexadas utilizando las características mencionadas por del Rincón y López (2004).

Consecutivamente, las pupas se colocaron en números proporcionales a 2 hembras por macho, en cámaras de cría que se componen de recipientes plásticos de capacidad de 2 Lt, en donde se depositó papel servilleta en la base, y tiras de papel crepé o corrugado suspendidas desde la tapa como sustrato para la oviposición. Una vez emergidos los adultos, se introdujo en estos recipientes una copa pequeña que contenía un trozo de algodón embebido con agua y miel al 10% de concentración para su alimentación.

Finalmente se cortaron fracciones de servilleta y/o tiras de papel crepe con colonias de huevos y se llevaron a nuevos recipientes plásticos de 1Lt que contenían tubérculos sanos con perforaciones hechas con un alfiler (esterilizado con flameos frecuentes) para facilitar la entrada de las larvas recién emergidas. De esta manera se continuó con la cría hasta obtener el material suficiente para la instalación del experimento. En todos los experimentos se utilizaron huevos de cuatro a cinco días de después de la eclosión.

Insecticida

®Rynaxypyr (Diamida Antranilica (CT) III) acción ovi larvicida (neonaticida), tiene efecto sobre huevos y neonatos en un número importante de especies. Este aspecto es un importante complemento de la acción larvicida del producto. Lo que se traduce en un control por más tiempo mata las larvas neonatas durante la eclosión al ingerir estas al corion de los huevos tratados. Adicionalmente otras larvas mueren por contact o con los residuos del químico en la hoja. (Dupont 2007)

Evaluación de la toxicidad (concentración – respuesta)

Se realizó un experimento para evaluar la concentración del insecticida sobre la eclosión de huevos y comportamiento de larvas neonatas a exposición del ®Rynaxypyr. Se utilizaron 7 concentraciones del insecticida (10000, 1000, 500, 250, 100, 50, 10 ppm), además de un testigo con agua destilada para corregir los datos de mortalidad natural; estas concentraciones fueron evaluadas para establecer una concentración - relación de respuesta (causal) como evidencia de actividad ovicida directa.

Se utilizó como unidad experimental 10 huevos en papa sana depositados en recipientes plásticos de 1Lt con su respectiva tapa perforada en el centro de cuatro centímetros de radio y forrada con tela tul; se usaron huevos de la misma edad depositados en trozo de papel crepe (1cm x 1cm) los cuales fueron inmerso durante cinco segundos en las diferentes concentraciones de insecticida. Se utilizaron diez repeticiones por cada concentración, La mortalidad de los fue supervisada cada 24 horas durante doce días consecutivos a una hora determinada, se consideraron huevos muertos aquellos que se deshidrataron y los que presentaban una coloración oscura. También se evaluó la mortalidad de larvas neonatas a las 72 horas después de la eclosión de los huevos en todas las concentraciones. Las dosis de mortalidad fueron evaluadas mediante análisis estadístico Probit (chi-cuadrado, $p \leq 0,9699$).

Evaluación de diferentes formas de aplicación (Bioensayo Tiempo - mortalidad).

Se evaluó la toxicidad letal aguda de ®Rynaxypyr (250ppm), que corresponde a dosis comercial utilizada para el control de polilla. Para este experimento se utilizaron huevos de la misma edad para la aplicación del insecticida se utilizaron cuatro tratamientos; colocación de huevos no tratados en papas tratadas y no tratadas con insecticida y huevos tratados con insecticida en papas tratadas y no tratadas con insecticida y además se utilizaron testigos utilizando agua destilada.

El diseño experimental utilizado correspondió a un completamente al azar utilizando 10 repeticiones por tratamiento. En los tratamientos donde se utilizó el insecticida y agua, tanto papas y/o huevos se sumergieron durante 5s en la solución de insecticida. La unidad experimental consistió en grupos de 10 huevos sobre trozo de papel crepé de 1cm² en la superficie de una papa sana, depositados en un recipiente plástico de 1L con su respectiva tapa perforada en el centro y forrada con tela tul. Todos los bioensayos se llevaron a cabo simultáneamente en las mismas condiciones. La mortalidad y tiempo de eclosión de huevos fue supervisada durante 12 días consecutivos a una hora determinada. La variable a evaluar fue tiempo de supervivencia de larvas neonatas, valoradas por 12 días; análisis estadístico de supervivencia con Kaplan Meyer y prueba de separación de medias de Long Rank (Mantel – Cox).

Etograma de huevo larva-comportamiento de eclosión.

