



# Efecto acaricida del bifenazate sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en el cultivo de fresa

## *Acaricidal effect of bifenazate on Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) in strawberry crop*

Paul Rildo Zevallos-Huerta<sup>1</sup> ; Nina Casana-Amoretti<sup>1</sup> ; Víctor Manuel Arévalo-Rojas<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Barranca, Lima, Perú

### RESUMEN

La "arañita roja" *Tetranychus urticae*, es la principal plaga en el cultivo de fresa, que ocasiona grandes pérdidas a los productores. El objetivo fue evaluar el efecto acaricida del Bifenazate sobre la población de este ácaro, en el cultivo de fresa. Se utilizaron cuatro dosis del ingrediente activo Bifenazate: (0,05); (0,100); (0,150); 0,200 L/200 L de agua y un testigo sin aplicación. Las variables evaluadas fueron: grado de infestación inicial, grado de infestación a los tres, cinco, siete y diez días después de la aplicación sobre la población de ácaros huevos e individuos móviles (ninfas y adultos), tomando tres hojas maduras de manera aleatoria de los cuatro puntos cardinales en la parte media y baja de cada planta. El diseño estadístico empleado fue el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, para los casos en los que se presentó diferencias estadísticas significativas en el análisis de varianza, se realizó la prueba de Tukey al 5%. Los resultados demostraron una alta efectividad de los tratamientos, ya que todos lograron disminuir las poblaciones con respecto al control, destacando la dosis de 0,200 L/200 L de Bifenazate, reduciendo las poblaciones > 88% a 99% de huevos e individuos móviles de ácaros/hoja respectivamente, a los 10 días de la aplicación.

**Palabras clave:** ácaros; agroquímicos; cultivo; frutos; infestación

### ABSTRACT

The "red spider mite" *Tetranychus urticae*, is the main pest in strawberry cultivation, which causes great losses to producers. The objective was to evaluate the acaricidal effect of Bifenazate on the population of this mite, in the strawberry crop. Four doses of the active ingredient Bifenazate were used: (0.05); (0.100); (0.150); 0.200 L/200 L of water and a control without application. The following variables were evaluated: degree of initial infestation, degree of infestation at three, five, seven and ten days after the application on the population of egg mites and mobile individuals (nymphs + adults), taking three mature leaves randomly from the four cardinal points in the middle and lower part of each plant. The statistical design that was used was the completely randomized block design (DBCA) with five treatments and four repetitions, for the cases in which significant statistical differences were presented in the analysis of variance, the Tukey test was performed at 5%. The results show a high effectiveness of the treatments since all managed to reduce the populations with respect to the control, highlighting the dose of 0.200 L/200 L of Bifenazate, reducing the populations > 88% to 99% of eggs and mobile individuals of mites/leaf respectively, 10 days application.

**Keywords:** mites; agrochemicals; crop; fruits; infestation

**Cómo citar / Citation:** Zevallos-Huerta, P. R., Casana-Amoretti, N. & Arévalo-Rojas, V. M. (2022). Efecto acaricida del bifenazate sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en el cultivo de fresa. *QuantUNAB*, 1(1), e13. <https://doi.org/10.52807/qunab.v1i1.13>

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de fresa (*Fragaria* spp.), se originó hace aproximadamente 300 años y es una de las especies de cultivos más importantes y más jóvenes en todo el mundo (Edger et al., 2019). La baya es valorada por sus beneficios culinarios y para la salud humana, consumida debido a su prevención de enfermedades y beneficios medicinales, así como su amplia gama de aromas y sabores (Davik et al., 2020; Yan et al., 2018; Hannum, 2004).

En el Perú, el cultivo de fresa tiene una gran importancia como actividad económica y social, donde en los últimos años ha tenido un incremento en la producción y comercialización en presentaciones para consumo en fresco, así como en productos procesados diversos (ADEX & CAF, 2020; MINAGRI, 2008). La región Lima concentra el 96,5% de la producción nacional, en aproximadamente 1 837 hectáreas (ha) (SIEA, 2021).

El principal problema fitosanitario del cultivo es el ataque del ácaro *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) que reduce el vigor, rendimiento y calidad de los frutos (Villegas et al., 2010; Walsh et al., 2002; Krips et al., 1998; Karlec et al., 2017). Este ácaro es una plaga con distribución mundial que se asocia a aproximadamente 1100 especies de plantas hospederas (Grbić et al., 2011). Los daños se evidencian a través de punteaduras blanco-amarillentas en la hoja, pero a medida que se incrementan las poblaciones, las hojas se tornan cloróticas y bronceadas, lo que provoca reducción del crecimiento de la planta y consecuentemente de la productividad (Howell & Daugovish, 2013; Nyoike & Liburd, 2013).

