

EVALUACIÓN DE CEPAS DE *BACILLUS THURINGIENSIS* EN EL CONTROL DEL ÁCARO DEL VANEADO DEL BULBO *ERIOPHYTES TULIPAE* KEIFER EN EL CULTIVO DEL AJO (*ALLIUM SATIVUM* L.)

Marlene M. Veitía Rubio, Ermita Feitó, María Benítez, Víctor García y Deysi Izquierdo

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Calle 110 no. 514 e/ 5a. B y 5a. F, Playa, Ciudad de La Habana, CP 11600.

RESUMEN

El cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) es de importancia como medicamento natural y condimento; sin embargo, su rendimiento se ve afectado por plagas entre las que se encuentra el ácaro *Eriophyes tulipae*, por lo que se hace necesario su control biológico. Se realizaron ensayos de laboratorio donde se utilizaron cinco variantes y cinco réplicas. Se depositaron 10 individuos en fragmentos de hojas previamente introducidas en soluciones de los diferentes tratamientos (Bt-13, Bt-21, Bt-24). Estos fueron comparados con un estándar químico (dicofol) y un testigo sin tratar (agua destilada estéril). Los conteos se realizaron al microscopio estereoscópico a los tres y cinco días posteriores a este, en los individuos vivos de cada hoja. Se calculó la efectividad técnica de los diferentes tratamientos mediante la fórmula de Abbott. Los ensayos de campo se realizaron en el Área Experimental del INISAV. Se utilizó un diseño de bloque al azar de cuatro variantes y cuatro réplicas. Se contó el número de ácaros vivos previo al tratamiento, y a los tres, cinco y siete días posteriores a este, en 40 plantas/variante. Se calculó la efectividad técnica de los tratamientos mediante la fórmula de Henderson-Tilton. Se evaluó el rendimiento y los resultados expresados en t/ha. El mejor tratamiento fue *B. thuringiensis* cepa 13 con concentración de $2,3 \times 10^8$ esp/mmL a la dosis de 7 L de PC/ha, que no presentó diferencia con respecto al estándar dicofol (con 74,22 y 88,87% de eficacia respectivamente). Los mayores rendimientos coincidieron con esos tratamientos.

Palabras clave: *Eriophyes tulipae*, ajo, *Allium sativum* L., planta condimenticia, planta medicinal, *Bacillus thuringiensis*, control biológico

ABSTRACT

Garlic (*Allium sativum* L.) is important as natural medicine and condiment. Its yield is affected by pests as *Eriophyes tulipae* mite; that's why is necessary its biological control. Laboratory assays were made using five variants and five replica. 10 individuals were deposit in leave fragments previously introduced in solutions of different treatments (Bt-13, Bt-21, Bt-24). These were compared with an chemical standard (dicofol) and witness without treatment (sterile distilled water). Counts were made by stereoscopic microscope at 3 and 5 days after this, in live individuals in each leave. Technical effectivity of different treatments was calculated by Abbott formula. Field assays were made in Experimental Area of INISAV using four variants and four replica. Number of mites live was count previously to treatment, and at 3, 5 and 7 days after this, in 40 plants/variant. Technical effectivity of treatments was calculated by Henderson-Tilton formula. Yield and results expressed in t/ha were evaluated. Best treatment was *B. thuringiensis* strain 13 with concentration of 2.3×10^8 spo/mmL at doses of 7 L of PC/ha, which doesn't showed difference respect to standard dicofol (with 74.22 and 88.87% of efficacy respectively). Highest yields coincided with those treatments.

Key words: *Eriophyes tulipae*, garlic, *Allium sativum* L., condiment plant, medicinal plant, *Bacillus thuringiensis*, biological control

INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.) es originario de Asia central. La región mediterránea es considerada como el segundo lugar de origen de esta planta. Es una de las más antiguas plantas hortícolas. Se conoció y usó ampliamente por pueblos antiguos como condimento y además como planta medicinal. Entre las plagas que afectan el cultivo se encuentran *Thrips tabaci*, *Aceria tulipae*, *Rhizoglyphus setosus*, *Rhizoglyphus robini* y *Alternaria porri*, entre otros [MINAGRI, 1983].

En este cultivo una de las principales causas de disminución de los rendimientos en campo y almacén se debe al ácaro *Eriophyes tulipae* Keifer, conocido como ácaro del

vaneado del bulbo [Almaguel, 1996]. Este ácaro fue detectado por primera vez en Cuba en 1979, en plantas aisladas de ajo (*Allium sativum* L.) en Ciudad de La Habana y, posteriormente, provocó daños severos en plantas de este cultivo en Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Sancti Spiritus y Guantánamo [Almaguel *et al.*, 1986].