La eclosión y comportamiento de larvas neonatas se registró para grupos de 15 huevos de 4 días de edad, tratados con insecticida (solución comercial 250ppm) e individuos tratados con agua destilada como tratamiento testigo, los dos grupos de huevos se depositaron en un tubérculo sano, por cada tratamiento se evaluaron tres grupos de huevos, para un total de 45 huevos evaluados. Las grabaciones digitales, iniciaron cuando se depositaron los huevos en los tubérculos de papa hasta la eclosión de la larva. Se instalaron 3 equipos de grabación cada uno constituido por un estereoscopio marca Nikon NI 30 fuber optic iluminator modelo C-PS este provisto de una cámara web Jeway jw-230, en conexión a un computador acer procesador Intel core i5, disco duro de 750gb, pantalla de 14” que fue instalado a un programa de vigilancia permanente JWatcher-V1.0, los videos fueron almacenados en un disco duro TTB usb 2.0, lomega. Este sistema permitió la grabación de 18 a 19 horas de manera ininterrumpida de la eclosión de los huevos, que permitieron evaluar las secuencias y tiempos de comportamientos de la eclosión. Posteriormente de forma individual se analizaron los videos y se registraron los comportamientos observados en la eclosión de cada huevo. Los comportamientos analizados fueron: rompimiento de corion, exposición de la cabeza, exposición de primer par de patas toraxicas, exposición segundo par de patas toraxicas, exposición tercer par de patas toraxicas, exposición primer par de patas abdominales, exposición último par de patas abdominales, exposición de par de patas traseras y muerte. Para la construcción del etograma se realizaron tablas de frecuencia de los comportamientos y también se registró la duración y el tiempo promedio de cada comportamiento.

La metodología utilizada en esta investigación se basó en la utilizada por Tomé *et al.* (2012), donde observan el efecto del pyriproxyfen sobre en la eclosión de huevos de *Tuta absoluta*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la toxicidad (concentración – respuesta) de [®]Rynaxypyr en huevos de *T. solanivora*

La eclosión de los huevos de cuatro días de edad de *T. solanivora*, inició a los 4 días después de la aplicación del insecticida y terminó a los 11 días, tanto para los huevos tratados, como para el testigo con agua (Figura 1). La eclosión de huevos vario entre un 90 y 100%, es decir que no hubo efecto insecticida de [®]Rynaxypyr en este estado biológico de la plaga (Figura 1). A pesar que la mayoría de las larvas eclosionaron con el efecto del insecticida, se observaron diferentes tipos de comportamiento diferentes al testigo como de retroceso de la larva en el momento de salida del corión y reinicio de la emergencia y también salida del huevo con patas anales, y atascamiento de larva en el corión hasta quedar muerta (Figura 2). Según este experimento fue posible comprobar que no hay penetración del insecticida en el corión del huevo, por lo tanto el insecticida [®]Rynaxypyr no causa un efecto ovicida debido a que ocurre eclosión en la mayoría de los huevos tratados.

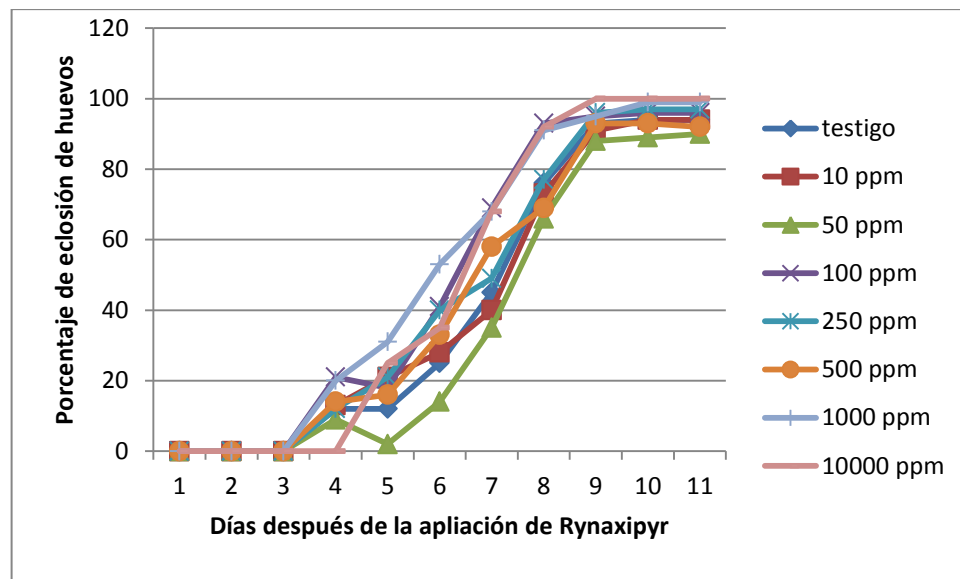
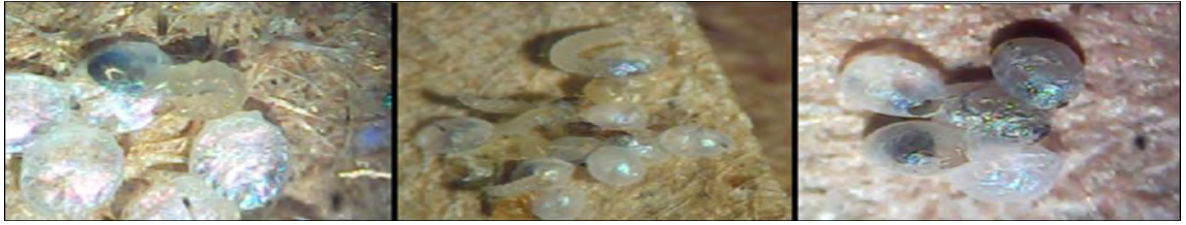


Figura 1. Duración de la eclosión de huevos de 4 días de edad de *Tecia solanivora* bajo el efecto de diferentes dosis de [®]Rynaxypyr.



