



Potencial de *Tortistilus wickhami* en transmisión de grapevine red blotch virus (*Grablovirus vitis*, *Geminiviridae*) en Baja California, México

Cynthia Ford-Villalón¹, David Schneider^{2,3}, Idalia Montesinos-Solano¹, Jimena Carrillo-Tripp^{1*}. ¹Departamento de Microbiología, ²Departamento de Biología de la Conservación; Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México. Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas, C. P. 22860. Ensenada, Baja California, México. ³Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Tijuana-Ensenada No. 3917. C. P. 22860, Ensenada, Baja California, México.

*Autor de correspondencia:
Jimena Carrillo-Tripp
jcarrillo@cicese.mx

Sección:
Edición periódica

Recibido:
13 Diciembre, 2025
Aceptado:
07 Abril, 2026
Publicado:
23 Abril, 2026

Cita:
Ford-Villalón C, Schneider D, Montesinos-Solano I y Carrillo-Tripp J. 2026. Potencial de *Tortistilus wickhami* en transmisión de grapevine red blotch virus (*Grablovirus vitis*, *Geminiviridae*) en Baja California, México. Revista Mexicana de Fitopatología 44(2): 121.
<https://doi.org/10.18781/R.ME.X.FIT.2512-4>

RESUMEN

Antecedentes/Objetivo. El virus de la mancha roja de la vid, GRBV (*Grablovirus vitis*) afecta el cultivo de vid (*Vitis vinifera*) causando pérdidas económicas significativas. En México, donde el GRBV se ha reportado en regiones vitivinícolas como Baja California, la información sobre los posibles vectores de GRBV es limitada. Aunque el periquito tricornudo de la alfalfa (*Spissistilus festinus*) es un vector confirmado en los Estados Unidos de América, el papel de otros membrácidos en viñedos a nivel global aún no está claro. Recientemente, el membrácido neártico (*Tortistilus wickhami*) ha sido reportado en Baja California, lo que motivó este estudio para evaluar su potencial para adquirir y transmitir el GRBV.

Desarrollo experimental. Entre febrero y noviembre de 2023, se recolectaron adultos del membrácido neártico en 20 viñedos del Valle de Guadalupe, Baja California. Un total de 30 individuos fue analizado por PCR en tiempo real para detectar GRBV. En mayo, 2024, se recolectaron 17 individuos adicionales que fueron utilizados en ensayos de transmisión, con un periodo de acceso a la adquisición de hasta cuatro días en hojas de vid (cv. Cabernet Sauvignon) infectadas con GRBV, seguido de un periodo de acceso a la inoculación de hasta 9 días en hojas libres de virus. Los insectos y las hojas receptoras fueron analizados por PCR en tiempo real para detectar GRBV.

Resultados. El virus GRBV fue detectado en 6.7 % (2/30) de los individuos colectados en 2023, los cuales provenían exclusivamente de viñedos previamente confirmados como positivos a GRBV. En los ensayos de transmisión, el 53 % (9/17) de los insectos adquirieron partículas virales tras alimentarse de hojas infectadas; sin embargo, no hubo infección detectable en ninguna de las hojas receptoras.

Conclusión. Este estudio demuestra que el membrácido neártico, un insecto filogenéticamente cercano y morfológicamente similar al periquito tricornudo de la alfalfa (vector confirmado de GRBV), fue capaz de adquirir el virus tanto en condiciones de campo como en laboratorio; no obstante, bajo las condiciones experimentales de laboratorio probadas, no se demostró la transmisión a plantas receptoras.

Palabras clave: GRBV, Transmisión, Membrácido neártico, Vector



INTRODUCCIÓN

La viticultura se encuentra entre las actividades agrícolas más rentables en México (Díaz-Lara *et al.*, 2023a), siendo Baja California el principal productor de uva industrial, con aproximadamente el 70 % de la producción nacional de vino (Moreno-Ortiz, 2025). En 2022, Ensenada fue reconocida internacionalmente como el segundo mejor destino para disfrutar del vino, de acuerdo con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) durante el 43° Congreso de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (SADER, 2022).

La vid es un cultivo perenne altamente susceptible a una amplia gama de patógenos, incluidos numerosos virus (Díaz-Lara *et al.*, 2023b). Entre ellos, el virus de la mancha roja de la vid, GRBV (*Grabovirus vitis*) destaca por el impacto económico que causa al cultivo. El GRBV posee un genoma de ADN monocatenario circular encapsidado en partículas geminadas (Fiallo-Olivé *et al.*, 2021; ICTV, 2023) y se mueve sistémicamente a través del floema de plantas infectadas del género *Vitis*, que constituyen sus únicos hospedantes verdaderos conocidos (Rumbaugh *et al.*, 2021; Wilson *et al.*, 2022). La infección provoca alteraciones fisiológicas y metabólicas que reducen la producción, retrasan la maduración de las bayas, y alteran la composición y las propiedades organolépticas del vino (Rumbaugh *et al.*, 2021). En consecuencia, el GRBV causa impactos económicos considerables, con pérdidas estimadas que alcanzan los \$68 548 dólares americanos / ha durante la vida productiva de un viñedo (Ricketts *et al.*, 2017).

