



Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Agrarias

Trabajo Final de Graduación

Modalidad Pasantía

Título: “Curva de dosis de respuesta de la polilla de tomate (*Tuta absoluta*) a insecticidas a base de Spinosad”.

Alumno: Raimundo, Miguel Ángel.

Director: Ing. Agr. José Tarrago.

Año: 2018

Curva de dosis de respuesta de la polilla de tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) a insecticidas a base de Spinosad.

Introducción

Descripción de la Especie

Tuta absoluta (Meyrick, 1917), comúnmente denominada polilla del tomate, es un lepidóptero de la familia *gelechiidae* originaria de Sudamérica, endémica de la mayoría de las zonas productoras de tomate, siendo considerada el problema fitosanitario más importante en el cultivo del tomate. En la mayoría de los países de Sudamérica (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay, y Venezuela), la polilla del tomate es considerada una plaga devastadora del cultivo (<http://www.infoagro.com>).

Los adultos alcanzan hasta 7 mm de longitud y presentan hábitos nocturnos, permaneciendo inactivos durante el día, escondidos en las hojas (Figura 1 A). La hembra deposita los huevos mayoritariamente en el envés de las hojas jóvenes, nervaduras, depresiones y márgenes de los tallos, y en un porcentaje menor en las frutas verdes. El número de huevos que puede poner una hembra es de 260 aproximadamente y tardan entre 4 o 6 días en eclosionar. En nuestras condiciones, durante el invierno, esta especie puede pasar como adulto, larva o huevos.

Las larvas son del tipo eruciforme, presentan de 4 a 5 estadios y el período larvario dura entre 10 a 15 días, al cambiar de estadio, la larva en la mayoría de las ocasiones sale de la galería en la que se encuentra para penetrar en otra hoja aumentando los daños en la planta (Figura 1 B).

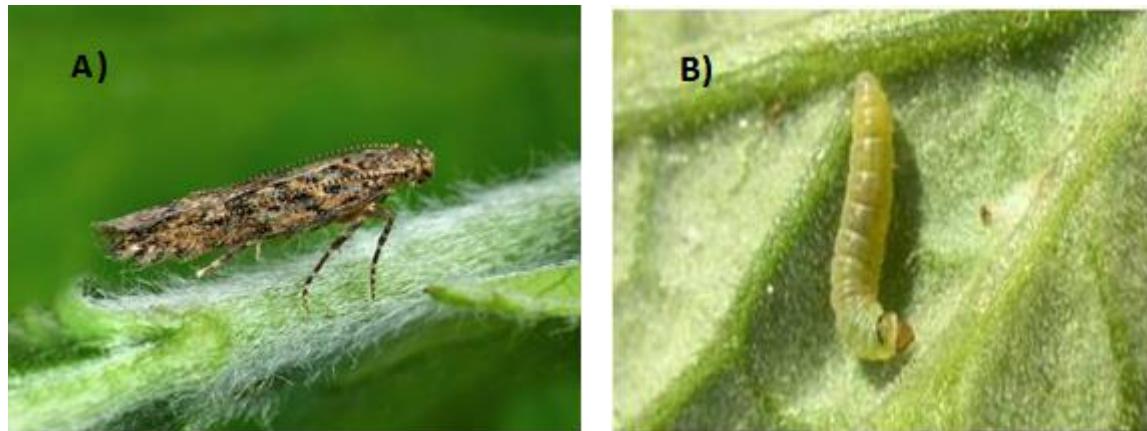


Figura 1. A) Estado adulto de la polilla; B) Larva de *Tuta absoluta*.

Daños que produce

La polilla del tomate es una plaga muy prolífica, produciendo los daños principalmente en las hojas, y particularmente consumiendo el mesófilo dejando la epidermis (Figura 2 A). Otro tipo de daños, son las perforaciones que ocasionan en el tallo y los daños en brotes, sobre todo en las inserciones de las hojas o pedúnculos y en los brotes más tiernos. En cuanto a los frutos, estos pueden ser dañados desde el momento que fueron cuajados, pero nunca afecta a los frutos cuando están maduros, siempre en verdes (Figura 2 B).