El máximo de población se presenta de los 35 a 40 días en plantaciones de noviembre a diciembre. Los momentos máximos de población de *E. tulipae* han coincidido con la fase de crecimiento rápido del cultivo [Almaguel, 1996]. Se determinaron como umbrales (señal) cuando existan de 3-4 ácaros/hoja, desde la brotación de la tercera hoja hasta los 60 días del cultivo [INISAV, 1998].

La importancia de este ácaro está dada por su capacidad como plaga de campo y almacén, transmisor de enfermedades virósicas y su difícil combate (dado por su hábito de vida). Las plantas dañadas muestran raquitismo, torceduras, enrollamiento y clorosis en bandas, y aisladas, especialmente, en las márgenes del limbo foliar. Las poblaciones del ácaro (todos sus estadios de desarrollo), se encuentran a lo largo del nervio central y hacia los pliegues protegidos por las hojas y en el interior del bulbo, cuando este se seca o finaliza el ciclo vegetativo de la planta. *E. tulipae* se desarrolla en el interior de las túnicas del diente que se torna amarilla y llega a secarse totalmente lo que provoca que se vuelva vano e inservible, tanto para el consumo como para la reproducción [Almaguel *et al.*, 1986, e INISAV, 1998]. Según referencias de Plant Virus Online (1999), este ácaro es un vector del virus *Onion mite-borne latent* (considerado como un potexvirus). El virus se transmite por inoculación mecánica y no presenta transmisión a través de la semilla.

El control de los ácaros se ha realizado tradicionalmente utilizando productos químicos que resultan costosos y dañinos para el hombre. Esto ha ocasionado que desde hace algunos años se ensaye su control mediante agentes biológicos, de los cuales el más conocido hasta el momento es el hongo *Hirsutella thompsonii* [Márquez *et al.*, 1997].

Rosas y Sampedro (2000) refieren el control del ácaro *Brevipalpus* spp. (*B. phoenicis* y *B. obovatus*) en árboles de limón ácido (*Citrus aurantifolia*) mediante suspensiones de micelio (50 g/L) y conidios (1×10^6 cm/L) de *Hirsutella thompsonii*. Plantean también que luego de tres aplicaciones foliares el hongo persistió hasta siete meses en las plantas tratadas.

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar la eficacia de diferentes cepas de *B. thuringiensis* para el control del ácaro *Aceria (Eriophyes) tulipae* en condiciones de laboratorio y de campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron ensayos de laboratorio y de campo para evaluar la eficacia de las cepas de *Bacillus thuringiensis*

Ensayos de laboratorio para determinar la eficacia de las cepas sobre adultos de A. tulipae

Los ensayos se realizaron en condiciones controladas (laboratorio), en el Área Experimental del INISAV, ubicada en el municipio de Alquizar, provincia de La Habana. Se utilizaron cinco variantes y cinco réplicas. Se probaron diferentes cepas de *B. thuringiensis* (13, 21 y 24) que fueron comparadas con un estándar (dicofol) y un testigo sin tratar.

Para realizar el trabajo se tomaron fragmentos de hojas, las cuales fueron lavadas con agua destilada estéril y posteriormente puestas a secar. Luego se introdujeron en diluciones de los biopreparados o el dicofol según fuera el caso. Los biopreparados utilizados procedían del Centro

de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos de Güira de Melena (LBT-24 y LBT-13) y de la Planta Pílo del INISAV (LBT-21).

Para realizar las diluciones se tomó 1 mL de cada cepa de biopreparado y se diluyó en 10 mL de agua destilada estéril. En el caso del dicofol se tomó 1 mL y se diluyó en 100 mL, lo que equivale a una dosis de 4 L/ha.

Se depositaron 10 ácaros en fragmentos de hojas previamente introducidas en soluciones de los diferentes tratamientos, los cuales se compararon con un testigo sin tratar (los fragmentos de hojas se sumergieron en agua destilada estéril). Cada tratamiento se replicó cinco veces. Los muestreos se realizaron a los tres y cinco días posteriores a este, donde se contabilizó el número de individuos vivos en cada hoja. Las observaciones se realizaron al microscopio estereoscópico.

Se calculó la efectividad técnica de los diferentes tratamientos mediante la fórmula de Abbot [CIBA-GEIGY, 1981]. El material biológico utilizado para los ensayos se tomó de crías realizadas en pequeñas parcelas.