El GRBV se transmite principalmente a través del material vegetal infectado usado para injertos y propagación vegetativa (Sudarshana *et al.*, 2015). La diseminación secundaria por membrácidos también ha sido demostrada, siendo el periquito tricornudo de la alfalfa (*Spissistilus festinus*), el único vector confirmado en los Estados Unidos de América (Flasco *et al.*, 2023a). La transmisión viral depende en gran medida de interacciones específicas entre la proteína de la cápside viral y los tejidos del insecto (Kahl *et al.*, 2021). En consecuencia, otras especies de membrácidos han sido propuestas como vectores potenciales, aunque su papel en la epidemiología del GRBV no ha sido demostrado de manera concluyente (Kahl *et al.*, 2021; LaFond *et al.*, 2022).

El membrácido neártico (*Tortistilus wickhami*), perteneciente a la misma tribu (Ceresini) que el periquito tricornudo de la alfalfa y que presenta similitudes conductuales y ecológicas con dicho insecto, sugiriendo un posible papel en la epidemiología del virus, también ha sido reportado en regiones afectadas por el GRBV (Hoyle *et al.*, 2024). Como parte de los esfuerzos en curso para caracterizar la fauna de insectos en viñedos de Baja California, y su posible participación en la diseminación de virus; un estudio previo reportó la presencia de *T. wickhami* en la región (Schneider *et al.*, 2025), donde el GRBV ha sido detectado (Gasperin-Bulbarela *et al.*, 2019; García-Reséndiz *et al.*, 2025). El presente estudio evaluó el potencial del membrácido neártico para la adquisición y transmisión de GRBV con el objetivo de determinar su posible papel como vector. Estos esfuerzos dan continuidad a investigaciones previas y aportan información relevante sobre la importancia epidemiológica de este membrácido en los viñedos de Baja California.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Sitio de estudio y material biológico. Individuos adultos del membrácido neártico (*T. wickhami*) fueron recolectados en 20 viñedos del Valle de Guadalupe, Baja California, entre febrero y noviembre de 2023, como parte de un estudio más amplio sobre la

diversidad de artrópodos asociados a viñedos. En este contexto, Schneider *et al.* (2025) reportaron por primera vez la presencia del membrácido neártico en la región y describieron el esquema de muestreo en campo aplicado en el presente estudio. Cada sitio fue visitado una vez al mes, con un total de 10 visitas; se establecieron cuadrantes de 12 vides (cv. Cabernet Sauvignon) a lo largo de los bordes de cada viñedo, adyacentes a vegetación natural, cubriendo un área aproximada de 587 m². Los especímenes fueron recolectados principalmente mediante un aspirador tipo D-vac, siguiendo el protocolo descrito por Schneider *et al.* (2025). Treinta individuos fueron seleccionados de la colección de Membracidae del proyecto global, ocho previamente identificados por Schneider *et al.* (2025) y 22 identificados en el presente trabajo mediante análisis morfológico y código de barras de ADN, siguiendo la misma metodología reportada previamente (Schneider *et al.*, 2025). Este conjunto constituyó el material utilizado para la detección molecular de GRBV. Durante el esfuerzo de muestreo descrito, ninguno de los membrácidos recolectados correspondió al periquito tricornudo de la alfalfa (*Spissistilus festinus*).

Para los ensayos de transmisión, se recolectaron manualmente 17 individuos vivos del membrácido neártico en mayo de 2024. Los insectos fueron transportados en recipientes plásticos de 950 mL con tapas de malla, acompañados de fragmentos de las vides en las que fueron encontrados. A su llegada al laboratorio, los insectos fueron transferidos a un arbusto de coyote (*Baccharis pilularis*), planta nativa no hospedante de GRBV (Wilson *et al.*, 2022), en macetas cubiertas con malla, donde se mantuvieron hasta el inicio del experimento al día siguiente.

Para obtener material donador de GRBV, se colectaron hojas de vid a partir de viñedos sospechosos de tener la enfermedad de la mancha roja (con base en la presencia de síntomas característicos) en sitios donde se observaron membrácidos durante el muestreo de insectos. Las hojas positivas a GRBV (confirmadas mediante PCR en tiempo real) se utilizaron como material donador en los ensayos de transmisión. Como material receptor se emplearon hojas de plantas de vid cv. Cabernet Sauvignon libres de GRBV, obtenidas de Guillaume Grapevine Nursery Inc. (Paso Robles, California, EUA) y confirmadas como negativas mediante PCR en tiempo real.