Fuente. Esta investigación

Figura 2. larvas neonatas de *T. solanivora* tratadas con insecticida [®]Rynaxypyr emergiendo del huevo.

Para el caso de las larvas si se observó efecto de mortalidad en este estado cuando el insecticida fue aplicado en los huevos, según el análisis probit realizado en los datos de la mortalidad de larvas neonatas de 72 horas después de la eclosión, se ajustó significativamente al modelo (chi-cuadrado, $p \leq 0,9699$); los datos del CL50 de [®]Rynaxypyr se encuentra dentro del rango recomendado de concentración comercial (250 ppm), para lograr la CL90 necesitan dosis muy altas para obtener eficiencia de control (Tabla 1).

Bajo las condiciones de este experimento no se evidenció efecto ovicida, pero si un moderado efecto ovilarvicida. Según estudios realizados por Egypt (2014) manifiestan que existe un efecto ovicida y ovilarvicida del [®]Rynaxypyr en *Spodoptera littoralis*, este mismo efecto se observó en huevos de polilla de la manzana *Cydia pomonella* (Bassi et al. 2009).

Tabla1. Mortalidad de larvas neonatas de *T. solanivora* en diferentes concentraciones de [®]Rynaxypyr en la localidad de Gualmatan (N)

CL	Insecticida ppm	Límite inferior ppm	Límite superior ppm
CL50	289,61	163,59	510,37
CL90	59946	10647	5845038

Evaluación de diferentes formas de aplicación de [®]Rynaxypyr huevos de *T. solanivora* (Bioensayo Tiempo - mortalidad).

Tanto en aplicación directa como indirecta del [®]Rynaxypyr sobre los huevos de *T. solanivora*, se observó que existe un efecto ovilarvicida; este efecto se evidenció a 12 días después de la aplicación del insecticida sobre los huevos de *T. solanivora* donde se demuestra mortalidades mayores de 80% (Figura 3). Según las curvas de supervivencia de Kaplan Meyer se registra que a partir de los días 3 y 4 de eclosión o emergencia de la larva neonata, la supervivencia de las mismas comienza a disminuir a excepción las del testigo (Figura 3).

En la comparación de funciones de supervivencia de larvas neonatas para todos los tratamientos según Long Rank (Mantel-Cox) ($p \leq 0,05$), el testigo con agua presenta diferencias con los tratamientos, es decir que la mortalidad natural del ensayo fue baja. (tabla 2). La supervivencia de larvas donde se aplicó el insecticida directamente al huevo fue menor, con respecto al tratamiento de contacto del huevo en tubérculos tratados con insecticida.

La susceptibilidad del insecto al insecticida varía con la etapa de vida en la que se encuentre, la etapa de huevo se percibe como la etapa más vulnerable, sin embargo este fenómeno es poco estudiado (Beament, 1952; Smith & Salkeld, 1966; Martin *et al.*, 2010. Koppel *et al.*, 2011), la localización del estado de huevo es no tan evidente, por esta razón es difícil llegar a ellos, ya que son depositados en la base de la planta, debajo de hojas secas en los tubérculos y en el suelo quedando protegidos al contacto con el insecticida (Smith & Salkeld, 1966; Martin *et al.*, 2010) , Además, su estructura y fisiología son de protección de los embriones en desarrollo y puede minimizar la penetración de insecticidas (Beament, 1952; Zschintzsch *et al.*, 1965; Koppel *et al.*, 2011).

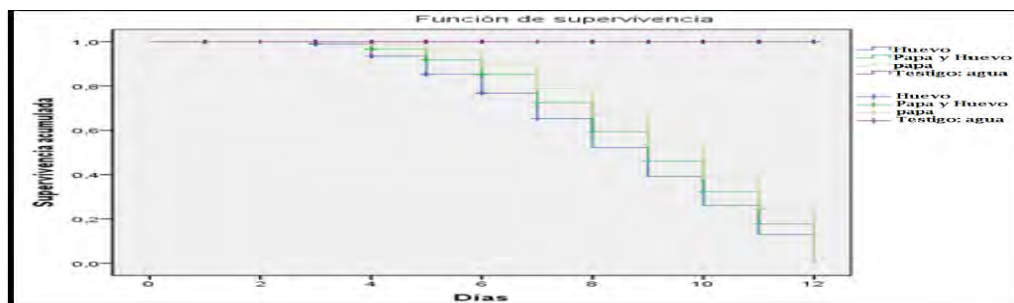


Figura 3. Curvas de supervivencia según análisis Kaplan Meyer de larvas neonatas de *T. solanivora* bajo el efecto del insecticida [®]Rynaxypyr, aplicado en huevos de la plaga (250ppm)

Tratamiento		Rynaxypyr - huevo		Rynaxypyr - papa - huevo		Rynaxypyr - papa		Testigo - agua	
		Chi-cuadrado	Sig.	Chi-cuadrado	Sig.	Chi-cuadrado	Sig.	Chi-cuadrado	Sig.
Log Rank (Mantel-Cox)	Rynaxypyr - huevo			1,453	,228	5,570	,018	93,012	,000
	Rynaxypyr - papa - huevo	1,453	,228			1,384	,239	79,171	,000
	Rynaxypyr - papa	5,570	,018	1,384	,239			65,585	,000
	Testigo - agua	93,012	,000	79,171	,000	65,585	,000		

Tabla 2. Comparación de funciones de supervivencia Long Rank (Mantel-Cox) de larvas neonatas de *T. solanivora* bajo el efecto del insecticida [®]Rynaxypyr aplicado en huevos de la plaga ($p \leq 0,05$).