Si logra establecerse, debido a su gran capacidad de reproducirse y elevar la densidad poblacional rápidamente, puede llegar a generar daños muy graves e irreversibles, con pérdidas en el rendimiento comercial en ocasiones del 50 hasta el 100 por ciento. Debido a la capacidad biológica de la especie y a los daños que produce, requiere numerosas aplicaciones de productos fitosanitarios para su control y aun así muchas veces sin éxito.

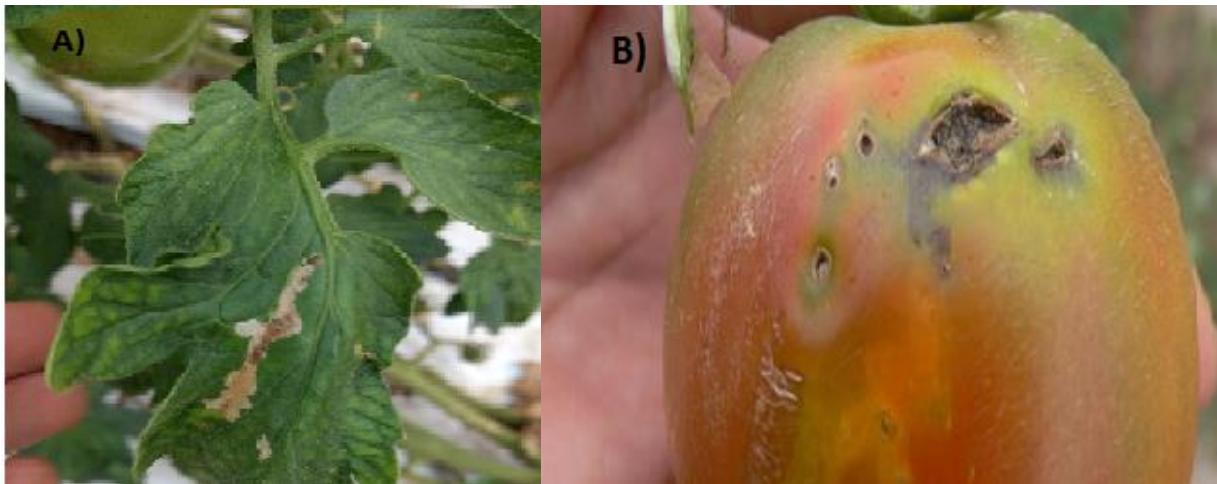


Figura 2. A) Daños producidos en hoja; B) Daño en frutos de tomate

Importancia Económica en la Región

En la provincia de Corrientes, principalmente en los Departamentos de Goya, Lavalle y Bella Vista es una plaga clave para el cultivo del tomate, registrándose importantes pérdidas de producción todos los años. El control químico, mediante la utilización de insecticidas, es la herramienta más utilizada para su control debido a la facilidad de adquisición, de aplicación y su alta eficacia (Figura 3). El uso excesivo, indiscriminado y repetitivo de insecticidas ha provocado contaminación del medio ambiente, aumento del riesgo de intoxicación de los operarios, mayores residuos de plaguicidas en las frutas, y también la falla de los controles por un aumento de las poblaciones con resistencia a los insecticidas.

En cada temporada, el cultivo requiere aplicaciones frecuentes de insecticidas para evitar una reducción drástica de la producción y calidad de los frutos por los daños ocasionados por estos insectos.

En Corrientes se realizan entre 12 a 15 aplicaciones de insecticidas en la temporada de producción de tomate para controlar a la *tuta absoluta*, muchas veces en forma repetitiva con el mismo producto y con dosis mayores a la recomendada.