Los insectos y las hojas colectados en campo para análisis molecular fueron transportados al laboratorio en hieleras con geles congelados. A su llegada, los insectos fueron transferidos a tubos de microcentrífuga de 1.5 mL con etanol al 95 %, y tanto insectos como hojas fueron almacenados a -20 °C hasta su procesamiento.

Detección de GRBV por PCR en tiempo real (qPCR). Previo a la detección, los insectos fueron lavados dos veces con etanol al 70 %, seguidas de un enjuague con agua grado biología molecular bajo agitación suave para eliminar partículas virales adheridas a su superficie. El ADN total se extrajo tanto de los membrácidos como del tejido de vid utilizando el método CTAB descrito por Lodhi *et al.* (1994). La detección de GRBV se llevó a cabo mediante qPCR utilizando dos pares de cebadores descritos por Krenz *et al.* (2014), el par CPfor/CPprev dirigido al gen de la proteína de la cápside (*cp*), y el par Repfor/Repprev que amplifica una región del gen de la proteína asociada a replicación (*rep*). Las reacciones de qPCR se realizaron en un volumen final de 10 µL, conteniendo 0.1 µL de DreamTaq DNA Polymerase (Thermo Scientific™) y EvaGreen® Dye (20× en agua, Biotium), 1 µL de buffer DreamTaq 10× (Thermo Scientific™), 0.2 µL de mezcla de dNTPs (10 mM cada uno), 500 nM de cada cebador, y 1 µL de ADN molde (150 ng µL⁻¹). Las condiciones de amplificación fueron: desnaturalización inicial a 95 °C durante 3 min, seguida de 40 ciclos de 94 °C por 15 s, 61 °C por 30 s y 72 °C por 15 s. Se realizó una

curva de disociación de 65 a 95 °C, con incrementos de 0.5 °C cada 0.05 s. Las reacciones se llevaron a cabo en un sistema CFX96™ C1000 Touch™ (Bio-Rad™ Laboratories), y el análisis de datos se realizó con el software CFX Manager™ versión 3.0. Cada muestra fue analizada por duplicado. Las muestras se consideraron positivas a GRBV únicamente si presentaban amplificación con ambos pares de cebadores y cumplían todos los siguientes criterios: valor de C_q inferior a 30 ciclos, señal de fluorescencia superior al umbral (60 unidades relativas de fluorescencia, RFU), y temperaturas de desnaturalización (T_m) dentro del rango de referencia para muestras positivas (84.0 ± 1 °C). Todos los ensayos incluyeron un control negativo sin molde (NTC) y dos controles positivos: (1) un plásmido con un fragmento de 1.9 Kb de GRBV que incluye regiones parciales de los genes *cp* y *rep* (Palacios, 2019), y (2) ADN genómico de plantas infectadas con GRBV provenientes de un viñedo confirmado. Para el tejido vegetal, se incluyó un control interno dirigido al gen *rbcL* utilizando los cebadores Rbc1-F/Rbc1-R (Sánchez-Navarro *et al.*, 2005), bajo las mismas condiciones de amplificación. Para membrácidos, se amplificó un fragmento del gen 18S rRNA utilizando los cebadores Sf18SFor/Sf18Srev (Flasco *et al.*, 2023a).

Identificación taxonómica de insectos. Todos los especímenes utilizados en este estudio fueron identificados mediante un enfoque morfológico y, en algunos casos, molecular, como se reportó previamente (Schneider *et al.*, 2025). La identificación morfológica incluyó el examen de la genitalia masculina y la determinación de especie mediante claves taxonómicas de referencia (Caldwell, 1949; Dietrich y Dmitriev, 2006). La identificación molecular se basó en la secuenciación del gen *col*. (código de barras). Los amplicones de PCR fueron purificados y secuenciados por Macrogen Inc. (Gyeonggi-do, Corea del Sur), y la edición, alineación y generación de consensos se realizaron con BioEdit (Hall, 1999). La identidad de las especies se verificó mediante búsquedas de similitud en BLAST (Altschul *et al.*, 1990) y el Barcode of Life Data System (BOLD) (Ratnasingham y Hebert, 2007). Todas las secuencias nuevas fueron depositadas en la base de datos GenBank; los números de acceso se presentan en los Cuadros 1 y 2.