Se realizó un análisis de varianza completamente aleatorizado y balanceado para un 0,001% de significación. En los casos donde existió diferencia significativa entre los tratamientos se aplicó la prueba de Duncan al 5%.

Comprobación de la eficacia de las cepas de Bacillus thuringiensis Berliner en condiciones de campo en la lucha contra A. tulipae

El trabajo se realizó en el área experimental del INISAV, ubicada en el municipio de Alquizar, provincia de La Habana, sobre un suelo ferralítico rojo típico. Se utilizó un diseño de bloque al azar de cuatro variantes y cuatro réplicas. La siembra se realizó en octubre de 1998. La variedad utilizada fue Criollo. El cultivo se plantó a una distancia de 0,90 por 0,10 más 0,20 m (doble hilera). Las parcelas tuvieron 2,7 m de ancho por 3 m de largo, lo cual equivale a un área de 8,10 m²/parcela. El área total del experimento fue de 188,10 m². Las variantes utilizadas fueron LBT-13, LBT-24, que se compararon con un estándar (dicofol) y un testigo sin tratar.

Se realizaron tratamientos de tebuconazole 25% E.W. a la dosis de 250 g de i.a./ha para el control de la mancha púrpura (*Alternaria porri*), cuando comenzaron los primeros síntomas. También se realizaron aplicaciones de cal (CaOH) a la dosis de 2 kg/ha para la prevención de la mancha blanca cuando existieron condiciones favorables a su aparición. Las aspersiones se realizaron con mochila manual Guarany, con una solución final de 200 L/ha.

Para evaluar los rendimientos se cosechó la doble hilera del centro de cada parcela. La cosecha fue pesada en balanza técnica y los datos expresados en toneladas por hectárea.

Los datos fueron procesados estadísticamente mediante un análisis de varianza completamente aleatorizado y balanceado para un 0,001% de significación. En los ca-

Los resultados muestran que en los tratamientos donde existió diferencia significativa entre los tratamientos se aplicó la prueba de Duncan al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pruebas de laboratorio para el control de *Eriophyes tulipae* en el cultivo del ajo

Al analizar la población de ácaros en los diferentes tratamientos (Tabla 1) se observa que para el caso de *B. thuringiensis* cepa 13 y dicofol, la población de ácaros vivos/

hoja disminuye hasta 2,4 en el primer caso y 1,2 en el segundo a los cinco días. Estos dos tratamientos difieren del resto y no presentan diferencia significativa entre ellos.

En los tratamientos con *B. thuringiensis* cepas 21 y 24 las poblaciones presentan una ligera disminución similar a la ocurrida en el testigo sin tratamiento, y no tienen diferencia significativa entre ellos, así como tampoco con respecto al testigo sin tratar.

Tabla 1. Evaluación de adultos de *E. tulipae* en pruebas de laboratorio.

No.	Tratamiento	Ácaros vivos/fragmento de hoja			Por ciento de eficacia	
		Previo	3 d	5 d	3 d	5 d
1	<i>B. thuringiensis</i> cepa 13	10	3,8 b	2,4 b	59,61 a	73,61 a
2	<i>B. thuringiensis</i> cepa 21	10	8,6 a	8,0 a	8,72 b	13,17 b
3	<i>B. thuringiensis</i> cepa 24	10	7,8 a	7,6 a	16,50 b	16,72 b
4	Dicofol	10	2,2 b	1,2 b	75,33 a	86,21 a
5	Testigo sin tratamiento	10	9,4 a	9,2 a	–	–
DE			6,36	5,68	6,51	5,52
CV			3,13	3,45	16,34	15,54

Al analizar la eficacia de los tratamientos (Tabla 1) se observa que la variante 1 (*B. thuringiensis* cepa 13) presenta buena eficacia a partir de los cinco días hasta alcanzar un máximo de 73,91% de eficacia a los siete días, y difiere del resto de los tratamientos y del testigo sin tratar, pero no así del tratamiento con dicofol. Esto ocurre en los dos intervalos analizados (cinco y siete días).

En el caso de las variantes 2 y 3 (*B. thuringiensis* cepas 21 y 24 respectivamente) se observa muy baja eficacia, por lo que difieren estos de los tratamientos con dicofol y *B. thuringiensis* cepa 13, así como del testigo sin tratar.

Esto coincide con lo obtenido por Almaguel y col. (2000) en ensayos de laboratorio. Estos autores plantean que la cepa 13 presenta acción directa de mortalidad sobre adultos y estadios inmaduros de *P. latus*.