Etograma de huevo larva-comportamiento de eclosión.

En los videos obtenidos de huevos tratados con insecticida y huevos tratados en agua destilada como testigo con los equipos de grabación, se logró analizar los comportamientos de los huevos obteniendo promedios de tiempo en minutos (Figura 4), en la que se resalta la diferencia de tiempo de duración de comportamientos en los dos tratamientos, en las actividades: 1 con diferencia promedio de 18 minutos, en la actividad 6 con diferencia promedio de 7 minutos y la actividad 7 con una diferencia promedio de más de 30 minutos; también se obtuvo un promedio de tiempo en segundos (figura 5) para determinar el tiempo total de eclosión y los momentos de quietud de las larvas neonatas en cada una de las actividades; se puede observar que el tiempo promedio total de eclosión para testigo es de 1700 segundos a diferencia de huevo con insecticida es mayor a 4500 segundos y los momentos de quietud para testigo son 3 en las actividades 2, 3 y 4 en contraste con huevos con [®]Rynaxypyr que son hasta 6 paradas en las actividades 2, 3, 4, 6, 7 y 8 (figura 5).

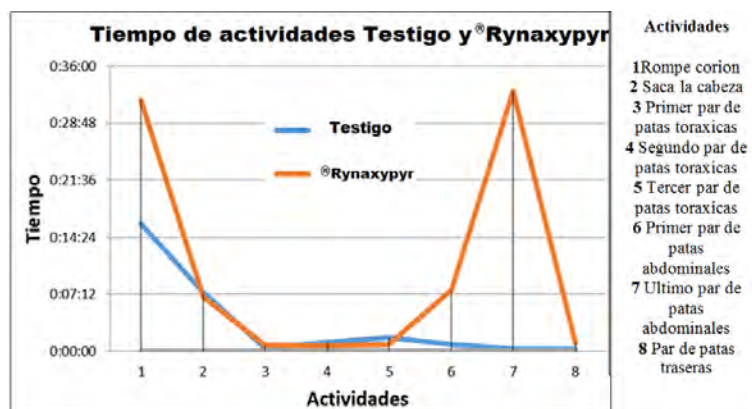


Figura4. Tiempo en minutos de actividades de eclocion de *T. solanivora*.

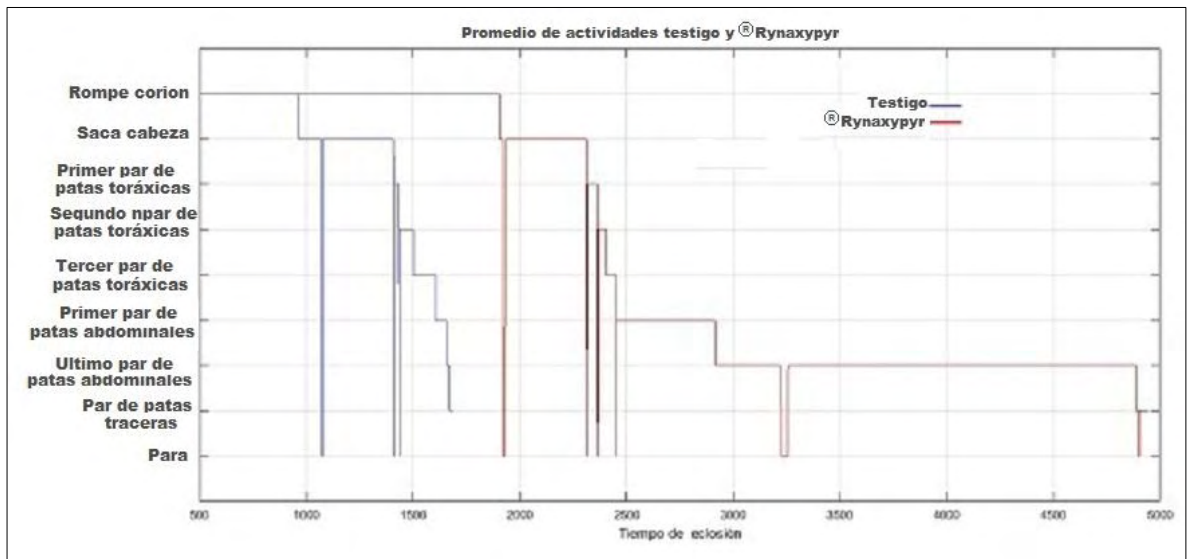
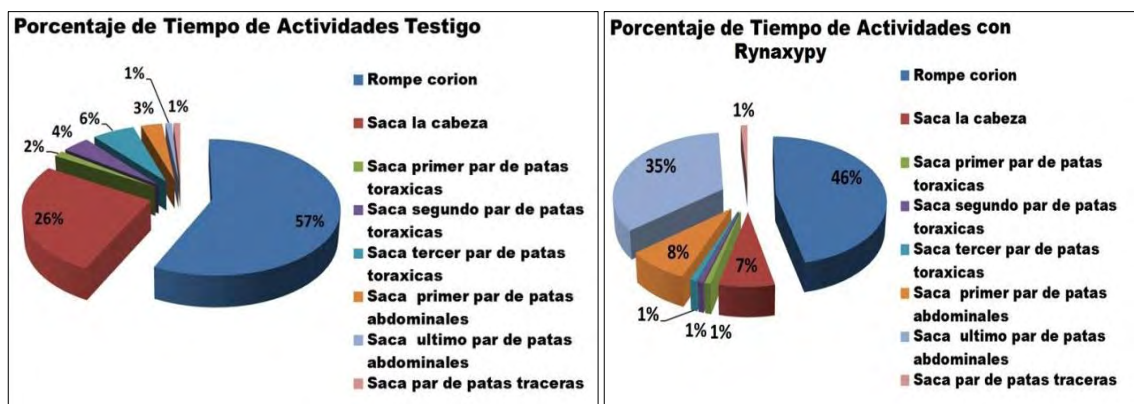