Estudio de campo. Los resultados individuales de todos los membrácidos del estudio de campo, incluidos los datos de los ensayos moleculares, se presentan en la Cuadro 1. Entre los sitios visitados, cuatro viñedos fueron considerados sospechosos de tener la enfermedad de la mancha roja de la vid con base en los síntomas de enrojecimiento de hoja de algunas plantas, pero solo dos viñedos fueron confirmados como positivos a GRBV. En estos últimos, el GRBV fue detectado en dos individuos del membrácido neártico (6.7 %, 2/30), lo que sugiere una posible asociación entre este insecto y el virus; sin embargo, la detección por sí sola no implica competencia vectorial. Esta prevalencia es consistente con los hallazgos de Hoyle *et al.* (2024), quienes reportaron presencia de GRBV en 6 % (48/758) de los individuos de esta especie, lo que contrasta con un 23 % (59/259) encontrado para el periquito tricornudo de la alfalfa (*S. festinus*). Los individuos positivos en nuestro estudio fueron recolectados durante junio y julio, período que coincide con reportes previos de detección de GRBV en vectores a partir de junio (Hebert *et al.*, 2003; Cieniewicz *et al.*, 2018), lo que sugiere que la adquisición viral puede iniciarse a principios del verano, cuando se da una reducción de hospedantes alternativos incrementando la alimentación sobre la vid y, en consecuencia, la probabilidad de transmisión del virus (Preto *et al.*, 2019).

Cuadro 1. Identificación taxonómica de membrácidos colectados en el estudio de campo, y detección molecular de GRBV.

Núm.	Mes de colecta (2023)	Viñedo (sitio)	Identificación		Detección de GRBV (qPCR)	Núm. Acceso GenBank ^x
			Morfológica	Molecular ^x		
1	Mayo	1	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	-	PX136203 ^z
2	Mayo	1	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	-	PX136206 ^z
3	Mayo	1	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	-	PX136207 ^z
4	Mayo	1	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
5	Mayo	1	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
6	Mayo	2	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	-	PQ509407 ^y
7	Mayo	2	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	-	PQ513532 ^y
8	Mayo	2	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	-	PX136202 ^z
9	Mayo	2	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	-	PQ514004 ^y
10	Mayo	2	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	-	PX136205 ^z
11	Mayo	3	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
12	Mayo	4	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
13	Mayo	4	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	-	PQ516711 ^y
14	Junio	1	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
15	Junio	1	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
16	Junio	1	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
17	Junio	1	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
18	Junio	2	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	+	PQ520535 ^y
19	Junio	2	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
20	Junio	3	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
21	Junio	3	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
22	Junio	5	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
23	Junio	5	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	-	PQ516700 ^y
24	Junio	5	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	-	PX136204 ^z
25	Junio	5	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
26	Julio	4	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z
27	Julio	5	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	-	PX136201 ^z
28	Julio	5	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	+	PQ516698 ^y
29	Julio	5	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	-	PQ520534 ^y
30	Julio	5	<i>T. wickhami</i>	na	-	na ^z

^x na, no aplicable; el ADN del individuo no fue analizado, la identificación se basó en caracteres morfológicos.

^y Individuos previamente identificados por Schneider *et al.* (2025).

^z Individuos identificados por primera vez en el presente estudio.

Ensayo de transmisión de GRBV. Para evaluar la capacidad de transmisión del virus, individuos del membrácido neártico fueron expuestos a hojas de vid cv. Cabernet Sauvignon infectadas con GRBV durante un período de acceso a la adquisición (AAP) de hasta cuatro días. Posteriormente, los insectos sobrevivientes fueron transferidos a jaulas que contenían hojas de vid cv. Cabernet Sauvignon libres de GRBV y mantenidos durante un período de acceso a la inoculación (IAP) de hasta nueve días, con un monitoreo sistemático de la mortalidad (Figuras 1 y 2). El experimento se llevó a cabo en laboratorio a temperatura ambiente, con temperaturas diarias de 18–22 °C (máxima) y 11–15 °C (mínima), bajo un fotoperiodo natural (14 h/10 h luz/oscuridad). Los individuos que murieron durante el ensayo fueron retirados progresivamente de las jaulas y preservados inmediatamente en etanol al 95 %, mientras que las hojas receptoras se mantuvieron en tubos con agua durante todo el periodo experimental para maximizar el potencial de replicación viral; posteriormente, todo el material biológico fue almacenado a –20 °C hasta la detección de GRBV mediante qPCR, conforme a lo descrito anteriormente.