El daño causado por este ácaro es producido en el sitio de alimentación al romper la superficie de las hojas y destruir células del mesófilo (Tomczyk et al., 1991), las cuales se tornan cloróticas y bronceadas a medida que aumenta el número de individuos por hoja (Howell & Daugovish, 2013; Sances et al., 1981).

Por su alto potencial reproductivo le permite incrementar su población rápidamente de tal manera, que en un corto tiempo puede rebasar el umbral económico si no se toman las medidas pertinentes para su control (Horowitz & Ishaaya, 2013). Una de las herramientas más utilizada es el control químico, sin embargo, el mal uso de los plaguicidas ha producido resistencia, brotes secundarios de plagas y efectos negativos en organismos no objetivo, como los polinizadores (Bernardi et al., 2013; Liburd et al., 2007; Georghiou, 1981).

En la actualidad los productores del cultivo de fresa realizan el control químico para *T. urticae*, aplicando los ingredientes activos: abamectina, spiromesifen, bifentrina, hexythiazox y en menor medida la utilización del bifenazate (Acramite) debido a que sólo se puede utilizar durante la temporada de crecimiento del cultivo. Sin embargo, el bifenazate es eficiente en su control y relativamente a bajo precio (Liu et al., 2016)

Bifenazate es un acaricida de bajo riesgo por toxicidad y con excelente actividad acaricida contra las etapas móviles (ninfa y adultos) de *T. urticae* (Liu et al., 2016). Está registrado para muchos cultivos frutales, incluida la fresa, manzana y otras frutas de huertas. El bifenazate es un compuesto de hydrazine de carboxylic acid esters y funciona como un sinergista de GABA (gamma-aminobutyric acid) en *T. urticae* al inducir un cambio conformacional, que modifica la magnitud del GABA respuesta (Hiragaki et al., 2012).

No es muy frecuente que los productores de fresa en la región Lima, utilicen el acaricida bifenazate (Acramite) para controlar *T. urticae*, porque desconocen su efectividad y efectos negativos en organismo benéficos en el agroecosistema del cultivo.

Por lo anterior el objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto acaricida del bifenazate sobre *T. urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en el cultivo de fresa como alternativa a las tácticas de manejo y control integrado de plagas.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Experimento de campo

Se llevó a cabo un experimento de campo en la Ciudad de Supe, Barranca, Lima provincias, localidad la línea, geolocalizado 10°47'34.0''S 77°43'31.9''W.

La variedad de Fresa fue "San Andreas", se plantó el primer día del mes de noviembre del 2018. La variedad de fresa "San Andreas" se utilizó en el campo porque esta es la variedad comercial más sembrada en la provincia de Barranca. El tamaño de la parcela fue de 40 m<sup>2</sup> y cada parcela incluía cuatro camas y se evaluó dos hileras de plantas de fresa, escogidas al azar. Antes de plantar, el campo no se trató con fertilizantes químicos, tampoco se trató con otros plaguicidas. Las camas no estaban cubiertas con mantillo de polietileno negro y las plantas se manejaron de acuerdo con las prácticas agronómicas estándar del cultivo de fresa en la provincia de Barranca y el único acaricida utilizado fue bifenazate en las diferentes dosis de los tratamientos como parte del experimento.

Las plantas de fresa fueron trasplantadas a raíz desnuda y se plantó manualmente. El riego por gravedad estaba programado para funcionar durante los primeros diez días entre las 09:00 a.m. a 12:00 p.m. y de 14:00 p.m. a 17:00 p.m. horas después del trasplante.

El diseño experimental fue diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro réplicas (totalizando 20 parcelas). Los tratamientos incluyeron dosis de aplicación de bifenazate: (T1= 0,050 L/200 L); (T2 = 0,100 L/200 L); (T3 = 0,150 L/200 L); (T4 = 0,200 L/200 L); y (T0) sin tratamiento (control). La aspersion del acaricida se realizó con un aspersor de motor marca STIHL® con boquilla de cono hueco a 300 libras de presión; además al caldo de aspersion se le adicionó 20 mL del surfactante Silwet por cada litro de agua.

### 2.2. Muestreo

En cada unidad experimental de dos surcos centrales se tomaron al azar 8 plantas para cada evaluación, dentro de cada una de ellas se tomaron 3 hojas por planta de las cuales la variable respuesta fue el número de huevos y ácaros móviles (ninfas y adultos) en el haz, para esta evaluación se utilizó una lupa entomológica manual de 40x (Sances et al., 1981). Secuencialmente se realizaron 5 evaluaciones cada 3 días. La primera evaluación fue realizada antes de la aplicación del producto químico (población inicial de ácaros). La segunda evaluación fue realizada 3 días después de la aplicación. La tercera evaluación fue realizada a los 5 días después de la aplicación, la cuarta evaluación fue a los 7 días después de la aplicación y

finalmente la quinta evaluación fue realizada a los 10 días después de la aplicación. La efectividad biológica del acaricida se calculó con la fórmula de (Henderson & Tilton, 1955).

