

EFICACIA ACARICIDA DE UNA FORMULACIÓN DE MATRINA SOBRE *Brevipalpus chilensis* (Acari: Tenuipalpidae) EN LABORATORIO Y EN UN VIÑEDO (*Vitis vinifera* L.)

MITICIDAL EFFICACY OF A MATRINE FORMULATION AGAINST *Brevipalpus chilensis* (Acari: Tenuipalpidae) UNDER LABORATORY CONDITIONS AND IN A VINEYARD (*Vitis vinifera* L.)

Juan Ignacio Reyes¹, Amanda Huerta² y Tomislav Curkovic^{3*}

¹ Departamento Técnico, Point Chile S.A., Apoquindo 3910 Piso 7, Las Condes, Santiago, Chile

² Departamento de Silvicultura y Conservación de la Naturaleza, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, C.P. 8820808, Santiago, Chile. <https://orcid.org/0000-0003-1142-4186>

³ Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, C.P. 8820808, Santiago, Chile. <https://orcid.org/0000-0003-3403-8800>

* Autor para correspondencia: tcurkovi@uchile.cl

RESUMEN

La falsa arañita roja de la vid (*Brevipalpus chilensis* Baker [Acari: Tenuipalpidae]) es ácaro polífago, nativo de Chile, de importancia económica por su daño a cultivos y su condición cuarentenaria para los mercados de exportación. Se evaluó la eficacia en el control de *B. chilensis*, de un formulado comercial a base de matrina, alcaloide que se extrae de la raíz de *Sophora flavescens* (Fabaceae). En condiciones de laboratorio se determinó la mortalidad de hembras adultas expuestas, mediante una torre de Potter, a cinco concentraciones de matrina (0,38; 0,75; 1,5; 3,0 y 6,0 ppm), estimándose una CL₉₀ de 5,53 ppm a los 3 días después de la aplicación (DDA). Posteriormente, en un viñedo (*Vitis vinifera*) comercial en Chile central, con infestación natural, se evaluó la eficacia de aspersiones de soluciones de 1, 1,5 y 3 veces la CL₉₀ de matrina, contrastadas con un acaricida sintético (acrinatrina) y un testigo sin tratar. La densidad de población de formas móviles (ninfas y adultos) de *B. chilensis* se contrastó 1, 3, 7 y 14 DDA. La mayor concentración de matrina (16,6 ppm) redujo en 88-90% la población, quedando bajo el umbral económico entre los 7-14 DDA y sin diferencias estadísticas con el estándar a los 14 DDA. Por lo tanto, este formulado de matrina, se considera una potencial herramienta en el control de *B. chilensis* en viñedos convencionales y orgánicos.

Palabras clave: acrinatrina, bioensayo, CL₅₀, ensayo de campo, *Sophora flavescens*.

ABSTRACT

The false red mite, *Brevipalpus chilensis* Baker (Acari: Tenuipalpidae), is a polyphagous mite native to Chile, of economic importance because of the damage it causes to crops and its quarantine status in export markets. The efficacy of a commercial formulation containing matrine, an alkaloid extracted from the roots of *Sophora flavescens* (Fabaceae), was evaluated for the control of *B. chilensis*. Mortality of adult females exposed to five matrine concentrations (0.38, 0.75, 1.5, 3.0, and 6.0 ppm) was determined under laboratory conditions using a Potter spray tower, with an LC₉₀ of 5.53 ppm estimated at 3 days after application (DAA). Subsequently, the efficacy of spray applications

containing matrine at 1, 1.5, and 3 times the estimated LC₉₀ was evaluated in a commercial vineyard (*Vitis vinifera*) located in central Chile, under natural infestation conditions, and compared with a synthetic acaricide standard (acrinathrin) and an untreated control. The population density of mobile stages (nymphs and adults) of *B. chilensis* was assessed at 1, 3, 7, and 14 DAA. The highest matrine concentration (16.6 ppm) reduced the population by 88–90%, maintaining it below the economic threshold between 7 and 14 DAA, with no statistically significant differences compared with the synthetic standard at 14 DAA. Therefore, this matrine-based formulation may represent a potential tool for controlling *B. chilensis* in both conventional and organic vineyards.

Keywords: acrinathrine, bioassay, field trial, LC₉₀, *Sophora flavescens*.

INTRODUCCIÓN

La falsa araña roja de la vid (*Brevipalpus chilensis* Baker [Acari: Tenuipalpidae]), especie nativa de Chile, se distribuye entre las regiones de Atacama y Los Lagos (SAG, 2026a). Es un ácaro polífago de importancia económica en vid vinífera y en algunas variedades de uva de mesa (*Vitis vinifera*), donde provoca deshidratación de hojas y raquis durante la primavera, además de reducir el tamaño y el contenido de azúcares de las bayas (Prado, 1999). También constituye una plaga de relevancia en limonero (*Citrus limon* (L.) Burm. f.) y kiwi (*Actinidia deliciosa* A. Chev.) C.F. Liang & A. R. Ferguson, e infesta: plantas ornamentales, como ligustrina (*Ligustrum vulgare* L.), malezas, como correhuela (*Convolvulus arvensis* L.), y especies nativas, como palqui (*Cestrum parqui* L'Hér.) (González, 1983; Ripa y Larral, 2008; Pernoz y Olivares, 2022).