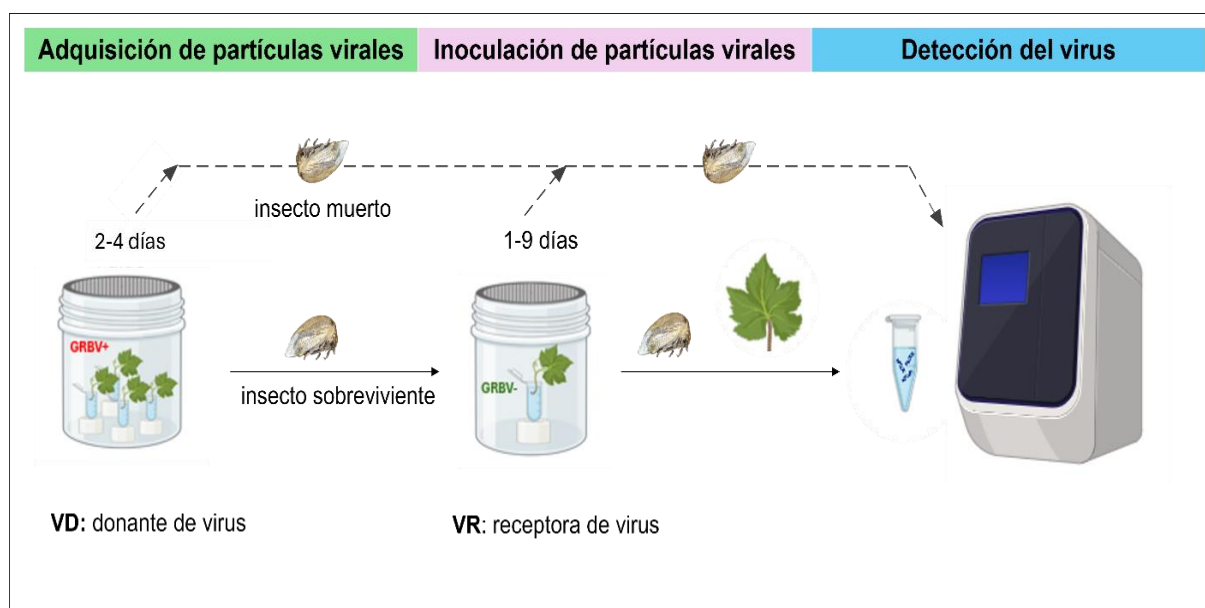


Figura 1. Representación esquemática del ensayo de transmisión de GRBV. Los insectos fueron inicialmente expuestos a hojas escindidas de una vid donadora infectada con GRBV y posteriormente transferidos a hojas escindidas receptoras de vides libres de GRBV para evaluar la posible transmisión del virus. Las hojas individuales se mantuvieron en agua. Las líneas discontinuas indican la remoción de los insectos muertos del interior de la jaula para la detección de GRBV al final del ensayo. La figura fue elaborada utilizando algunos elementos de BioRender.

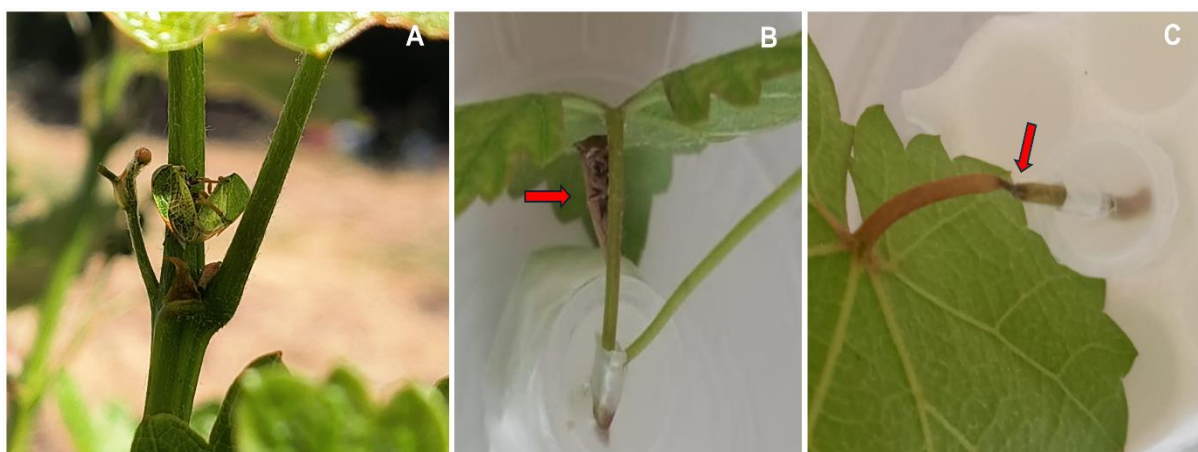


Figura 2. Ensayo de transmisión. **A)** Ejemplo de adultos del membrácido neártico recolectados manualmente en un viñedo, utilizados en el ensayo de transmisión. Crédito de la fotografía: Kyara Acosta Ramos. **B)** Vista interna de una jaula durante la fase de adquisición de partículas virales. El diseño de la jaula facilitó la interacción insecto-hoja. Una porción de los peciolo se mantuvo sumergida en agua estéril dentro de viales de 2 mL sellados con parafilm, lo que permitió mantener la hoja en posición vertical. **C)** Marca en forma de anillo en el peciolo de una hoja receptora, causada por daño mecánico tras la alimentación de un membrácido neártico.