### 2.3. Análisis estadístico

Los datos de los diferentes tratamientos se transformaron en raíz cuadrada para huevos y ácaros móviles (ninfas y adultos) y analizados utilizando el análisis de varianza (ANOVA), para observar si se encuentra desigualdad representativa entre los tratamientos evaluados. Para la comparación de medias se realizó con la prueba de significancia honesta de Tukey (HDS;  $\alpha=0,05$ ), utilizamos el software estadístico Infostat para el análisis estadístico (Balzarini et al., 2008).

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Número de huevos e individuos móviles por hojas

El control presentó diferencias estadísticas altamente significativas para la variable número de huevos por hojas de *T. urticae* ( $F_{4,16} = 25,89$ ;  $P < 0,0001$ ) y para los individuos móviles ( $F_{4,16} = 43,55$ ;  $P < 0,0001$ ) en comparación con todos los demás tratamientos, como se muestra en la Figura 1 (A y B).

En todas las semanas, el número de huevos de *T. urticae* fue significativamente mayor en el control en comparación con todos los demás tratamientos. Del mismo modo, el número de individuos móviles cada semana registró un aumento significativo en el control en comparación con todos los demás tratamientos, como se muestra en la Tabla 1.

Para las evaluaciones antes de la aplicación de los tratamientos, la variable número de huevos de *T. urticae* ( $F_{4,12} = 4,64$ ;  $P = 0,017$ ) e individuos móviles ( $F_{4,12} = 11,85$ ;  $P = 0,0004$ ), presentaron diferencias estadísticas significativas.

Antes de la aplicación se observó una infestación heterogénea y con diferencias significativas entre el control y los demás tratamientos para la variable número de huevos por hojas, en comparación con la variable número de individuos móviles por hojas, presentó una infestación homogénea entre las evaluaciones, mostradas en la Figura 2 (A y B) y en la Tabla 1.

A los 3 días de las aplicaciones, nos muestra que la variable número de huevos de *T. urticae* ( $F_{4,12} = 94,51$ ;  $P < 0,0001$ ) e individuos móviles ( $F_{4,12} = 351,78$ ;  $P < 0,0001$ ), presentaron diferencias estadísticas altamente significativas.

Asimismo, se observa que presentó una infestación homogénea entre los tratamientos, en comparación con el tratamiento control. Sin embargo, para la variable número de huevos por hojas y número de individuos móviles por hojas presentaron una infestación heterogénea, con diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos comparadas con el control, como se observa en la Figura 2 (C y D) y Tabla 1.

A los 5 días de la aplicación, nos muestra que la variable número de huevos de *T. urticae* ( $F_{4,12} = 180,76$ ;  $P < 0,0001$ ) e individuos móviles ( $F_{4,12} = 736,32$ ;  $P < 0,0001$ ), presentaron diferencias estadísticas altamente significativas. Asimismo, se observa que tiene una infestación

homogénea entre los tratamientos, comparada con el control, como se muestra en la Figura 2 (E y F) y en la Tabla 1.

A los 7 días de la aplicación, nos muestra que la variable número de huevos de *T. urticae* ( $F_{4,12}=108,35$ ;  $P<0,0001$ ) e individuos móviles ( $F_{4,12}=251,40$ ;  $P<0,0001$ ), presentaron diferencias estadísticas altamente significativas. También se observa que, tienen una infestación homogénea entre los tratamientos, en comparación con el control, de acuerdo a la Figura 2 (G y H) y Tabla 1.

A los 10 días de la aplicación, nos muestra que la variable número de huevos de *T. urticae* ( $F_{4,12}=51,46$ ;  $P<0,0001$ ) e individuos móviles ( $F_{4,12}=375,62$ ;  $P<0,0001$ ), presentaron diferencias estadísticas altamente significativas.

Por otro lado, se observa que tienen una infestación homogénea entre los tratamientos, en comparación con el control, mostradas en la Figura 2 (I y J) y Tabla 1.