Figura 5. Tiempo promedio en segundos de actividades de eclosión de *T. solanivora*.

La comparación de los diagramas de pastel entre el tratamiento de huevos con insecticida y el testigo se observa diferencias entre el porcentaje de las actividades, el testigo demuestra un orden de eclosión en el que más del 50% de la eclosión se encuentra la actividad “rompe corion” seguida de “saca la cabeza” con el 26% quedando menos del 20% para el resto de actividades, a diferencia de los huevos con Rynaxypyr el 46% de la eclosión está en el comportamiento “rompe corion” y el 35% en el comportamiento “saca último par de patas abdominales” (figuras 6, 7).



Figuras 6,7. Diagramas de pastel de actividades de eclosión de *T. solanivora*.

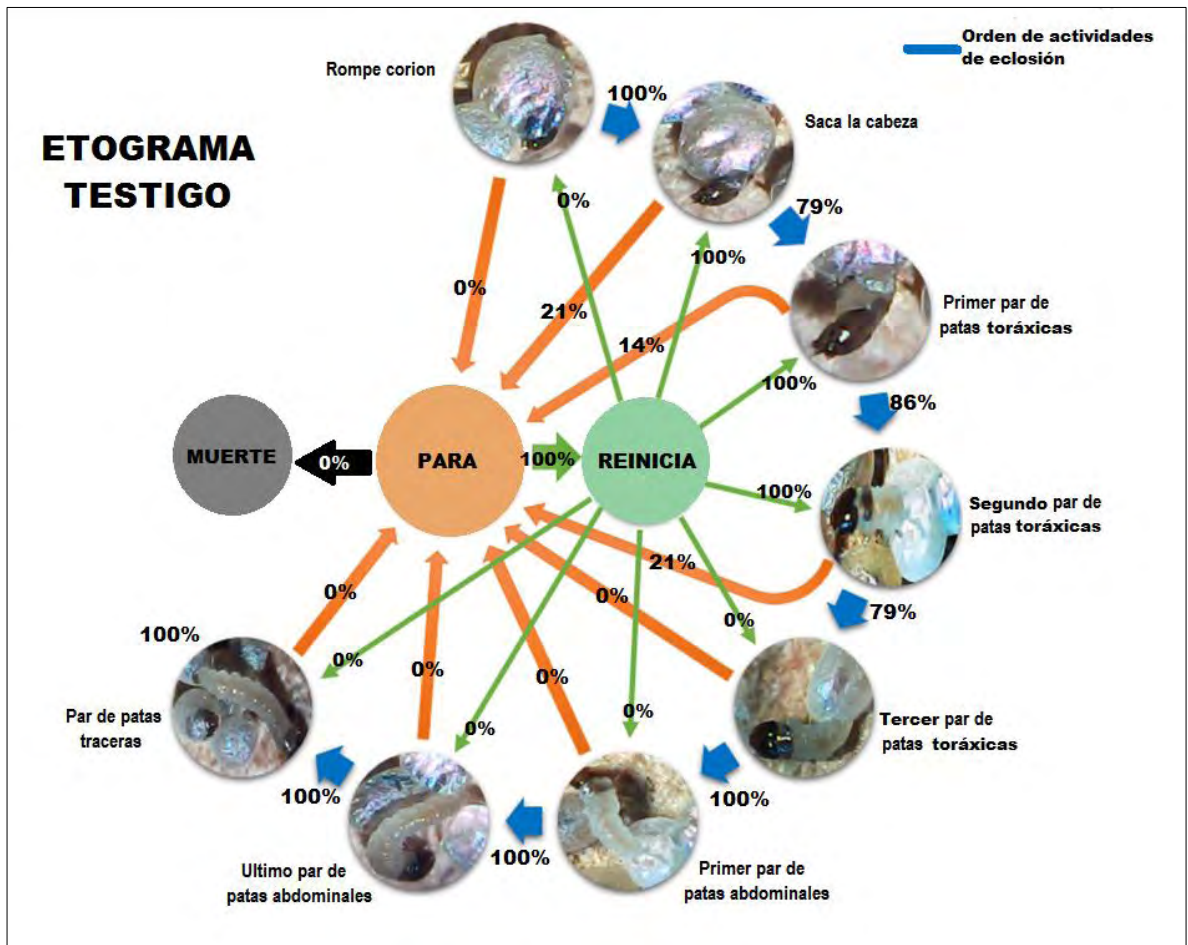


Figura 8. Etoograma de *T. solanivora*, testigo.