La importancia económica de *B. chilensis* en los viñedos radica en el daño que ocasiona principalmente durante la primavera. Sin embargo, en las especies cuyo destino es la exportación de fruta fresca, su relevancia económica está determinada, además, por su condición de plaga cuarentenaria en diversos mercados, entre ellos Estados Unidos, Brasil y China. Esta situación obliga a los productores a mantener sus poblaciones bajo control durante la cosecha mediante aplicaciones frecuentes de acaricidas sintéticos (Curkovic et al., 2013). En consecuencia, aumenta el riesgo de selección de poblaciones resistentes, favorecido tanto por las prácticas de manejo del cultivo como por las características biológicas del ácaro (Van Leeuwen et al., 2010). En este contexto, es necesario disponer de nuevas alternativas de control eficaces, como los productos de origen botánico, que generalmente presentan menor toxicidad para las personas y el ambiente, pueden dejar escasos o nulos residuos, poseen mecanismos de acción novedosos o múltiples y, en algunos casos, muestran una mayor especificidad sobre la plaga objetivo. Estas características han incrementado el interés por su uso como

alternativa o complemento a los plaguicidas de síntesis (Marčić, 2025).

Los insecticidas y acaricidas de origen botánico más utilizados incluyen extractos de piretro (*Tanacetum cinerariifolium* (Trevir.) Sch. Bip.; Asteraceae), neem (*Azadirachta indica* A. Juss.; Meliaceae), ajo (*Allium sativum* L.; Amaryllidaceae), ají (*Capsicum annuum* L.; Solanaceae), entre otros (Isman, 2020). En contraste, existen principios activos de origen vegetal con menor desarrollo, pero con resultados promisorios, como los alcaloides quinolizidínicos (AQ) extraídos de la raíz de *Sophora flavescens* Aiton (Fabaceae), especie ampliamente utilizada en la medicina tradicional china por sus diversas propiedades farmacológicas (Zhou et al., 2014; Li et al., 2017). Este género es una importante fuente de AQ, entre ellos oximatrina, sofocarpina, soforamina, soforidina y matrina (Krishna et al., 2012), compuestos que forman parte de los mecanismos de defensa química de la planta frente a insectos y otros herbívoros (Wink, 1992).

Diversos formulados basados en estos alcaloides han demostrado eficacia para el control de ácaros fitófagos (Chen et al., 2013). Marčić et al. (2012), reportaron que una formulación comercial a base de oximatrina, principal derivado oxidado de la matrina, controló eficazmente a *Tetranychus urticae* Koch y *Panonychus ulmi* Koch (Acari: Tetranychidae), con una eficacia comparable a la obtenida con acaricidas sintéticos. Aunque la matrina aún no posee un modo de acción clasificado por el Comité de Acción para la Resistencia a Insecticidas (IRAC, 2026), se ha informado que inhibe hasta en un 50% los receptores nicotínicos de acetilcolina en *Periplaneta americana* L. (Liu et al., 2008) y que ejerce una acción neurotóxica sobre mosquitos de la familia Culicidae (Bloomquist et al., 2018). No obstante, su modo de acción sobre ácaros fitófagos aún no ha sido descrito. Además de su efecto letal, los AQ pueden producir respuestas subletales en artrópodos, entre ellas la reducción de la fertilidad (Marčić y Međo, 2014; Zanardi et al., 2015), la inhibición de la alimentación (Bakr et al., 2012; Marčić y Međo, 2014) y la

repelencia (Marčić y Međo, 2014), características que aumentan su interés como alternativa para programas de manejo integrado de plagas.

Respecto de la distribución de la matrina en la planta, la evidencia disponible sugiere que este compuesto presenta movilidad vascular. En este sentido, Wink (1992) describió que los alcaloides quinolizidínicos, una vez sintetizados, son transportados a través del floema hacia distintos órganos de la planta, acumulándose principalmente en las células de la epidermis y subepidermis de tallos y hojas. Estos tejidos constituyen los principales sitios de alimentación de ácaros fitófagos como *B. chilensis*. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue determinar la Concentración Letal 90 (CL₉₀) de un formulado a base de matrina y evaluar, por primera vez, su eficacia para el control de *B. chilensis* en vides viníferas infestadas de la zona central de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Formulado de matrina, viñedo y fuente de Ácaros

Se utilizó un producto comercial elaborado por Nantong Shenyu Green Medicine Co., Ltd. (Shanghái, China), como concentrado soluble (SL) que contiene un 0,5% (p/v) de matrina como único ingrediente activo. Los ácaros usados en laboratorio se recolectaron de follaje infestado por *B. chilensis*, durante la primavera, desde plantaciones comerciales de *Vitis vinifera*, cultivar Cabernet Sauvignon, de más de 15 años, con marco de plantación de 1,8 m x 1,2 m, pertenecientes a la Viña Santa Rita, ubicadas en Alto Jahuel, Comuna de Buin, Provincia del Maipo, Región Metropolitana, Chile (33° 42' 20" S; 70° 39' 47" O). El campo presentaba infestación natural de *B. chilensis*, y el sector usado para la colecta de follaje y para el estudio de campo, no recibió aplicaciones de acaricidas ni insecticidas en la temporada. El follaje infestado se trasladó al laboratorio, en nevera de 5 L y se mantuvo refrigerado entre 4 – 10°C hasta su uso. En el bioensayo solo se usaron hembras adultas que se desplazaban luego de estimularlas con pincel. El reconocimiento de la especie y el respectivo sexo se hizo por el tamaño y forma del cuerpo de los individuos (González, 1989).