El objetivo de esta práctica fue determinar la susceptibilidad de una población de polilla del tomate a la dosis recomendada de insecticida en base a Spinosad en un ambiente controlado, con una metodología simple y de bajo costo.



Figura 3. Aplicación de insecticida en cultivo de tomate

Lugar de trabajo:

La pasantía se llevó a cabo en la Cátedra de Terapéutica Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias UNNE.

Objetivo general:

Construcción de una curva en virtud a la determinación de la respuesta a la susceptibilidad de una población de *Tuta absoluta* a la dosis recomendada de insecticida en base a Spinosad.

Objetivo específicos:

- Evaluar la eficiencia de insecticida en base a Spinosad.
- Evaluar el impacto ambiental producido por la aplicación de este insecticida, cuyos datos comprobados empírica y científicamente fueron obtenidos del marbete del producto citado precedentemente.

Tareas desarrolladas:

- Captura de ejemplares de *Tuta absoluta*.
- Cría de los ejemplares capturados.
- Estudio de los efectos e inconvenientes que se presentan en la aplicación del insecticida.
- Evaluación de la respuesta de la población plaga a la aplicación del insecticida a base de Spinosad.
- Procesamiento de los datos obtenidos y determinación de la efectividad del insecticida.

Captura de insectos adultos

El primero de noviembre 2017 se inició con la captura de ejemplares de *Tuta absoluta* en Colonia Progreso, Departamento de Goya, provincia de Corrientes. La producción de tomate bajo cobertura es una de las actividades más importante en esta zona, siendo la principal fuente de empleo. La mayor parte de

la producción está destinada a los mercados de concentración de Buenos Aires, Rosario y La Plata.

Debido a que en esta región la producción de tomate bajo cobertura está muy concentrada y hay muy poca distancia entre productores, acompañado de temperaturas cálidas y alta humedad relativa registrado en la primavera del 2017 y otoño del 2018, se crearon las condiciones favorables para el desarrollo de esta plaga produciendo daños del 50 % hasta el 100 % de la producción.

El establecimiento donde se capturaron las polillas cuenta con una superficie aproximada de 2,5 hectáreas de tomate bajo cobertura, donde se produce desde el año 1991, es decir desde hace 27 años. En los últimos 6 años se adoptó las prácticas de manejo integrado de plaga para poder combatir a la polilla del tomate utilizando trámpeo masivo con feromonas como atrayentes y aplicación de insecticidas, rotando los principios activos para evitar la creación de resistencia.

El trámpeo masivo no fue suficiente para poder mantener a la población de *T. absoluta* por debajo del umbral de daño económico, por lo que su manejo se basó principalmente en la aplicación de productos químicos de variados modos de acción. Este método de control consistió básicamente en la aplicación de insecticidas al aparecer los primeros adultos de la plaga, o los primeros daños en las plantas. Las aplicaciones tuvieron como objetivo el control de huevos y larvas recién eclosionadas, al ser los estadios más vulnerables ya que una vez que la larva ingresa a la hoja se encuentra protegidas por las galerías, entre la epidermis superior e inferior (Figura 4). Las mayores partes de los huevos fueron ovipuestos en las hojas, tanto en el haz como en envés, siendo una superficie difícil de asperjar, dado que las hojas y tallos presentan tricomas que impiden un buen mojado, por lo que se agregó surfactante adherente, además de realizar una abundante aplicación del insecticida sobre la superficie para cubrir la mayor cantidad de área foliar. Debido a que la mayor parte de los ataques se produjeron durante el periodo de cosecha, los productos utilizados tienen un periodo de carencia corto.



Figura 4. Polilla entre la epidermis superior e inferior

En promedio, durante la campaña 2017-2018, se realizaron dos aplicaciones de insecticidas por semana durante las primeras horas de la mañana que es el momento en que los adultos están más activos. Los productos más utilizados fueron clorantraniliprole/ tiame toxam, spinosad, clorfenapir e Imidacloprid.