Los resultados individuales de todos los insectos evaluados en el ensayo se presentan en el Cuadro 2. De los 17 individuos iniciales, el 53 % (9/17) murió antes de completar el período de acceso a la adquisición (AAP) de cuatro días, mientras que el 47 % restante (8/17) pasó a la fase de inoculación. Entre estos sobrevivientes, el 75 % (6/8) murió durante el período de acceso a la inoculación (IAP), y solo el 25 % (2/8) completó el IAP planificado de cuatro días, permaneciendo cinco días adicionales sobre las hojas receptoras. En comparación con la mortalidad observada durante el AAP en este estudio, el periquito tricornudo de la alfalfa presentó tasas de mortalidad de 10–20 % dentro de las 48 horas

posteriores a la exposición a vides infectadas, requiriéndose entre 30 y 40 individuos para poder obtener de seis a ocho sobrevivientes para el IAP (Flasco *et al.*, 2021).

Cuadro 2. Resultados del ensayo de transmisión de GRBV (*Grabovirus vitis*) por adultos del membrácido neártico.

Núm.	AAP ^x	IAP ^y	Identificación		Detección de GRBV (qPCR)		Núm. Acceso GenBank ^z
			Morfológica	Molecular ^z	Insecto	Hoja receptora	
1	4 d	9 d	<i>T. wickhami</i>	na	—	—	na
2	4 d	9 d	<i>T. wickhami</i>	na	—	—	na
3	4 d	< 1 d	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	+	—	PV684988
4	4 d	< 1 d	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	+	—	PV684989
5	4 d	< 1 d	<i>T. wickhami</i>	na	—	—	na
6	4 d	< 1 d	<i>T. wickhami</i>	na	—	—	na
7	4 d	< 1 d	<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	+	—	PV684990
8	4 d	< 1 d	<i>T. wickhami</i>	na	—	—	na
9	< 4 d		<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	+	—	PV684991
10	< 4 d		<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	+	—	PV684992
11	< 4 d		<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	+	—	PV684993
12	< 4 d		<i>T. wickhami</i>	na	—	—	na
13	< 4 d		<i>T. wickhami</i>	na	—	—	na
14	< 4 d		<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	+	—	PV684994
15	< 4 d		<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	+	—	PV684995
16	< 4 d		<i>T. wickhami</i>	<i>T. wickhami</i>	+	—	PV684996
17	< 4 d		<i>T. wickhami</i>	na	—	—	na

^x AAP, período de acceso a la adquisición, en días (d). ^yIAP, período de acceso a la inoculación, en días (d);, el insecto murió antes del IAP. ^zna, no aplicable; el ADN del individuo no fue analizado, la identificación se basó en caracteres morfológicos. Todos los insectos fueron identificados en el presente estudio.

En este estudio, el GRBV fue detectado en el 53 % (9/17) de los individuos, independientemente del tiempo de exposición a las hojas donadoras. Dado que los insectos utilizados en el ensayo de transmisión fueron recolectados en un viñedo con presencia de GRBV, no puede descartarse la existencia de carga viral previa. No obstante, al comparar la tasa de adquisición observada en el ensayo con la prevalencia de GRBV en insectos recolectados en el mismo viñedo (14 % (1/7)), los resultados evidencian la eficiencia de la adquisición activa del virus bajo condiciones controladas y con exposición exclusiva a material infectado. En comparación, Bahder *et al.* (2016) reportaron 75 % (15/20) de adquisición en el periquito tricornudo de la alfalfa después de 48 horas de exposición a vides infectadas. De manera similar, *T. albidosparsus* presentó el virus en el 60 % (3/5) de los casos en condiciones de invernadero y en el 25 % (1/4) en laboratorio, ambos con un AAP de seis días (Dalton, 2020).

La alimentación exitosa fue evidenciada por una marca en forma de anillo en el pecíolo de la hoja de vid receptora (Figura 2C); sin embargo, no se detectaron títulos virales. La ausencia de transmisión podría atribuirse a períodos insuficientes de acceso a la adquisición e inoculación, lo que probablemente limitó que el virus alcanzara las glándulas salivales del insecto, órgano clave para la transmisión (Flasco *et al.*, 2023b). Flasco *et al.* (2021) reportaron que el GRBV es detectable en el intestino del periquito tricornudo de la alfalfa después de cinco días y en la cabeza y las glándulas salivales después de 10 días.