Aspersión, tratamientos y evaluación en laboratorio

El bioensayo se realizó en el Laboratorio de Comportamiento y Ecología Química de Plagas del Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, La Pintana, Santiago, Chile (33°34'12" S;

70°38'01" O). La aspersión se efectuó con una torre de Potter ST-4, calibrada a 15 psi, utilizando un volumen total de 2 mL por repetición. A partir del formulado comercial, se evaluaron cinco concentraciones expresadas en ppm (0,38; 0,75; 1,5; 3,0 y 6,0), definidas en base a pruebas preliminares, para obtener un rango de mortalidad entre 10 y 90%. También se utilizó un control negativo consistente en aspersión de agua desionizada sin matrina. Los tratamientos se asperjaron sobre hembras adultas de *B. chilensis*, ubicadas en la cara adaxial de discos de 2 cm de diámetro de hojas de vid, provenientes de plantas sin aplicaciones de plaguicidas en la temporada. Los discos fueron previamente lavados con agua desionizada, secados durante 5 min a temperatura ambiente sobre papel absorbente y luego dispuestos con la cara abaxial sobre un soporte de esponja húmeda con agua desionizada en una placa Petri, sirviendo simultáneamente como sustrato y alimento para los ácaros durante la aspersión y el período de evaluación (Bostanian et al., 2009). Cinco minutos después de la aspersión, las placas se trasladaron a una cámara climática a 20 ± 2 °C, humedad relativa de 50 ± 10% y fotoperíodo de 16:8 h (luz: oscuridad), donde permanecieron hasta las evaluaciones correspondientes. La mortalidad de cada tratamiento se determinó bajo lupa estereoscópica (10–40x) a 1, 2 y 3 DDA (días después de la aplicación). Se consideraron muertas las hembras que no presentaron movimiento corporal ni de apéndices al ser estimuladas con un pincel (Shang et al., 2022).

Tratamientos y aspersiones en campo

La eficacia del formulado de matrina se evaluó en el viñedo descrito previamente. Se ensayaron concentraciones equivalentes a 1,0x; 1,5x y 3,0x de la CL₉₀ estimada en laboratorio (3 DDA), de acuerdo con los lineamientos de la Organización Europea y Mediterránea para la Protección Fitosanitaria (EPPO (2012), con el propósito de determinar la concentración mínima efectiva del formulado. Se incluyó un testigo sin aplicación como control negativo y un tratamiento estándar con acrinatrina (Rufast® 75 EW, 75 g i.a. L⁻¹; Bayer CropScience, Santiago, Chile), aplicada a la dosis recomendada de 20 mL hL⁻¹ (15 ppm) para el control de *B. chilensis* en *Vitis vinifera* (Curkovic et al., 2013). Los tratamientos se aplicaron con una motobomba de espalda, utilizando aproximadamente 300 mL de solución por planta (≈1.200 L ha⁻¹), al inicio del llenado de bayas (estado 71 de la escala BBCH; Lorenz et al., 1995). Durante el período experimental no se registraron precipitaciones y las temperaturas medias máximas y mínimas fueron de aproximadamente 27 y 10 °C, respectivamente, condiciones favorables para

el desarrollo de *B. chilensis* (Olivares, 2017). Se recolectaron muestras de hojas cinco días antes de la aplicación y a 1, 3, 7 y 14 DDA, las que fueron transportadas al laboratorio en Cooler de 5 L, en bolsas de polietileno identificadas con el respectivo tratamiento y refrigeradas a temperatura entre 4 – 10 °C. Posteriormente, con una lupa estereoscópica (10-40x), se cuantificó el número de ninfas y adultos (formas móviles) presentes en cada muestra.

Diseño experimental y análisis estadístico

La unidad experimental, en el estudio de laboratorio, consistió en una placa Petri que tenía dos discos de hojas de vid, con 10 hembras adultas disco⁻¹ y 5 repeticiones por tratamiento. Para el cálculo de la CL₉₀ de matrina, se utilizó un análisis Probit en base a modelo binomial de la mortalidad acumulada (previamente corregida con la fórmula de Abbott (1925)), y el logaritmo de la concentración de matrina, con intervalo de confianza de 95%, empleando el programa XLSTAT versión 2017.1 (Addinsoft, 2017). El experimento de campo consideró un diseño completamente aleatorizado, con estructura de parcelas divididas. El factor principal, asignado a las parcelas, correspondió a los cinco tratamientos: las tres concentraciones de matrina evaluadas, el tratamiento con acrinatrina y un testigo sin aplicación. El factor secundario, asignado a las subparcelas, correspondió al tiempo de evaluación después de la aplicación, con cuatro niveles (1, 3, 7 y 14 DDA). El nivel de infestación previo a la aplicación se incorporó al análisis como covariable. Se tomó 4 unidades experimentales por tratamiento (5 plantas contiguas sobre una hilera), y la unidad muestral consistió en 20 hojas colectadas de la base de 10 brotes, próximos a la zona de bifurcación de las ramas principales, de las tres plantas centrales de cada parcela, en cada fecha. Para el análisis estadístico, se utilizó modelo lineal generalizado de distribución Poisson,

mediante el lenguaje de programación R (R Core Team, 2013), utilizando el paquete lme4 (Douglas et al., 2015) y el programa InfoStat versión 2017. Cuando hubo diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de comparación múltiple de LSD-Fisher al 5% de significación. Adicionalmente, se hizo un análisis de regresión lineal entre las densidades de ácaros y las respectivas concentraciones de matrina (Di Rienzo et al., 2017).