El primero de diciembre dieron por terminado con el ciclo productivo levantando la plantación de tomate. Todos los restos vegetales (plantas esteras y fruta) normalmente son enterrados para que desaparezcan un gran número de estadios inmaduros (huevos y larvas) y adultos evitando así que puedan infectar al cultivo del próximo año.

Métodos de trampeo

Se recolectó una población de adultos de *T. absoluta*, provenientes del cultivo de tomate por medio de tres métodos diferentes:

- Trampas con feromonas como atrayentes: consisten en capsulas que liberan la feromona sexual que atrae específicamente a machos de esta especie. Estas trampas se las colocaron en el interior del invernáculo al atardecer y a la mañana siguiente se capturaron 12 polillas adultas (Figura 5 A).



Figura 5 A. Trampa con feromona

- Trampa de luz: las polillas y otros insectos voladores nocturnos son atraídos por la luz hacia el interior de la trampa. La trampa fue ubicada en el interior de invernáculo a una altura de 1,20 m obteniéndose como resultado un frasco lleno de insectos de los cuales se pudo contabilizar 10 polillas adultas (Figura 5 B).



Figura 5 B. Trampa de luz

- Captura de forma manual. La captura manual se realiza durante las primeras horas de la mañana en la periferia de los invernáculos y se capturaron 15 polillas (Figura 5 C).



Figura 5 C. Captura de polilla en forma manual

Cría de insectos a partir de los huevos puestos por los insectos capturados

Las polillas capturadas por los distintos métodos fueron transportadas a la ciudad de Corrientes en frascos de vidrio con pequeños orificios en la tapa y criadas en jaulas con plantas de tomate en la Cátedra de Terapéutica Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE. Las jaulas tenían malla de tela y las mismas estaban en una sala a 25º a 28ºC (Figura 6 A).



Figura 6 A. Jaula de cría

En las jaulas de cría se fueron introduciendo plantas de tomate libres de residuos, plagas y enfermedades para ir alimentando a las poblaciones (figura 6 B). Una vez que las plantas estaban totalmente afectadas por las larvas se introducía una nueva planta y la maceta con la planta anterior no se extraía de la jaula hasta que pasara un tiempo prudencial puesto que se observaron crisálidas en la parte aérea seca de la planta, en el sustrato, y en los bordes de la maceta. Pasado un tiempo, se sacaban las macetas de la jaula y se desecharan manteniendo las poblaciones continuamente añadiendo tantas plantas como se requería y con la frecuencia que cada población lo demando.

Al cabo de unos 7 días de que las polillas estuvieran en las cámaras de cría se pudo observar la aparición de las primeras larvas que comenzaron a alimentarse de las hojas más tiernas de las plantas de tomate y cuando se obtuvo un número considerable de larvas se dio inicio al ensayo.

Las polillas alcanzaron a completar tres generaciones al momento de efectuar el ensayo.



Figura 6 B. Planta de tomate para alimentar a los ejemplares

Diseño experimental

El ensayo para evaluar la susceptibilidad de la población estudiada al insecticida a base de Spinosad se inició en el 1 de marzo de 2018. Se realizaron 5 tratamientos con tres larvas cada una y se efectuaron tres repeticiones.

En primer lugar se preparó la solución madre de una concentración de 0,075% del producto comercial a base de Spinosad, y de la cual por dilución se prepararon las siguientes concentraciones: 0,050%; 0,025%; 0,012% y 0,008% (Figura 7 A). Para que la mezcla fuera la más homogénea posible se agito por 5 minutos la solución.



Figura 7 A. Preparación de las 5 soluciones de diferentes concentraciones

La aplicación del insecticida en las hojas se realizó mediante una pulverización en el haz y otra en el envés y en las cuales se inocularon con las larvas en estado L3.

Por cada dosis se utilizaron un total de 9 larvas (tres repeticiones de tres larvas cada concentración ensayada).