**Tabla 1.**

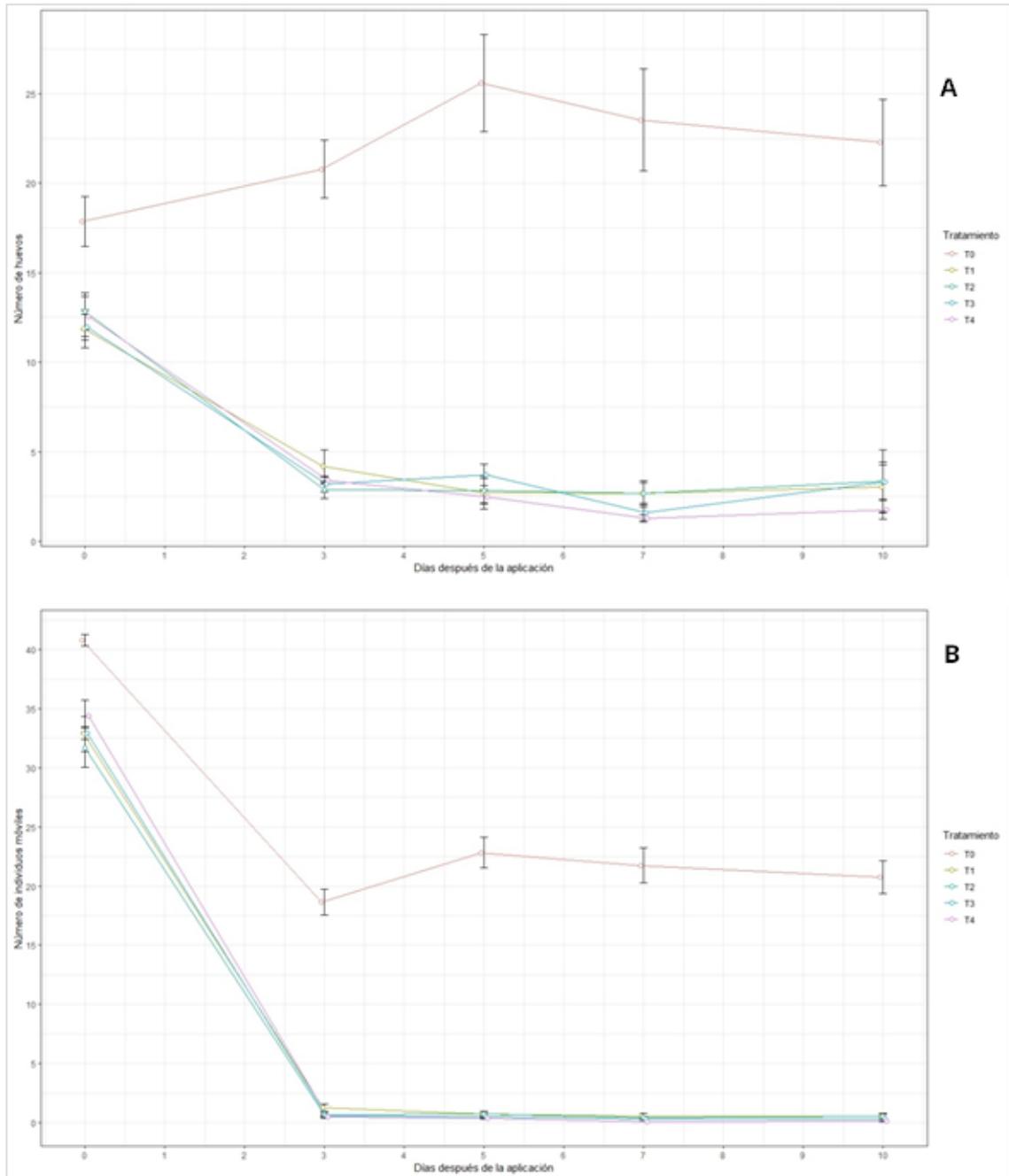
*Niveles semanales de significancia para T. urticae cuando se compararon los tratamientos con el control en campo abierto*

Semanas	gl	F	p-valor	Semanas
<b>1</b>				
Huevos	4,12	4,64	0,017	Huevos
Indiv. móviles	4,12	11,85	0,0004	Indiv. móviles
<b>2</b>				
Huevos	4,12	94,51	<0,0001	Huevos
Indiv. móviles	4,12	351,78	<0,0001	Indiv. móviles
<b>3</b>				
Huevos	4,12	180,76	<0,0001	Huevos
Indiv. móviles	4,12	736,32	<0,0001	Indiv. móviles
<b>4</b>				
Huevos	4,12	108,35	<0,0001	Huevos
Indiv. móviles	4,12	251,40	<0,0001	Indiv. móviles
<b>5</b>				
Huevos	4,12	51,46	<0,0001	Huevos
Indiv. móviles	4,12	375,62	<0,0001	Indiv. móviles

### Descripción del ensayo realizado en campo abierto

**A:** Observaciones semanales del número de huevos por hoja de *T. urticae* para cada tratamiento.

**B:** Observaciones semanales del número de individuos móviles por hoja de *T. urticae* para cada tratamiento.



**Figura 1.** Las medias ( $\pm$  EE) del número de huevos e individuos móviles de *T. urticae* en el ensayo realizado a campo abierto