Efectividad de aplicaciones en campo

La eficacia (Ef) de cada tratamiento se calculó para cada tiempo: 1, 3, 7 y 14 DDA, utilizando la fórmula de Henderson-Tilton (1955):

$$Ef \% = [1 - (X_{IT}/X_{IC}) (X_{OC}/X_{OT})] \times 100,$$

donde X_{OC} y X_{OT} = promedio de formas móviles en parcelas control (C) y parcelas tratadas (T), inmediatamente antes del tratamiento (preaplicación), respectivamente; X_{IC} y X_{IT} = promedio de formas móviles al tiempo “i” (DDA), en el control y el tratamiento, respectivamente. Para el contraste, se hizo análisis de varianza, previa transformación angular (arcsen.√y/100) de los valores porcentuales (y), y se usó la prueba de comparación múltiple de LSD-Fisher al 5 % de significación, utilizando el programa InfoStat versión 2017 (Di Rienzo et al., 2017).

RESULTADOS

Evaluación de laboratorio

Los análisis Probit, a los 1, 2 y 3 DDA, con los respectivos estadísticos, indican que los ajustes al modelo fueron significativos y que matrina tiene acción acaricida, dependiente de la concentración y del tiempo transcurrido postaplicación (Tabla 1). Se presentan las concentraciones letales de

Tabla 1. Concentraciones letales (CL₅₀ y CL₉₀) de matrina sobre hembras adultas de *B. chilensis* en tres tiempos post aspersión en laboratorio.

Table 1. Lethal concentrations (LC₅₀ and LC₉₀) of matrine against adult females of *B. chilensis* at three post-application times under laboratory conditions.

Tiempo ¹	# ♀	CL ₅₀ (IC ²)	CL ₉₀ (IC)	M ³ ± E.E ⁴ (p-valor)	χ ² ⁵	GL ⁶
1	100	1,79 (1,51–2,13)	10,63 (7,63–16,93)	1,66±0,16 (< 0,0001)	111,7	4
2	100	1,85 (1,55–2,20)	9,86 (7,20–15,42)	1,84±0,19 (< 0,0001)	97,3	4
3	100	1,27 (1,06–1,49)	5,53 (4,36–7,66)	2,13±0,21 (< 0,0001)	104,6	4

¹: días postaspersión; ²: intervalo de confianza, 95%; ³: pendiente; ⁴: error estándar; ⁵: chi-cuadrado;

⁶: Grados de libertad.

matrina (con su respectivo intervalo de confianza), requeridas para causar mortalidad del 50 y 90% (CL_{50} y CL_{90}) sobre hembras adultas de *B. chilensis*. La CL_{90} fue de 5,53 ppm a los 3 DDA. Los valores de CL_{50} y CL_{90} (equivalentes, respetivamente, a 0,25 y 1,06 mL del producto formulado comercial $\times L^{-1}$ de solución) disminuyeron con el tiempo de evaluación, desde 1 a 3 DDA, producto de la mortalidad acumulada.

Ensayo de campo

La Tabla 2 presenta la densidad media de móviles por hoja y error estándar, en cada tratamiento, en las evaluaciones hechas entre 1 y 14 DDA. La infestación preaplicación fue alta y relativamente homogénea en todos los tratamientos. El contraste estadístico postaplicación mostró que la interacción tratamiento $\times$ DDA ($F = 1,91$; p -valor = 0,0515) y el tiempo ($F = 1,96$; p -valor = 0,1293) no fueron estadísticamente significativos, pero sí lo fue el tratamiento ($F = 86,93$; p -valor < 0,001).

Las tres concentraciones de matrina evaluadas redujeron significativamente la densidad de *B. chilensis* en comparación con el testigo durante todo el período posterior a la aplicación. La concentración más alta ($3 \times CL_{90} = 16,6$ ppm) fue la que produjo la mayor reducción de la población, diferenciándose significativamente de las concentraciones baja ($CL_{90} = 5,5$ ppm) y media ($1,5 \times CL_{90} = 8,3$ ppm) desde los 3 DDA (Tabla 2). En cambio, la concentración baja y media no presentaron diferencias significativas entre sí en ninguna de las fechas de evaluación. A los 14 DDA, el tratamiento con acrinatrina, utilizado como acaricida estándar, mostró una menor densidad de ácaros que los tratamientos con matrina en las concentraciones baja y media, pero no difirió de la concentración más alta (16,6

ppm). Además, la acrinatrina fue el tratamiento más eficaz, manteniendo la densidad de ácaros por debajo de un individuo por hoja desde los 3 DDA y diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos desde 1 al 7 DDA. Por otra parte, el análisis de regresión evidenció una relación lineal inversa significativa entre la concentración de matrina y la densidad media de ácaros supervivientes por hoja ($F = 44$; $p < 0,001$). La ecuación ajustada ($y = 17,32 - 0,7506x$) presentó un elevado coeficiente de determinación ($R^2 = 0,8161$), indicando que aproximadamente el 82 % de la variación en la densidad de ácaros fue explicada por la concentración de matrina. La pendiente de la regresión indica que, por cada incremento de una unidad en la concentración de matrina, el número medio de ácaros por hoja disminuyó en aproximadamente 0,75 individuos.

La Tabla 3 muestra los porcentajes de eficacia en el control de *B. chilensis*, en cada tratamiento, entre 1 y 14 DDA. El análisis estadístico mostró que la interacción “concentración $\times$ DDA” fue estadísticamente significativa ($F = 2,67$; p -valor = 0,0135), por lo que la eficacia (%) depende de la concentración aplicada y del tiempo de evaluación.