Los tratamientos consistieron en pulverizar a una hoja de tomate tanto en el envés como en el haz como fue explicado anteriormente, con diferentes dosis de insecticida a base de Spinosad, luego se colocó a las hojas en envases transparentes de plástico desechable (Figura 7 B).



Figura 7 B. Pulverización de la hoja de tomate

Finalmente, se introdujeron las larvas, las que se extrajeron de los foliolos de tomate de las plantas que estaban en las jaulas de cría. Luego se cerraron los envases con sus correspondientes tapas agujereadas a fin de permitir su aireación y evitar la condensación de humedad en el interior de la misma (Figura 7 C).

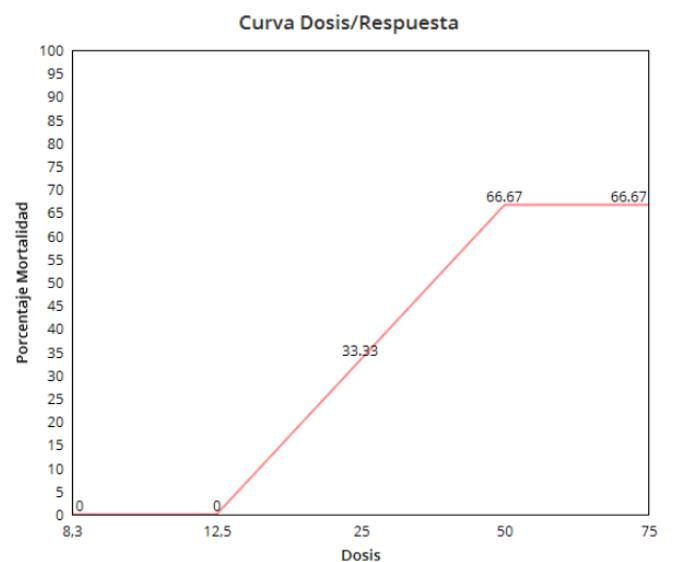
Transcurridos 24, 48, y 72 horas se contabilizo el número de larvas vivas y por diferencias se estimó las larvas muertas.



Figura 7 C. Disposición de los envases de cierre hermético

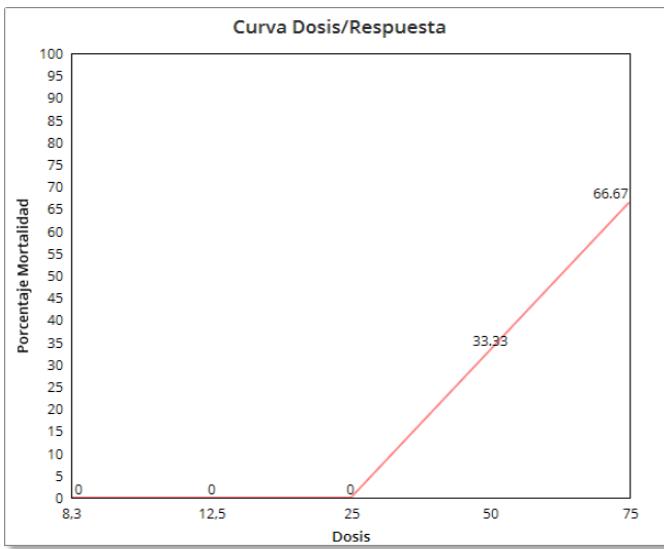
Resultados de la primera repetición:

Tratamiento N°	Dosis en cm ³ /100 l	24 horas	48 horas	72 horas
1	8,3	3 vivas	3 vivas	3 vivas
2	12,5	3 vivas	3 vivas	3 vivas
3	25	3 vivas	3 vivas	2 vivas
4	50	3 vivas	2 vivas	1 viva
5	75	3 vivas	2 vivas	1 viva