### Observaciones antes de la aplicación de los tratamientos

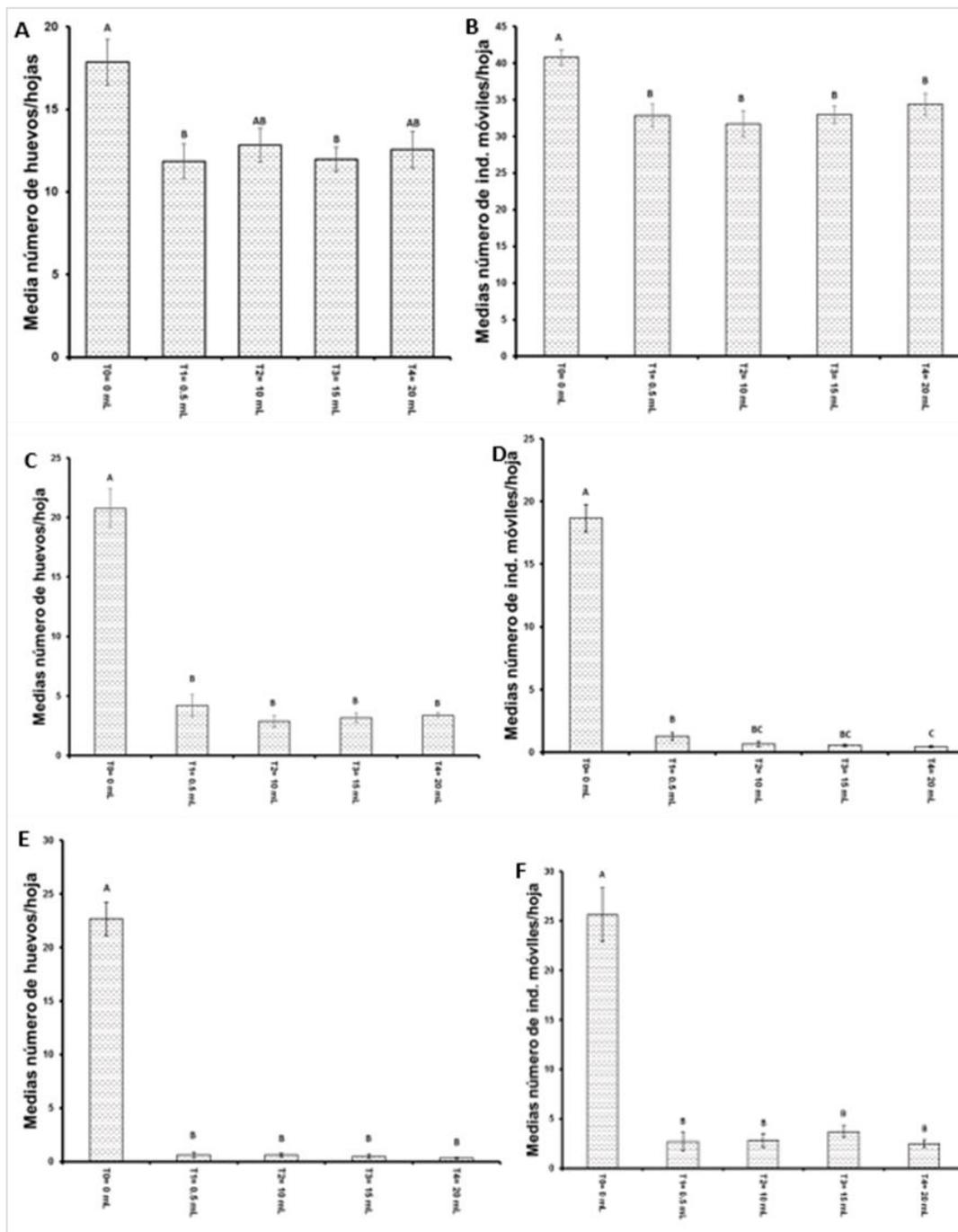
Observaciones antes de la aplicación de los tratamientos: A y B.

Observaciones tres días después de la aplicación de los tratamientos : C y D.

Observaciones cinco días después de la aplicación de los tratamientos: E y F.

Observaciones siete días después de la aplicación de los tratamientos : H y G.

Observaciones diez días después de la aplicación de los tratamientos : I y J.



**Figura 2.** Las medias ( $\pm$  EE) del número de huevos e individuos móviles de *T. urticae*

### 3.1. Efectividad biológica del Bifenazate

En la Tabla 2, se observa que si hubo diferencias visibles entre los tratamientos de las dosis de bifenazate evaluadas. La efectividad biológica del bifenazate alcanzó la mayor efectividad con el T4= 20 mL, con porcentajes entre 88,89% a 92,32%, aumentando su efectividad en el transcurso de las últimas aplicaciones. Mientras que el T2= 10 mL y T3= 15 mL, a los 7 días de la aplicación presentaron valores entre 84,18% a 88,44%, pero en el transcurso de los días fue disminuyendo su efectividad.