Las concentraciones, media (8,3 ppm) y alta (16,6 ppm) de matrina mantuvieron, en general, una eficacia similar entre los 1 y 14 DDA, sin diferencias estadísticas entre ellas, excepto a los 7 DDA, cuando la concentración más alta alcanzó su máxima eficacia (90,2%). No obstante, ambas concentraciones proporcionaron, en términos generales, una eficacia de control inferior al 90%. En contraste, la concentración baja (5,5 ppm) presentó una eficacia significativamente menor a partir de los 3 DDA, sin superar el 54% de control. El tratamiento con acrinatrina fue significativamente más eficaz que los

Tabla 2. Número promedio de ninfas y adultos de *B. chilensis* por hoja a los distintos días después de la aplicación (DDA) de tres concentraciones de matrina en uva vinífera (cv. Cabernet Sauvignon) in Alto Jahuel, Región Metropolitana.

Table 2. Average number of nymphs and adults of *B. chilensis* per leaf at different days after application (DAA) of three matrine concentrations on grapevines (cv. Cabernet Sauvignon) in Alto Jahuel, Metropolitan Region.

Tratamientos	Densidad de ácaros (Número medio por hoja $\pm$ EE)				
	Preaplicación ¹	1 DDA	3 DDA	7 DDA	14 DDA
Testigo	31,70 $\pm$ 6,3	35,65 $\pm$ 5,6 a ²	27,23 $\pm$ 3,0 a	26,93 $\pm$ 4,6 a	28,60 $\pm$ 3,3 a
Matrina CL_{90}	34,43 $\pm$ 6,8	10,35 $\pm$ 0,8 b	15,70 $\pm$ 3,9 b	15,43 $\pm$ 3,9 b	14,45 $\pm$ 2,6 b
Matrina $1,5 \times CL_{90}$	52,38 $\pm$ 14,6	8,95 $\pm$ 2,1 bc	11,30 $\pm$ 2,7 b	10,63 $\pm$ 2,7 b	9,30 $\pm$ 2,4 b
Matrina $3 \times CL_{90}$	44,25 $\pm$ 13,3	5,70 $\pm$ 1,2 c	6,53 $\pm$ 1,7 c	3,73 $\pm$ 0,9 c	4,55 $\pm$ 1,1 c
Acrinatrina	28,85 $\pm$ 10,7	1,68 $\pm$ 0,4 d	0,25 $\pm$ 0,1 d	0,13 $\pm$ 0,0 d	0,05 $\pm$ 0,0 c

¹: Evaluación preaplicación, usada como covariable. ²: Evaluaciones postaplicación: tratamientos seguidos de letras distintas, en una columna, presentaron diferencias significativas, según prueba LSD-Fisher (p -valor < 0,05).

Tabla 3. Porcentaje de eficacia de matrina y su valor promedio en el control de ninfas y adultos de *B. chilensis* a distintos tiempos (1-14 DDA) en uva vinífera (cultivar Cabernet Sauvignon) in Alto Jahuel, Región Metropolitana.

Tabla 3. Percentage efficacy and mean efficacy of matrine against nymphs and adults of *B. chilensis* at different times after application (1-14 DAA) on grapevines (cv. Cabernet Sauvignon) in Alto Jahuel, Metropolitan Region.

Tratamientos	Eficacia (%)				
	1 DDA	3 DDA	7 DDA	14 DDA	Promedio ³
Matrina CL ₉₀	73,3 b ¹ A ²	46,9 cB	47,3 dB	53,5 cB	55,2
Matrina 1,5 x CL ₉₀	84,8 aA	74,9 bA	76,2 cA	80,3 bA	79,0
Matrina 3 x CL ₉₀	88,5 aA	82,9 bA	90,2 bA	88,7 bA	87,6
Acrinatrina	94,9 aB	99,0 aA	99,6 aA	99,8 aA	98,3

Letras minúsculas distintas en columnas (¹) y letras mayúsculas distintas en filas (²) representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (en un tiempo) y entre tiempos de evaluación (para cada tratamiento), respectivamente, de acuerdo con la prueba LSD-Fisher (p-valor < 0,05). ³: promedio de eficacia del período.

demás tratamientos durante todo el período de evaluación. Su eficacia de control alcanzó valores cercanos al 100% a los 14 DDA y, desde los 3 DDA, se mantuvo estable, sin diferencias significativas entre las fechas de evaluación, con una eficacia ≥ 99% y un promedio de 98,3% (Tabla 3).

DISCUSIÓN

La actividad acaricida de la matrina, de compuestos estructuralmente relacionados y de extractos de *Sophora flavescens* comenzó a reportarse durante la década de 2010 (Mamun y Ahmed, 2011), incrementándose considerablemente el número de estudios en los últimos años (Isman, 2015; Marčić et al., 2025). Entre los primeros bioensayos de laboratorio sobre ácaros fitófagos, Han et al. (2012) demostraron que un extracto metanólico de *S. flavescens* proporcionó un excelente control de adultos de *Tetranychus urticae* a una concentración de 10 mg mL⁻¹. Posteriormente, Zanardi et al. (2015) evaluaron un formulado que contenía matrina al 0,36% p/v (ligeramente inferior a la concentración del formulado utilizado en este estudio), en mezcla con juglona al 0,02% p/v y α -pineno al 0,20% v/v, observando una elevada actividad acaricida sobre hembras adultas de *Panonychus citri*. Estos autores estimaron una CL₉₀ a las 72 h de 0,39 ppm (mg i.a. L⁻¹ de solución), mientras que, para *B. chilensis*, la CL₉₀ estimada en el presente estudio, equivalente a los 3 DDA, fue de 5,53 ppm.