La utilización de productos a partir de *B. thuringiensis* con efecto acaricida se ha informado por diferentes autores. Existen además patentes que describen la obtención de diferentes bioacaricidas, que contienen entre sus principales componentes exotoxinas, endotoxinas y esporas de *B. thuringiensis*. De las toxinas producidas por cepas de esta especie bacteriana durante su cultivo, solamente tres de ellas tienen acción patógena sobre diferentes especies de insectos. De estos, dos son termoestables excretadas al medio, y se denominan *alfa* y *beta*- exotoxinas. Se ha determinado que solamente esta última tiene efecto sobre los ácaros [Márquez y col., 1997]. Almaguel y col. (2000), en ensayos de laboratorio, obtuvieron que la cepa 13 presenta acción directa de mortalidad sobre adultos y estadios inmaduros de *P. latus*.

Ensayo de campo para el control de *Eriophyes tulipae* en el cultivo de ajo

En los resultados en los ensayos de campo (Tabla 2) se observa una disminución de la población de *E. tulipae* posterior a la aplicación de *B. thuringiensis* cepa 13 y dicofol. A los cinco días disminuye a 1,33 y 0,85 ácaros/hoja respectivamente para cada tratamiento. Estos dos tratamientos no presentan diferencia significativa entre sí a los cinco días.

A los siete días para el primer caso disminuye a 1,43, y en el segundo caso a 0,55 ácaros/hoja. No ocurre así con el tratamiento con *B. thuringiensis* cepa 24 y el testigo. En este último la población presenta un mayor aumento que en el tratamiento con *B. thuringiensis* cepa 24.

Al analizar la eficacia se observa que los mejores tratamientos son con *B. thuringiensis* cepa 13 y dicofol, y llegan al máximo de eficacia a los siete días con 74,22 y 88,87% respectivamente. El tratamiento con *B. thuringiensis* cepa 24 presenta muy baja eficacia en todo momento.

Esto coincide con lo planteado por Almaguel (1996), la cual obtuvo eficacias de 70 a 90 % con la cepa 13 de *B. thuringiensis* en el control de *P. latus* en papa. Los mayores rendimientos (Fig. 1) se obtienen con el dicofol y con *B. thuringiensis* cepa 13, coincidente con los tratamientos donde se obtuvo un mayor descenso del número de ácaros/hoja y también donde se obtuvo una mayor eficacia. El tratamiento que menor rendimiento tuvo fue el testigo sin tratar. También se observan bajos rendimientos en la variante con *B. thuringiensis* cepa 24. Esto coincide con el resultado en el comportamiento de la población de ácaros en esos tratamientos, donde hubo mayores índices y la eficacia fue baja.

Lo anterior demuestra la posibilidad del control de diversas plagas en los cultivos mediante la utilización de biopreparados. De hecho existen numerosas referencias de esto en el control de ácaros fitófagos. Rosas y Sampedro (2000) refieren el control del ácaro *Brevipalpus* spp. (*B. phoenecis* y *B. abovatus*) mediante suspensiones de micelio y conidios de *Hirsutella thompsonii*. También la propia Almaguel y col. (1999) refieren la utilización de *B. thuringiensis* para el control de *Tetranychus tumidus* en el plátano.

Tamai y col. (1999) mencionan la utilización de *V. lecanii* para suprimir poblaciones de *T. urticae* en condiciones de casa de cultivo.

También Fernández-Larrea *et al.* (1997) mencionan la cepa 13 de *B. thuringiensis* con perspectivas para el control de *Polyphagotarsonemus latus* por su virulencia y efecto depresivo en la tasa de reproducción de esta plaga, y sólo con concentraciones superiores a 10^7 esporas/mL se alcanza una mortalidad satisfactoria.

Tabla 2. Comportamiento de la población de adultos de *E. Tulipae* en los tratamientos.

No.	Tratamiento	Dosis (L/ha)	Ácaros/hoja			Por ciento de eficacia	
			Previo	5 d	7 d	5 d	7 d
1	<i>B. thuringiensis</i> cepa 13	7	3,9 a	1,33 b	1,43 c	71,56 a	70,65 b
3	<i>B. thuringiensis</i> cepa 24	5	3,1 a	4,15 a	3,63 b	2,79 b	14,14 c
4	Dicofol	3	3,5 a	0,85 b	0,55 d	78,27 a	87,25 a
5	Testigo sin tratamiento	–	3,8 a	4,88 a	5,38 a	–	–
DE			8,16	28	27,37	3,05	1,60
CV			11,32	19,85	19,78	16,00	5,59