En el etograma testigo (figura 8) evidencia el comportamiento normal de eclosión, el porcentaje de larvas que se detienen en una actividad determinada (saca la cabeza, primer par de patas torácicas, segundo par de patas torácicas), el 100% reanuda la actividad hasta la eclosión total y con 0% de muerte, lo que no sucede en el etograma con [®]Rynaxypyr (figura 9) en donde hay un 46% de muerte de las larvas que se detuvieron en una actividad determinada, especialmente en la actividad “rompe corion” en la que del 12% de larvas que se detuvieron el 0% retorno a su actividad.

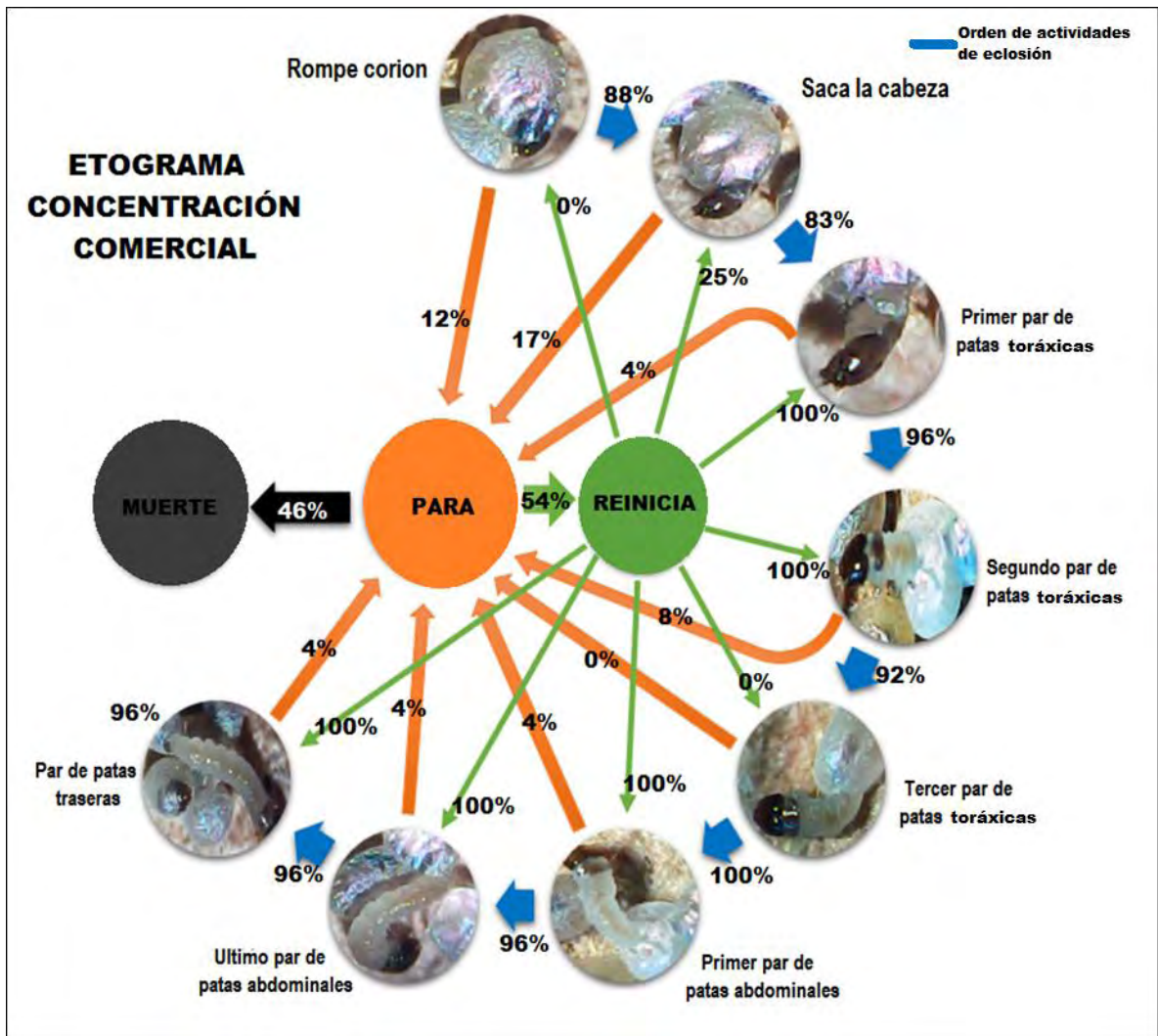


Figura 9. Etograma de *T. solanivora* bajo efecto de [®]Rynaxypyr.