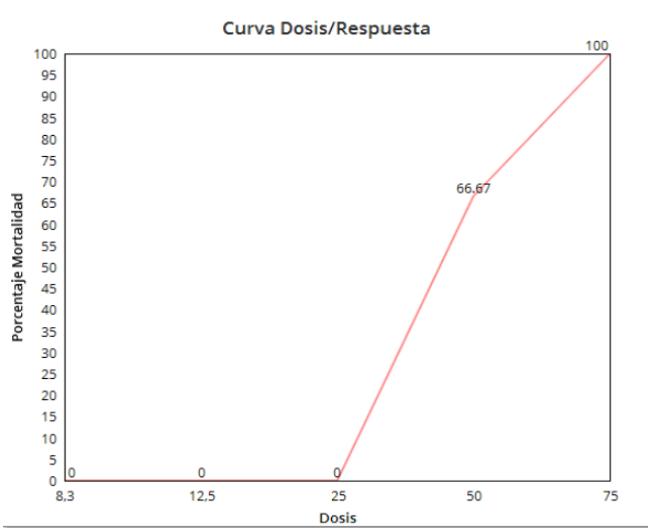
Resultados de la segunda repetición:

Tratamiento N°	Dosis en cm ³ /100 l	24 horas	48 horas	72 horas
1	8,3	3 vivas	3 vivas	3 vivas
2	12,5	3 vivas	3 vivas	3 vivas
3	25	3 vivas	3 vivas	3 vivas
4	50	3 vivas	2 vivas	2 vivas
5	75	3 vivas	2 vivas	1 viva



Resultados de la tercera repetición:

Tratamiento N°	Dosis en $\text{cm}^3 /100 \text{ l}$	24 horas	48 horas	72 horas
1	8,3	3 vivas	3 vivas	3 vivas
2	12,5	3 vivas	3 vivas	3 vivas
3	25	3 vivas	3 vivas	3 vivas
4	50	3 vivas	2 vivas	1 viva
5	75	3 vivas	2 vivas	0 vivas



El porcentaje de mortalidad fue aumentando junto al incremento en la dosis, hecho que se evidencio en las tres repeticiones. En la repetición 1 los mayores porcentajes de mortalidad fueron de 66,6 % y se obtuvieron con dosis de 50 y 75 cm³/hl. En la repetición 2 se llegó al valor máximo de mortalidad (66,6 %), únicamente en la dosis mayor (75 cm³/hl). La repetición 3 mostró valores de 100 % de mortalidad en la dosis de 75 cm³/hl y de 66,6 % con la dosis de 50 cm³/hl. Los valores conjuntos de las tres repeticiones nos permiten inferir que se alcanzaría el 100 de mortalidad con dosis que estarían alrededor de los 75 cm³/hl. Cabe considerar que la dosis de marbete del Spinosad (24%) para el control de *Tuta absoluta* es de 30 cm³/hl dosis que está muy lejos de la encontrada con efectiva en los ensayos realizados, lo que nos estaría indicando una pérdida de control, probablemente como consecuencia de la adquisición de mecanismos de resistencia por parte de esta plaga.

Conclusión

La metodología utilizada, posibilitó una técnica para la determinación de la efectividad de este insecticida contra la polilla del tomate, e inferir una posible perdida en su efectividad como consecuencia, probablemente debido al uso repetitivo e incremento de la dosis aumentando la presión de selección sobre los individuos con algún rasgo de resistencia.

La población estudiada presentó nula susceptibilidad a las dosis recomendadas de insecticida a base de Spinosad lo que estaría explicando las fallas de control.

La pérdida de efectividad del Spinosad limita el uso de este producto que es de origen natural, y se degrada rápidamente en el suelo y el agua. El reemplazo de este producto por otros de mayor toxicidad y persistencia genera mayor contaminación y mortandad en la fauna benéfica imposibilitando el manejo integrado de plaga.