Posteriormente, Fang et al. (2017) determinaron una CL₅₀ a 1 DDA de 1,32 ppm para un formulado de matrina al 0,3% sobre hembras adultas de *P. citri*, valor similar al obtenido en

este estudio para *B. chilensis* (CL₅₀=1,79 ppm a 1 DDA). En conjunto, estos antecedentes, obtenidos principalmente en especies de Tetranychidae, muestran concentraciones letales inferiores a las determinadas en el presente trabajo para hembras adultas de *B. chilensis*, lo que sugiere una menor susceptibilidad de esta especie a la matrina.

Aunque estas diferencias podrían atribuirse, en parte, a variaciones metodológicas entre estudios y a las formulaciones evaluadas, también es posible que estén asociadas a características biológicas propias de los ácaros Tenuipalpidae. Entre ellas destacan su baja movilidad (Prado, 1999) y su morfología, caracterizada por un cuerpo más pequeño y aplanado que el de tetránquidos como *T. urticae* y *Panonychus* spp. (Zaviezo y Palma, 2002), rasgos que podrían modificar la exposición o la absorción del compuesto y, en consecuencia, su toxicidad.

Los antecedentes sobre la actividad de la matrina, o de su forma oxidada (oximatrina), contra especies del género *Brevipalpus* son aún escasos. Hasta la fecha, solo se han publicado estudios sobre *B. yothersi* en cítricos y condiciones de invernadero en Brasil (De Andrade et al., 2019; De Souza, 2024), además de la referencia general a Tenuipalpidae incluida por Marčić et al. (2025). En este contexto, el presente estudio constituye el primer reporte de la eficacia de la matrina para el control de *B. chilensis*.

Zanardi et al. (2015) confirmaron la actividad de un plaguicida a base de matrina sobre *P. citri* en naranjos con infestación natural, tras determinar previamente una CL₉₀ en laboratorio (0,36 ppm i.a.), la que posteriormente fue evaluada en campo, alcanzando un control cercano al 100% a los 3 DDA. Sin embargo, en el presente estudio, la

concentración de matrina necesaria para alcanzar una eficacia cercana al 90% en el control de ninfas y adultos de *B. chilensis* durante todo el período de evaluación en campo correspondió a tres veces la CL_{90} (16,6 ppm) estimada en laboratorio, mientras que las concentraciones equivalentes a $1\times$ y $1,5\times$ CL_{90} proporcionaron una eficacia inferior. Esta diferencia podría explicarse por las características conductuales y morfológicas previamente descritas para *B. chilensis*, lo que reduce su exposición a las aspersiones en campo (González, 1989). Asimismo, la exposición del formulado a factores ambientales durante el ensayo, como la radiación UV y la humedad relativa del aire (Zanardi et al., 2015), también pudo haber disminuido su actividad.

Desde el punto de vista del manejo de *B. chilensis*, Prado (1999) y Curkovic et al. (2013) identifican dos estados fenológicos de la vid en los que su control es necesario: i) al inicio de la brotación, para proteger yemas y brotes, ya que una población de cinco ácaros por hoja constituye el umbral de daño económico; y ii) durante el verano, cuando la población supera 100–150 ácaros por hoja, dependiendo de la variedad. El ensayo de campo del presente estudio se realizó en un período intermedio entre ambas etapas, con poblaciones iniciales de aproximadamente 30–50 ácaros por hoja. En estas condiciones, los tratamientos con matrina a 16,6 ppm y con acrinatrina en dosis recomendada, redujeron la población por debajo del umbral de cinco ácaros por hoja desde los 7 y 1 DDA, respectivamente. Estos resultados indican que la concentración más alta de matrina proporcionó una eficacia cercana al 90% y un efecto residual limitado, mientras que la acrinatrina produjo la mayor reducción poblacional desde 1 DDA, evidenciando una rápida acción y un mayor efecto residual, en concordancia con lo informado por Curkovic et al. (2013), alcanzando una eficacia cercana al 100% a los 14 DDA. Aunque Zanardi et al. (2015) reportaron un corto efecto residual (1 DDA) para un formulado de matrina, la concentración evaluada en ese estudio (0,36 ppm) fue 46 veces inferior a la utilizada en el presente trabajo, y debe considerarse que este atributo depende tanto de la especie de ácaro como de la concentración residual del producto sobre la planta. En consecuencia, bajo las condiciones de este ensayo, la concentración mínima efectiva de matrina recomendable para el control de ninfas y adultos de *B. chilensis* en vides viníferas es de 16,6 ppm. No obstante, se requieren estudios adicionales en otras zonas agroclimáticas y estados fenológicos del cultivo para definir una estrategia de manejo más robusta (EPPO, 2012). Finalmente, aunque en ácaros tetránquidos se

ha informado una nula o baja actividad ovicida de la matrina (Bakr et al., 2012; Niu et al., 2014), así como efectos subletales, como la inhibición de la oviposición y de la eclosión (Han et al., 2012; Zanardi et al., 2015), estos aspectos no fueron evaluados en el presente estudio.