El modo de acción del insecticida [®]Rynaxypyr en los huevos de *T. solanivora* afecta en el comportamiento de las larvas neonatas, es un nuevo producto activador potente y selectivo de receptores de rianodina de insectos, que son críticos para la contracción muscular (Pertanika J. 2012) que interviene en el desarrollo del primer instar de la larva. Cuando se activa el receptor de rianodina en los insectos, la homeostasis del calcio en la célula se ve afectada, y esto conduce a la cesación de alimentación, letargo, parálisis muscular y finalmente la muerte de los insectos (Lahm *et al.* 2007) en un 50% de la población.

Para un mayor control de *T. solanivora*, es importante tener un conocimiento claro del comportamiento del insecto al hacer contacto con el insecticida. En el uso de bioensayos para evaluar los posibles efectos de los plaguicidas en los insectos también ayudaría a evaluar el riesgo de una manera más completa mediante la inclusión de la evaluación de los efectos de pesticidas en los procesos comportamentales y fisiológicos en lugar de considerar la mortalidad sólo como un punto final. Estos ensayos, aunque un poco más laboriosos que las estimaciones de concentración letal, ayudarán a los investigadores a evaluar los impactos no deseados de plaguicidas y promover el descubrimiento de los efectos secundarios ecológicos, cruciales antes de registro de plaguicidas y no después (Desneux N. *et al.*, 2007).

La mayoría de los insecticidas atacan sitios específicos dentro del sistema nervioso del insecto; sin embargo, hay pocos estudios detallados sobre los posibles efectos en el comportamiento de las dosis subletales de insecticidas, que aportaría positivamente al control de la plaga con la evaluación del impacto potencial de los compuestos en los insectos ya que no se puede darnos el lujo de pasar por alto las vías de exploración que se nos presentan en el manejo de plagas de insectos (Haynes, 1988).

CONCLUSIONES

Cuando se aplica el insecticida ®Rynaxypyr a huevos de *T. solanivora*, no se observa un efecto ovicida, el efecto tóxico del insecticida se refleja en mortalidades en larvas neonatas mayores al 90% después del 10 días de la eclosión de huevos tratados con ®Rynaxypyr.

Existe un efecto larvicida del ®Rynaxypyr cuando este insecticida se aplica directamente a los huevos de *T. solanivora*.

El insecticida ®Rynaxypyr causa cambios en el comportamiento de larvas neonatas de *T. solanivora*, interrumpiendo la eclosión produciendo la muerte de la larva neonata y aumentando el tiempo de salida de la larva de corión.

BIBLIOGRAFÍA

ARÉVALO, A. y CASTRO, R. 2003. Evaluación post-registro de los insecticidas con licencia de uso para controlar la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* Povolny (Lepidóptera: Gelechiidae) en Colombia, p. 86-89. En: Memorias del II taller nacional sobre *Tecia solanivora* "Presente y futuro de la investigación sobre *Tecia solanivora*. Bogotá. Colombia.

BASSI, A., J.L. RISON AND J.A. WILES. 2009. Chlorantrantríprole (DPX-E2Y45, ®Rynaxypyr, Coragen), a new diamid insecticide for control of codling moth (*Cydia pomonella*), Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata*) and European grapevine moth (*Lobesia botrana*), Zbornik predavaanj in refratov, slovenskega posvetovanja ovarstvu rastlin z mednarodno udeležbo Nora Gorica, 4-5 marec, 2009.

BEAMENT J.W.L. 1952. The role of cuticle and egg-shell membranes in the penetration of insecticides. *Annals of Applied Biology*, 39, 142–143.

BOSA, O. F.; OSORIO, M. P.; COTES, P. A.M.; BENGTSSON, M.; WITZGALL, P.; FUKUMOTO, T. 2008. Control de *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) mediante su feromona para la interrupción del apareamiento. *Revista Colombiana de Entomología* 34 (1): 68 - 75.

BOTERO, M.E.; LONDOÑO, M.E.; TRILLOS, O.; ARIAS, J.A.; JARAMILLO, J.A. 1995. Detección de la polilla de la papa. Cartilla divulgativa. Ministerio de Agricultura, Instituto Colombiano Agropecuario y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Medellín, Colombia. 19 pp.

CADENA PRODUCTIVE DE LA PAPA 2012. Diagnóstico de libre competencia; superintendencia de industria y comercio, en línea en: <http://www.sic.gov.co/drupal/sites/default/files/files/PAPA.pdf>. Consulta septiembre 2015

DESNEUX N.; DECOURTYE A.; JEAN-MARIE DELPUECH, 2007. The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods. *Annual Reviews Entomol.* 52:81-106

DUPONT, 2007. ®Rynaxypyr insecticida. Boletín técnico en: http://www2.dupont.com/Coragen/es_MX/assets/downloads/Boletin_Tecnico_Coragen.pdf. Consulta: febrero, 2015.

EGYPT. J. AGRIC, 2014. Effects Of Certain Insecticides On Eggs Of Spodoptera Littoralis; Plant Protection Research Institute. ARC, Dokki, Giza, Egypt. Agricultural Research Center, 92 (3),

ESPINAL, C., COVALEDA, H., RUIZ, N. y URRUTIA, C. 2005. La Cadena De La Papa En Colombia. Una Mirada Global De Su Estructura y Dinámica 1991 - 2005. Bogotá D. C. 28 p. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005112163731_carac

FAO; 2010. Censo agropecuario mundial en línea en: www.fao.org/economic/ess/ess-wca/es/. Consulta Agosto 2015.