Recomendaciones para el retraso en la generación de la resistencia

1. Realizar control químico con insecticida a base de Spinosad de esta plaga combinando y rotando con Abamectina, Imidacloprid, Cartap, *Bacillus thuringiensis*.
2. Acción conjunta de trampeo masivo y control químico para mantener a la población de *Tuta absoluta* por debajo del umbral de daño económico.
3. Utilización de surfactantes adherente y abundante volumen de agua en las pulverizaciones para poder mojar toda la superficie foliar de la planta.

Bibliografía

- Cáceres, s.1992. "la polilla del tomate en Corrientes. Biología y control". Estación Experimental Agropecuaria Bella Vista, INTA.
- Cáceres, s. 2007. "manejo de la polilla de tomate en Corrientes". Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.
- Casafe, 2011. Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina.
- Cobbe, R. V. 1998. Capacitación participativa en el manejo integrado de plaga-MIP. Una propuesta para américa latina. FAO. 46pp.
- Corvo Dolcet, S. 2005. Zonas de producción del cultivo de tomate en la Argentina. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Forestación. Dirección de agricultura. 16pp.
- INTA, EEA Bella Vista. Serie Técnica N° 9.70pp.
- INTA, Concordia. Manejo integrado de plagas en invernadero de productor de tomate en concordia. Pdf.
- Molina, N. 2002. Elementos de economía hortícola en la provincia de Corrientes.

Sitios webs:

- http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2017/06/INIA-Polilla-del-tomate-88-MundoAgro_Mar2017.pdf
- <https://inta.gob.ar/documentos/polilla-del-tomate-tuta-absoluta>
- http://www.infoagro.com/hortalizas/polilla_tomate_tuta_absoluta.htm
- <http://interoc-custer.com/wp-content/uploads/2015/09/TRACER-Ficha-EC.pdf>
- http://www.trevorwilliams.info/Spinosad_es.htm
- [https://www.agrofy.com.ar/insecticida-tracerr.html.](https://www.agrofy.com.ar/insecticida-tracerr.html)

Anexo 1: Características del insecticida a base de Spinosad

El Spinosad es uno de los insecticidas que más se utilizan para el control de la polilla del tomate, es el primer ingrediente activo de la clase de insecticida de origen natural para el control de insecto. Este insecticida deriva de la fermentación bacteriana del *actinomicete*: *Saccharopoly sporaspinosa*. El Spinosad es una neurotoxina compuesta por una mezcla de las spinosinas A y D, las cuales son compuestos tetracíclico de macrólidos que actúan sobre el sistema nervioso, afectando los receptores post-sinápticos de la acetilcolina nicotínica y los receptores GABA. El Spinosad es muy activo por ingestión y algo menos por contacto. Presenta alta selectividad y tiene muy poca toxicidad para los mamíferos y es clasificado como un producto de bajo riesgo toxicológico.

Toxicología de Spinosad grado técnico al medio ambiente

Spinosad tiene bajo impacto sobre la fauna benéfica, sin embargo, se debe evitar la aplicación directa sobre abejas y abejorros. No es tóxico para abejas una vez seco el producto en la lámina foliar. Se deberá evitar la contaminación de suelo, ríos, lagunas, arroyos o depósitos de agua, lavando o vertiendo en ellos residuos de plaguicidas o envases vacíos. Spinosad es rápidamente degradado en el suelo y en el agua.

Hasta el momento no se ha registrado ningún caso de intoxicación en la zona por este insecticida, ni tampoco se ha encontrado residuos en el medio ambiente.

Toxicología a los animales y humanos (DL50, CL50)

La toxicología de Spinosad grado técnico en mamífero se ilustra en la tabla siguiente:

Estudio	Spinosad técnico
Oral agudo	DL50 > 3738 mg/kg
Dermal agudo	DL50>5000mg/kg
Inhalatoria aguda	CL50>5.8 mg/kg
Irritación en los ojos	MUY BAJA
Irritación dérmica	MUY BAJA
Sensibilidad dérmica	MUY BAJA