El uso frecuente y continuo de los relativamente pocos acaricidas registrados para el control de *B. chilensis* puede generar alta presión de selección sobre sus poblaciones, incrementando el riesgo de resistencia (Vargas y Olivares, 2007), especialmente en ácaros fitófagos con alto potencial de desarrollarla. Por ello, es necesaria la búsqueda de nuevos acaricidas efectivos y compatibles con enemigos naturales (Marčić et al., 2011; Vargas y Olivares, 2007). Algunos reportes sugieren compatibilidad de la matrina con ácaros depredadores (Fang et al., 2017; Kordestani et al., 2022; De Andrade et al., 2019), aunque Savi et al. (2024) indican que esta ocurre a partir de 10 días postaplicación en campo. Este aspecto no fue evaluado en este estudio debido a la ausencia de ácaros depredadores en el viñedo de origen y en los ensayos de campo. Este formulado de matrina puede ser una alternativa de control en agricultura orgánica y en sistemas convencionales que buscan reducir el uso de plaguicidas sintéticos o compatibilizarlos con control biológico, por ejemplo, mediante depredadores de ácaros fitófagos (Savi et al., 2024). Sin embargo, su disponibilidad requiere autorización de uso, ya que, como otros plaguicidas, los productos naturales deben evaluarse en eficacia y riesgo para personas, fauna, flora y ambiente, conforme a los requisitos del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2026b) en las Resoluciones Exentas N°1.557 de 2014 y N°6.152 de 2023. Los resultados presentados contribuyen a este proceso.

CONCLUSIONES

El producto formulado a 0,5% p/v de matrina, aplicado a 16,6 ppm (equivalente a $3\times CL_{90}$ obtenida en laboratorio), demostró actividad acaricida significativa sobre ninfas y adultos de *B. chilensis* en condiciones de campo, lo que lo posiciona como una alternativa potencial para su control en vides y otros cultivos.

LITERATURA CITADA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:265-267.
- Addinsoft, 2017. Xlstat version 2017.1. Software y guía de usuario.

- Bakr, E.M., Z.R. Soliman, M.F. Hassan and S.S. Tawadrous. 2012. Biological activity of the organic pesticide Baicao No.1 against the red spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Acarines* 6:35-39.
- Bloomquist, J.R., S. Jiang, J. Taylor-Wells, L. Yang, and Y.X. Li. 2018. Insecticidal Activity and Physiological Actions of Matrine, a Plant Natural Product. *Advances in the Biorational Control of Medical and Veterinary Pests*, Chapter 9: 175-186.
- Bostanian, N. J., S. Beudjekian, E. McGregor, and G. Racette. 2009. A modified excised leaf disc method to estimate the toxicity of slow-and fast-acting reduced-risk acaricides to mites. *Journal of Economic Entomology* 102: 2084-2089.
- Cahill, M., I. Denhilm, G. Ross, K. Gorman, and D. Johnston. 1996. Relationship between bioassay data and the simulated field performance of insecticides against susceptible and resistant adult *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research* 86: 109-116.
- Chen, Y., X. Zhong, and L. Chen. 2013. Chinese herbal medicine resources with bacteriostatic and insecticidal activities and their application as pesticide. *Agricultural Science and Technology* 14:1307-1318.
- Copping, L.G., and J.J. Menn. 2000. Review. Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. *Pest Management Science* 56:651-676.
- Curkovic, T., M. Duran, and C. Ferrera. 2013. Control of *Brevipalpus chilensis* Baker (Acari: Tenuipalpidae) with agricultural detergents under laboratory and field conditions. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences* 29:73-82.
- De Andrade, D., E. Ribeiro, M. de Moraes, and O. Zanardi. 2019. Bioactivity of an oxymatrine-based commercial formulation against *Brevipalpus yotheri* Baker and its effects on predatory mites in citrus groves. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 176:339-345.
- De Souza, G. 2024. Sensibilidade do ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus yotheri* (Acari: Tenuipalpidae) à aplicação de diferentes produtos químicos, biológicos e naturais. Tesis Eng. Agron. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Câmpus de Jaboticabal, 59 p. <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/89c26cb8-7c12-4322-9aad-bf4af4270081/content>
- Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. González, M. Tablada, and C.W. Robledo. 2017. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Douglas, B., M. Maechler, B. Bolker, and S. Walker. 2015. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software* 67:1-48.
- Dutta, S. 2015. Biopesticides: An ecofriendly approach for pest control. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science* 4:250-265.
- EPPO. 2012. Efficacy evaluation of plant protection products. Minimum effective dose. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). *Bulletin OEPP/EPPO* 42:403-404.
- Fang, X.D., G.Ch. Ouyang, H.L. Lu, M.F. Guo, and W.N. Wu. 2017. Ecological control of citrus pests primarily using predatory mites and the bio-rational pesticide matrine. *International Journal of Pest Management* 2017:1-9.
- González, R.H. 1983. Manejo de plagas de la vid. Universidad de Chile. Facultad de ciencias agrarias, veterinarias y forestales. *Publicaciones en Ciencias Agrícolas* N° 10, 115 pp.
- González, R.H. 1989. Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria de Chile. Ed. Ograma. Santiago, Chile. 310 p.
- Han, J., P. Guo, J. Wang, X. Li, and M. Ji. 2012. Toxicity of twenty chinese medicinal herbs against the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). *Chinese Journal of Biological Control* 28:74-79.
- Henderson, C.F., and E.W. Tilton. 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology* 48:157-161.
- IRAC. 2026. The IRAC mode of action classification online. Disponible en: <https://irac-online.org/mode-of-action/classification-online/> (Consultado en enero de 2026).
- Isman, M. 2020. Botanical Insecticides in the Twenty-First Century—Fulfilling Their Promise? *Annual Review Entomology* 65:233-249.
- Isman, M. 2015. A renaissance for botanical insecticides? *Pest Management Science* 71:1587-1590.
- Kordestani, M., K. Mahdian, V. Baniameri, and A. Sheikhi Garjan. 2022. Compatibility of Proteus®, matrine, and pyridalyl pesticides with *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot: Sublethal studies and persistence effect. *Systematic and Applied Acarology* 27:1109-1119.