Por su parte, Hoyle *et al.* (2024) no detectaron al virus en ninguna de las 50 cabezas de *T. wickhami* analizadas; sin embargo, la prevalencia de GRBV en los viñedos muestreados osciló entre 1 y 78 %, y se desconoce si los insectos disectados provenían de áreas de alta o baja incidencia. Dado que los insectos se alimentaron libremente tanto de plantas sanas como infectadas, resulta imposible determinar si el AAP fue suficiente para que el virus alcanzara el órgano clave para la transmisión. En contraste, en *T. albidosparsus*, el GRBV ha sido detectado en el abdomen y en las glándulas salivales en 1 de 20 individuos analizados (Zalom *et al.*, 2019), lo que indica que la adquisición puede ocurrir bajo condiciones específicas. Investigaciones adicionales sobre el tropismo de GRBV en el membrácido neártico aportarían información valiosa en este sentido.

CONCLUSIONES

La detección de GRBV mediante qPCR en individuos del membrácido neártico (*Tortistilus wickhami*) recolectados en campo, junto con los resultados preliminares de los ensayos de transmisión, indican que esta especie es capaz de adquirir partículas virales durante la alimentación tanto en condiciones naturales como controladas. Sin embargo, no se observó transmisión de GRBV en los ensayos realizados en este estudio.

En conjunto con los hallazgos reportados por Hoyle *et al.* (2024), estos resultados indican que el membrácido neártico no actúa como vector de GRBV. Por lo tanto, a pesar de su presencia en viñedos donde el virus ha sido detectado, la evidencia disponible sugiere que esta especie no contribuye a la transmisión o epidemiología del GRBV en viñedos. Este resultado es relevante para los técnicos de campo encargados del desarrollo de planes de manejo vitícola.

Limitaciones. Un desafío importante en los experimentos de transmisión viral con membrácidos es el establecimiento de colonias en laboratorio. Zalom *et al.* (2018) reportaron que no fue posible mantener colonias reproductivas de *Tortistilus*, lo que evidencia la fragilidad de estos insectos fuera de su hábitat natural. En consecuencia, el protocolo de transmisión en este estudio se ajustó en función de la supervivencia de los insectos observada en ensayos preliminares (datos no mostrados). Para sobrellevar estos retos, los ensayos de transmisión se realizaron utilizando hojas de vid escindidas en lugar de plantas completas, lo cual puede representar una limitación debido a que el GRBV es un virus restringido al floema. No obstante, las hojas escindidas también han sido utilizadas como material receptor en experimentos de transmisión de GRBV. En el estudio de Flasco *et al.* (2021), las hojas desprendidas se emplearon exclusivamente como tejido receptor, mientras que la adquisición viral ocurrió en plantas completas de vid.

Conflicto de interés. Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Financiamiento. Esta investigación fue apoyada por el antiguo Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) mediante una beca de maestría otorgada a CF-V (CVU: 1247582). Asimismo, fue parcialmente financiada por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE, proyecto JC-T 683210) y por CONAHCYT (convocatoria FOP02-2021-4, proyecto JC-T 316602).

Agradecimientos. Agradecemos al Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Baja California (CESVBC) y a los productores locales por permitir el acceso a los viñedos durante el muestreo. Estamos agradecidos con S. Ceccarelli, J. I. Mojarás Barrera y M. Rosales Leija

por sus valiosas sugerencias y aportes durante el desarrollo de este trabajo. Reconocemos el apoyo de los estudiantes de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) que participaron en diversas etapas del proyecto: K. Acosta, J. A. Aguilar López, S. I. Ibáñez López, B. B. Salas Escudero, R. S. Navarro y A. Trujillo. Un agradecimiento especial a K. Acosta por su trabajo en la preparación de ejemplares, identificación taxonómica, obtención de imágenes y trabajo de campo. Finalmente, agradecemos a Eugenio Figueroa por proporcionar plantas de vivero, a Edna Sánchez por su apoyo técnico, y a todas las demás contribuciones que hicieron posible este trabajo.

Contribución de los autores. Conceptualización: JC-T, DS; Metodología: CF-V, DS, IM-S; Muestreo y análisis de datos: CF-V, DS; Obtención de financiamiento: JC-T; Supervisión: JC-T, DS, IM-S; Redacción del borrador original: CF-V; Revisión y edición del manuscrito: CF-V, IM-S, DS, JC-T.