**Tabla 2.**

Efectividad biológica del bifenazate sobre la población de huevos de *T. urticae* utilizando la fórmula de Henderson y Tilton (1955)

Tratamientos	% mortalidad del número de huevos por hojas			
	3 DDA*	5 DDA	7 DDA	10 DDA
T0= 0 mL	0,00	0,00	0,00	0,00
T1= 0,5 mL	69,66	84,13	83,08	79,51
T2= 10 mL	80,76	84,61	84,18	79,05
T3= 15 mL	77,26	78,44	88,44	77,73
T4= 20 mL	76,83	86,29	92,32	88,89

Nota. DDA = Días después de la aplicación

En la Tabla 3, se observa que la efectividad biológica del bifenazate en las 4 dosis aplicadas a la población de individuos móviles de *T. urticae*, mantuvieron su mayor efectividad hasta alcanzar los 7 días después de la aplicación, con valores entre 83,08% a 92,32%, pero en el transcurso de los 10 días disminuyó su efectividad, con valores entre 77,73% a 88,89%.

**Tabla 3.**

Efectividad biológica del bifenazate sobre la población de individuos móviles de *T. urticae* utilizando la fórmula de Henderson y Tilton (1955)

Tratamientos	% mortalidad del número de ind. móviles por hojas			
	3 DDA*	5 DDA	7 DDA	10 DDA
T0= 0 mL	0,00	0,00	0,00	0,00
T1= 0,5 mL	96,68	98,44	98,68	98,67
T2= 10 mL	98,21	98,48	98,95	98,70
T3= 15 mL	98,57	99,00	99,28	99,26
T4= 20 mL	98,97	99,25	99,85	99,70

Nota. DDA = Días después de la aplicación

#### 4. DISCUSIÓN

El bifenazate es uno de los acaricidas más utilizados para el control de *T. urticae*, en diferentes partes del mundo, puede actuar en todas las etapas de crecimiento del ácaro, en una amplia variedad de cultivos incluyendo la fresa (Ochiai et al., 2007; Van Nieuwenhuysse et al., 2012).

Nuestros resultados de estudios de campo muestran que a excepción del control para el número de huevos por hojas antes de la aplicación de los tratamientos, presentó una infestación heterogénea en comparación con el número de individuos móviles que presentó una infestación homogénea. Sin embargo, estas variables después de las aplicaciones de las dosis del bifenazate, a excepción del control, no presentaron diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, demostrando de esta manera, el control de este ácaro que se puede lograr utilizando este acaricida durante las 4 semanas.

Los resultados semejantes fueron reportados por Rhodes et al. (2006) y Liu et al. (2016), que han demostrado la eficacia del bifenazate en huevos e individuos móviles de *T. urticae* en plantaciones de campo e invernadero en el cultivo de fresa. Por otra parte, las dosis evaluadas mostraron una reducción significativa tanto de huevo como de individuos móviles. En tanto, las

investigaciones realizadas por Van Nieuwenhuysse et al. (2012) y Ochiai et al. (2007) mencionan que este acaricida tiene efecto altamente tóxico sobre huevos y estados móviles tempranos y adultos de *T. urticae*.

Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por Vostřel, (2010) y Biradar & Nadaf (2016), quienes lograron disminuir las poblaciones de *T. urticae* casi en un 100% en lúpulo y vid respectivamente, esto podría ser debido a que este compuesto presenta una alta efectividad por contacto y vía oral; además se ha demostrado una buena efectividad en una amplia gama de cepas resistentes a muchos acaricidas utilizados (Van Leeuwen et al., 2005), por lo que su empleo en campo de fresa podría ser una alternativa viable contra *T. urticae*.

## CONCLUSIONES

Las dosis del bifenazate utilizados en este estudio mostraron una reducción considerable de la población de huevos e individuos móviles de *T. urticae* en el cultivo de fresa, proporcionando un mejor entendimiento de la efectividad biológica del acaricida, para implementar programas a fin de disminuir el daño del ácaro en condiciones de campo y promover un manejo racional en las dosis de aplicación; así como fortalecer el manejo integrado de esta plaga en la costa peruana.

## FINANCIAMIENTO

Ninguno.

## CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Zevallos-Huerta, P. R., Casana-Amoretti, N. y Arévalo-Rojas, V. M.

Curación de datos: Casana-Amoretti, N. y Arévalo-Rojas, V. M.

Análisis formal: Arévalo-Rojas, V. M. y Zevallos-Huerta, P. R.

Investigación: Arévalo-Rojas, V. M. y Casana-Amoretti, N.

Metodología: Zevallos-Huerta, P. R. y Casana-Amoretti, N.

Supervisión: Zevallos-Huerta, P. R.