FEDEPAPA 2013. Organo informativo de la Federación Colombiana de Productores de Papa REVISTA PAPA No. 27 Marzo 2013 ISSN 0122 - 2686 en: <http://www.fedepapa.com/wp-content/uploads/pdf/revistas/ed27.pdf>. Consulta septiembre 2015

FEDEPAPA 2015. Cultivo de la papa en: http://www.fedepapa.com/?page_id=401. Consulta mayo, 2015. consulta en septiembre 2015.

HAYNES, K. F. 1988; Sublethal Effects Of Neurotoxic Insecticides Insect Behavior. Annual Reviews Entomol. 33:149-68

HERRERA F. 1997. La polilla guatemalteca de la papa. Biología, comportamiento y prácticas de Manejo Integrado. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Regional Uno. Cundinamarca- Boyacá. Bogotá. 14 p.

KOPPEL A.L., HERBERT D.A. JR, KUHAR T.P., MALONE S., ARRINGTON M. 2011 Efficacy of selected insecticides against eggs of *Euchistus servus* and *Acrosternum hilare* (Hemiptera: Pentatomidae) and the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). *Journal of Economic Entomology*, 104, 137–142.

LAHM, G. P., STEVENSON, T. M., SELBY, T. P. FREUDENBERGER, J. H., CORDOVA, D., FLEXNER, L., BELLIN, C. A., DUBAS, C. M., SMITH, B. K., HUGHES, K. A., HOLLINGSHAUS, J. G., CLARK, C. E., & BENNER, E. A. (2007). ®Rynaxypyr TM: A new insecticidal anthranilic diamide that acts as a potent and selective ryanodine receptor activator. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 17, 6274-6279.

LIÑAN, C. 1997. *Farmacología vegetal*. Ediciones aerotécnicas. S.L. Madrid. pp. 1187.

MARTIN D.E., LOPEZ J.D., LAN Y., FRITZ B.K., HOFFMAN W.C., DUKE S.E. (2010) Novaluron as an ovicide for bollworm on cotton: deposition and efficacy of fieldscale aerial applications. *Journal of Cotton Science*, 14, 99–106.

NIÑO, L. 2004. Revisión sobre la polilla de la papa *Tecia solanivora* en Centro y Suramérica. *Suplemento Revista Latinoamericana de la Papa*. pp. 4-22.

OSORIO P. A, ESPITIA E. E, LUQUE E. 2001. Reconocimiento de enemigos naturales de *Teciasolanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) en localidades productoras de papa en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología* 27(3-4): 177 -185.

PERTANIKA J. TROP. 2012; Susceptibility of Bagworm *Metisa plana* (Lepidoptera: Psychidae) to Chlorantraniliprole. *Albanian J. Agric. The Albanian Journal of Agricultural Sciences*. 35 (1): 149 – 163.

POVOLNY; D. 1973. *Scrobipalopsis solanivora* sp. n.—a new pest of potato (*Solanum*

RINCÓN, R.D.F.; LÓPEZ-ÁVILA, A. 2004. Dimorfismo sexual en pupas de *Teciasolanivora* (Povolný) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Revista Corpoica* 5: 41-42
SANDOVAL, D.; VILATUÑA, J. 1998. La polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Povolny). Servicio de información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (SICA).

SAOUR G. 2008 - Effect of thiacloprid against the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae), *Journal of Pest Science* 81:3–8

SMITH E.H., SALKELD E.H. 1966. The use and action of ovicides. *Annual Review of Entomology*, 11, 331–368.

TAMAYO, F.L.H. 2009. Diccionario de especialidades agroquímicas. Thomsom PLM, Bogotá. 1080 p.

TAVERNER P. SUTTON C. CUNNINGHAM N. MYERSS. 2012. The potential of mineral oils alone and with reduced rates of insecticides for the control of light brown apple moth, *Epiphyas postvittana* (Walker) (Lepidoptera: Tortricidae), on nursery plants. *Crop Protection*. 42: 83–87.

terizacion_papa.pdf. Consultado: agosto, 2015.

TOMÉ, H. V. V., CORDEIRO, E. M. G., ROSADO, J. F., GUEDES, R. N. C. 2012 Egg exposure to pyriproxyfen in the tomato leaf miner *Tuta absoluta*: ovicidal activity or behavioural-modulated hatching mortality?. *Annals of Applied Biology* 160 (1): 35-42.

TRILLOS, O. y ARIAS R.J. 1998. Aspectos de la biología de *Tecia solanivora*. pp. 10-11. En: Taller “Planeación estratégica para el manejo de *Tecia solanivora* en Colombia”. Conclusiones y memorias. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. *tuberosum*) from Central America. *Acta Universitatis Agriculturae, Facultas Agronomica*.

ZSCHINTZSCH J., O'BRIEN R.D., SMITH E.H. 1965. The relation between uptake and toxicity of organophosphates for eggs of the large milkweed bug. *Journal of Economic Entomology*, 58, 614–621.