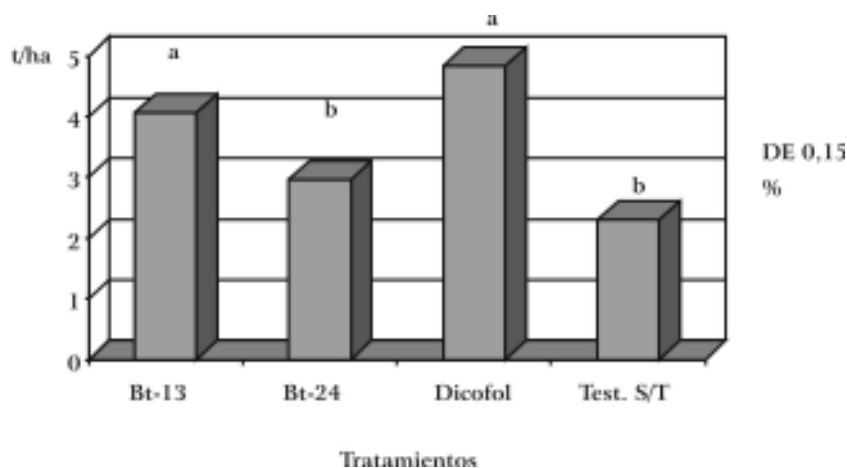


Figura 1. Rendimiento obtenido en los tratamientos en el control de *E. tulipae* en ajo.

CONCLUSIONES

- El *B. thuringiensis* cepa 13 presentó buena eficacia como acaricida para el control de *E. tulipae* similar a la presentada por el dicofol.
- La eficacia de los tratamientos con LBT-13 y dicofol se revirtió en un aumento de la cosecha.

REFERENCIAS

- Almaguel, L.: «Ácaros de importancia económica en Cuba», *Boletín Técnico* no. 2, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, mayo, 1996.
- Almaguel, L.; María Elena Márquez; L. Licor; E. Massó; J. Cortiñas; A. Pérez; E. Feito; Inés Cause; J. Pérez: «*Bacillus thuringiensis* Berliner para el combate del ácaro blanco en papa». XIX Congreso de la

Asociación Latinoamericana de la Papa. Memorias, La Habana, del 28 de febrero al 3 de marzo de 2000.

Almaguel, L.; M. Ramos; R. Pérez A.; R. Pérez S.; J. Ovies; C. Murguido; Z. Martínez; M. Márquez; J. Cortiñas; María Elena Márquez: «Integrated Red Mite Management (*Tetranychus tumidus*, Banks) in Banana and Plantain in Cuba», 1999.

Almaguel, L.; R. Pérez; I. Cáceres; E. Feito; G. Sánchez: «Desinfección de semillas agámicas de ajo con remojo previo al tratamiento químico contra *Eriophyes (Aceria) tulipae*», *Cienc. Téc. Agric. Protección de Plantas*, V. 9 (3), 1986.

Almaguel, L.: «Combate integral contra ácaros fitófagos», selección de conferencias de manejo integrado de plagas, *Boletín Fitosanitario* 6 (2): 89-114, INISAV, diciembre 2000.

Evaluación de cepas de Bacillus...

CIBA-GEIGY: «Manual de ensayos de campo», 1981.

Fernández-Larrea, O.; L. Almaguel; E. Feito: «Efecto del *Bacillus thuringiensis* sobre *Polyphagotarsonemus latus* (Acarina:Tarsonemidae)», *Agrotecnia de Cuba* 27 (2-3) 222-224, mayo-diciembre 1997.

Márquez, M. E.; O. Fernández-Larrea; I. Hernández: «Determinación del efecto acaricida de tres fracciones de cepas de *Bacillus thuringiensis*», Tercer Seminario Científico Internacional. 23-27 de junio 1997, Palacio de las Convenciones, La Habana, pp. 160-161.

MINAGRI: «Instructivo técnico del cultivo del ajo», La Habana, 1983.

Plant Virus Online: «Onion Mite-Borne Latent (?) *potexvirus*. Descriptions and Lists from the VIDE Database», <http://www.im.ac.cn/videl/descr537.htm>, 1999 (consulta: enero 2000).

Rosas J. L.; L. Sampedro: «Control biológico de *Brevipalpus* spp. en *Citrus aurantifolia* en Guerrero, México», *Manejo Integrado de Plagas* no. 55, Costa Rica, pp. 56-59, 2000.

Tamai, M. A.; S. Batista; R. Biaggioni; E. Quisberth: «Control microbiano de plagas em cultivos protegidos», IV Ciclo sobre Controle Biológico de Pragas, Centro Experimental do Instituto Biológico, Anais, Campinas, 06-07 de julho de 1999, pp. 28-34.