Redacción-borrador original: Zevallos-Huerta, P. R., y Casana-Amoretti, N.

Redacción-revisión y edición: Zevallos-Huerta, P. R., Casana-Amoretti, N. y Arévalo-Rojas, V. M.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEX, & CAF. (2020). *Estudio de Internacionalización del sector agroindustrial Peruano*. Asociación de Exportadores. Banco de Desarrollo de América Latina.  
<https://www.cien.adexperu.org.pe/estudio-de-internacionalizacion-del-sector->

agroindustrial-en-el-marco-de-la-cooperacion-tecnica-caf-adex/

- Balzarini, M. G., Gonzalez, L. A., Tablada, E. M., Casanoves, F., Di Rienzo, J. A., & Robledo, C. W. (2008). *Manual del Usuario: Software Estadístico* (p. 334). InfoStat.  
[https://www.researchgate.net/publication/283491340\\_Infostat\\_manual\\_del\\_usuario](https://www.researchgate.net/publication/283491340_Infostat_manual_del_usuario)
- Bernardi, D., Botton, M., da Cunha, U. S., Bernardi, O., Malausa, T., Garcia, M. S., & Nava, D. E. (2013). Effects of azadirachtin on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its compatibility with predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberry. *Pest Management Science*, 69(1), 75–80. <https://doi.org/10.1002/ps.3364>
- Biradar, A. P., & Nadaf, A. M. (2016). Bio efficacy of Bifenazate 240 SC (Floramite) against mites on Grape, *Vitis vinifera* [2014]. *Annals of Plant Protection Sciences*, 22(2), 317–319.  
<https://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=IN2015000514>
- Davik, J., Aaby, K., Buti, M., Alsheikh, M., Šurbanovski, N., Martens, S., Røen, D., & Sargent, D. J. (2020). Major-effect candidate genes identified in cultivated strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) for ellagic acid deoxyhexoside and pelargonidin-3-O-malonylglucoside biosynthesis, key polyphenolic compounds. *Horticulture Research*, 7(1), 125.  
<https://doi.org/10.1038/s41438-020-00347-4>
- Edger, P. P., Poorten, T. J., VanBuren, R., Hardigan, M. A., Colle, M., McKain, M. R., Smith, R. D., Teresi, S. J., Nelson, A. D. L., Wai, C. M., Alger, E. I., Bird, K. A., Yocca, A. E., Pumplin, N., Ou, S., Ben-Zvi, G., Brodt, A., Baruch, K., Swale, T., ... Knapp, S. J. (2019). Origin and evolution of the octoploid strawberry genome. *Nature Genetics*, 51(3), 541–547.  
<https://doi.org/10.1038/s41588-019-0356-4>
- Georghiou, G. P. (1981). *No The Occurrence of Resistance to Pesticides in Arthropods: An Index of Cases Reported Through* (22nd ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Grbić, M., Van Leeuwen, T., Clark, R. M., Rombauts, S., Rouzé, P., Grbić, V., Osborne, E. J., Dermauw, W., Thi Ngoc, P. C., Ortego, F., Hernández-Crespo, P., Diaz, I., Martinez, M., Navajas, M., Sucena, É., Magalhães, S., Nagy, L., Pace, R. M., Djuranović, S., ... Van de Peer, Y. (2011). The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature*, 479(7374), 487–492. <https://doi.org/10.1038/nature10640>
- Hannum, S. M. (2004). Potential Impact of Strawberries on Human Health: A Review of the Science. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(1), 1–17.  
<https://doi.org/10.1080/10408690490263756>
- Henderson, C. F., & Tilton, E. W. (1955). Tests with Acaricides against the Brown Wheat Mite<sup>12</sup>. *Journal of Economic Entomology*, 48(2), 157–161. <https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157>
- Hiragaki, S., Kobayashi, T., Ochiai, N., Toshima, K., Dekeyser, M. A., Matsuda, K., & Takeda, M. (2012). A novel action of highly specific acaricide; bifenazate as a synergist for a GABA-gated chloride channel of *Tetranychus urticae* [Acari: Tetranychidae]. *NeuroToxicology*, 33(3), 307–313. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2012.01.016>