- Krishna, M.P., K. Rao, and D. Banji. 2012. A review on phytochemical, enthomological and pharmacological studies on genus *Sophora*, Fabaceae. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 22:1145-1154.
- Li, J., D. Hu, X. Song, T. Han, Y. Gao, and Y. Xing. 2017. The role of biologically active ingredients from natural drug treatments for arrhythmias in different mechanisms. *BioMed Research International* 2017:1-10.
- Liu, L., M.S. Alam, K. Hirata, K. Matsuda, and Y. Ozoe. 2008. Actions of quinolizidine alkaloids on *Periplaneta americana* nicotinic acetylcholine receptors. *Pest Management Science* 64:1222-1228.
- Lorenz, D.H., K.W. Eichhorn, H. Bleiholder, R. Klose, U. Meier, and E. Weber. 1995. Growth stage of the grapevine: Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. spp. *vinifera*) - codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australian Journal of the Grape and Wine Research* 1:100-110.
- Mamun, M.S., and M. Ahmed. 2011. Prospect of indigenous plant extracts in tea pest management. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology* 1:16-23.
- Marčić, D., P. Perić, and S. Milenković. 2011. Acaricides-biological profiles, effects and uses in modern crop protection, in: Stoytcheva, M. (Ed.), *Pesticides-Formulations, Effects, Fate*. InTech, Rijeka, Croatia, pp. 37-62.
- Marčić, D., and I. Međo. 2014. Acaricidal activity and sublethal effects of an oxymatrine-based biopesticide on two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* 64:375-391.
- Marčić, D., I. Doker, and H. Tsolakis. 2025. Bioacaricides in crop protection-what is the state of play? *Insects* 16:95. doi:10.3390/insects16010095
- Mascarin, G., E. Quintela, E. Da Silva, and S. Arthurs. 2013. Precision micro-spray tower for application of entomopathogens. *BioAssay* 8:1-4.
- Niu, Z.M., P. Xie, L. Yu, and J.L. Bi. 2014. Efficacy of selected acaricides against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberries in greenhouse production. *International Journal of Agriculture Innovations and Research* 3:235-243.
- Pernoz, N., and N. Olivares. 2022. Parámetros de vida de *Brevipalpus chilensis* Baker (Acarina: Tenuipalpidae) en tres especies de cítricos. *Revista de Citricultura Eureka* 3:17-27.
- Olivares, N., Vargas, R., Luppichini, P. y Cardemil, A. 2017. Reconocimiento, monitoreo y manejo de *Brevipalpus chilensis* Baker en cítricos. Ficha Técnica N° 8. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional La Cruz, Chile.
- Prado, E. 1999. Plagas de la vid vinífera. *Revista Tierra Adentro* 26:14-17.
- RCore Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Ripa R., and P. Larral. 2008. Plagas del palto y cítricos en Chile. p. 107-272. In: Ripa. R. y P. Larral (eds.). *Manejo de plagas en paltos y cítricos*. Colección libros INIA N° 23. Santiago. Chile.
- SAG. 2026a. Falsa araña roja de la vid – *Brevipalpus chilensis* Baker [Internet]. Archivo Entomológico, Servicio Agrícola y Ganadero; 2007 [citado 2026 Jul 31]. Disponible en: https://microimagenes.sag.gob.cl/default.asp?IDESP=234&utm_source=chatgpt.com
- SAG. 2026b. Listado de plaguicidas autorizados, prohibidos, restringidos y cancelados. Etiquetas y HDS; Certificación de productos orgánicos; Resoluciones Consultas Públicas Disponible en <https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/> (Consultado en enero de 2026).
- Savi, P., G. de Moraes, F. Hountondji, C. Nansen, and D. de Andrade. 2024. Compatibility of synthetic and biological pesticides with a biocontrol agent *Phytoseiulus longipes* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* 93:273-295.
- Shang, S., Y. Chang, W.Z. Li, W. Chang-Qing, and N. Peng-Cheng. 2022. Effects of B-azolemiteacrylic on life-history traits and demographic parameters of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* 86:61-71.
- Van Leeuwen T, J. Vontas, A. Tsagkarakou, W. Dermauw, and L. Tirry. 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 40:563-72.
- Vargas, R., and N. Olivares. 2007. Control biológico de la falsa araña de la vid en viñas. *Revista Tierra Adentro* 76:34-35.
- Wink, M. 1992. The role of quinolizidine alkaloids in plant-insect interactions. En: *Insect-plant interactions*. CRC Press p. 139-174.

- Zanardi, O.Z., L. Ribeiro, T. Ansante, M. Santos, G. Bordini, and P. Yamamoto. 2015. Bioactivity of matrine-based biopesticide against four pest species of agricultural importance. *Crop Protection* 67:160-167.
- Zaviezo, T. y F. Palma. 2002. Informe: Alternativas de manejo de falsa araña de la vid en viñedos orgánicos. Disponible en http://agronomia.uc.cl/component/com_sobipro/Itemid,232/pid,101/sid,888/ (Consultado en enero de 2026).
- Zhou, Y., W. Yun, D. Lin, C. Lanlan, Z. Dandan, L. Lifang, Ch. Xu, M. Jinyu, W. Yansong, S. Hongli, and L. Yanjie. 2014. The alkaloid matrine of the root of *Sophora flavescens* prevents arrhythmogenic effect of ouabain. *Phytomedicine* 21: 931-935.