- Horowitz, A. R., & Ishaaya, I. (2013). *Insect Pest Management: Field and Protected Crops* (1st ed.). Ilustrada.
- Howell, A. D., & Daugovish, O. (2013). Biological Control of *Eotetranychus lewisi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry by four phytoseiids (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology*, *106*(1), 80–85. <https://doi.org/10.1603/EC12304>
- Karlec, F., Da Fonseca Duarte, A., Barneche de oliveira, A. C., & Silva da Cunha, U. (2017). Development of *tetranychus urticae koch* (acari: tetranychidae) in different strawberry cultivars. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *39*(1). <https://doi.org/10.1590/0100-29452017171>
- Krips, O. E., Witul, A., Willems, P. E. L., & Dicke, M. (1998). Intrinsic rate of population increase of the spider mite *Tetranychus urticae* on the ornamental crop gerbera: intraspecific variation in host plant and herbivore. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *89*(2), 159–168. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1998.00395.x>
- Liburd, O. E., White, J. C., Rhodes, E. M., & Browdy, A. A. (2007). The residual and direct effects of reduced-risk and conventional miticides on twospotted spider mites, *tetranychus urticae* (acari: tetranychidae) and predatory mites (acari: phytoseiidae). *Florida Entomologist*, *90*(1), 249–257. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2007\)90\[249:TRADEO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2007)90[249:TRADEO]2.0.CO;2)
- Liu, R., Nyoike, T. W., & Liburd, O. E. (2016). Evaluation of site-specific tactics using bifenazate and *Neoseiulus californicus* for management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberries. *Experimental and Applied Acarology*, *70*(2), 189–204. <https://doi.org/10.1007/s10493-016-0073-y>
- MINAGRI. (2008). *Estudio de la fresa en el Perú y el Mundo* (pp. 1–24). Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. [https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio\\_fresa.pdf](https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_fresa.pdf)
- Nyoike, T. W., & Liburd, O. E. (2013). Effect of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), on Marketable Yields of Field-Grown Strawberries in North-Central Florida. *Journal of Economic Entomology*, *106*(4), 1757–1766. <https://doi.org/10.1603/EC12033>
- Ochiai, N., Mizuno, M., Mimori, N., Miyake, T., Dekeyser, M., Canlas, L. J., & Takeda, M. (2007). Toxicity of bifenazate and its principal active metabolite, diazene, to *Tetranychus urticae* and *Panonychus citri* and their relative toxicity to the predaceous mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. *Experimental and Applied Acarology*, *43*(3), 181–197. <https://doi.org/10.1007/s10493-007-9115-9>
- Rhodes, E. M., Liburd, O. E., Kelts, C., Rondon, S. I., & Francis, R. R. (2006). Comparison of single and combination treatments of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus*, and Acramite (bifenazate) for control of twospotted spider mites in strawberries. *Experimental and Applied Acarology*, *39*(3–4), 213–225. <https://doi.org/10.1007/s10493-006-9005-6>

- Sances, F. V., Wyman, J. A., Ting, I. P., Van Steenwyk, R. A., & Oatman, E. R. (1981). Spider Mite Interactions with Photosynthesis, Transpiration and Productivity of Strawberry 2. *Environmental Entomology*, *10*(4), 442–448. <https://doi.org/10.1093/ee/10.4.442>
- SIEA. (2021). *Calendario de siembras de fresa*. Sistema Integrado de Estadística Agraria. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/calendario/#>
- Tomczyk, A., Kropczyńska, D., & Van De Vrie, M. (1991). The effects of spider-mite feeding on plant performance in relation to biological control. In *The Acari* (pp. 405–411). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-3102-5\\_39](https://doi.org/10.1007/978-94-011-3102-5_39)
- Van Leeuwen, T., Van Pottelberge, S., & Tirry, L. (2005). Comparative acaricide susceptibility and detoxifying enzyme activities in field-collected resistant and susceptible strains of *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science*, *61*(5), 499–507. <https://doi.org/10.1002/ps.1001>
- Van Nieuwenhuysse, P., Demaeght, P., Dermauw, W., Khalighi, M., Stevens, C. V., Vanholme, B., Tirry, L., Lümmer, P., & Van Leeuwen, T. (2012). On the mode of action of bifenthrin: New evidence for a mitochondrial target site. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, *104*(2), 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2012.05.013>
- Villegas, S., Rodríguez, C., Anaya, S., Sánchez, H., Hernández, J., & Bujanos, R. (2010). Resistencia a acaricidas en *Tetranychus urticae* (Koch) asociada al cultivo de fresa en Zamora, Michoacán, México. *Agrociencia*, *44*(1), 75–81. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v44n1/v44n1a7.pdf>
- Vostřel, J. (2010). Bifenazate, a prospective acaricide for spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) control in Czech hops. *Plant Protection Science*, *46*(3), 135–138. <https://doi.org/10.17221/54/2009-PPS>
- Walsh, D. B., Zalom, F. G., Shaw, D. V., & Larson, K. D. (2002). Yield Reduction Caused by Twospotted Spider Mite Feeding in an Advanced-cycle Strawberry Breeding Population. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *127*(2), 230–237. <https://doi.org/10.21273/JASHS.127.2.230>
- Yan, J., Ban, Z., Lu, H., Li, D., Poverenov, E., Luo, Z., & Li, L. (2018). The aroma volatile repertoire in strawberry fruit: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *98*(12), 4395–4402. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9039>