REFERENCIAS

- Altschul SF, Gish W, Miller W, Myers EW and Lipman DJ. 1990. Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology* 215: 403–410. [https://doi.org/10.1016/S0022-2836\(05\)80360-2](https://doi.org/10.1016/S0022-2836(05)80360-2).
- Bahder BW, Zalom FG, Jayanth M and Sudarshana MR. 2016. Phylogeny of geminivirus coat protein sequences and digital PCR aid in identifying *Spissistilus festinus* as a vector of grapevine red blotch-associated virus. *Phytopathology* 106: 1223–1230. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-16-0125-FI>.
- Caldwell JS. 1949. A generic revision of the treehoppers of the tribe Ceresini in America north of Mexico, based on a study of the male genitalia. *Proceedings of the United States National Museum* 98: 491–521. <https://doi.org/10.5479/si.00963801.98-3234.491>.
- Cieniewicz EJ, Pethybridge SJ, Loeb G, Perry Ka and Fuchs M. 2018. Insights into the ecology of grapevine red blotch virus in a diseased vineyard. *Phytopathology* 108: 94–102. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-17-0239-R>.
- Dalton DT. 2020. Evaluation of grapevine red blotch virus epidemiology with reference to potential insect vectors. Doctoral dissertation. Oregon State University. https://ir.library.oregonstate.edu/concern/graduate_thesis_or_dissertations/3x816t504
- Díaz-Lara A, Aguilar-Molina VH, Monjarás-Barrera JI, Vončina D, Erickson TM and AlRwahnih M. 2023a. Potential implications and management of grapevine viruses in Mexico: a review. *International Journal of Plant Biology* 14: 177–189. <https://doi.org/10.3390/ijpb14010015>.
- Díaz-Lara A, Stevens K, Aguilar-Molina VH, Fernández-Cortés JM, Chabacano-León VM, *et al.* 2023b. High-throughput sequencing of grapevine in Mexico reveals a high incidence of viruses including a new member of the genus Enamovirus. *Viruses* 15: 1561. <https://doi.org/10.3390/v15071561>.
- Dietrich CH and Dmitriev DA. 2006. Review of the New World genera of the Leafhopper Tribe Erythroneurini (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybae). *Illinois Natural History Survey Bulletin* 37 118–190. <https://doi.org/10.21900/j.inhs.v37.121>.
- Fiallo-Olivé E, Lett JM, Martin DP, Roumagnac P, Varsani A, *et al.* 2021. ICTV virus taxonomy profile: Geminiviridae 2021. *Journal of General Virology* 102: 001696. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001696>.
- Flasco MT, Hoyle V, Cieniewicz EJ, Loeb G, McLane H, *et al.* 2023a. The three-cornered alfalfa hopper, *Spissistilus festinus*, is a vector of grapevine red blotch virus in vineyards. *Viruses* 15: 927. <https://doi.org/10.3390/v15040927>.
- Flasco M, Hoyle V, Cieniewicz EJ and Fuchs M. 2023b. Transmission of grapevine red blotch virus: a virologist's perspective of the literature and a few recommendations. *American Journal of Enology and Viticulture* 74: 0740023. <https://doi.org/10.5344/ajev.2023.23020>.
- Flasco M, Hoyle V, Cieniewicz EJ, Roy BG, McLane HL, *et al.* 2021. Grapevine red blotch virus is transmitted by the three-cornered alfalfa hopper in a circulative, nonpropagative mode with unique attributes. *Phytopathology* 111: 1851–1861. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-02-21-0061-R>.
- García-Reséndiz KG, Moyano-Briones G, López-Simancas P, Úrbez-Torres JR, Hernández-Martínez R and Carrillo-Tripp J. 2025. Epidemiological survey of grapevine leafroll and red blotch diseases in Baja California, Mexico. *American Journal of Enology and Viticulture* 76: 0760007. <https://doi.org/10.5344/ajev.2025.24059>.
- Gasperin-Bulbarela J, Licea-Navarro AF, Pino-Villar C, Hernández-Martínez R and Carrillo-Tripp J. 2019. First report of grapevine red blotch virus in Mexico. *Plant Disease* 103: 381–381. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-18-1227-PDN>.
- Hall TA. 1999. BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95–98. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/29520866/1999hall1-libre.pdf>.

- Hebert PDN, Cywinska A, Ball SL and deWaard JR. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. Proceedings of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences 270: 313–321. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2218>.
- Hoyle VJ, McGinnity Schneider EJ, McLane HL, Wunsch AO, Fendell-Hummel HG, *et al.* 2024. Assessing the potential of *Tortistilus* (Hemiptera: Membracidae) from northern California vineyards as vector candidates of grapevine red blotch virus. *Insects* 15: 664. <https://doi.org/10.3390/insects15090664>.
- International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). <https://ictv.global/>. Consulted August, 2023.
- Kahl D, Úrbez-Torres JR, Kits J, Hart M, Nyirfa A and Lowery DT. 2021. Identification of candidate insect vectors of grapevine red blotch virus by means of an artificial feeding diet. *Canadian Journal of Plant Pathology* 43: 905–913. <https://doi.org/10.1080/07060661.2021.1930174>.
- Krenz B, Thompson JR, McLane HL, Fuchs M and Perry KL. 2014. Grapevine red blotch-associated virus is widespread in the United States. *Phytopathology* 104: 1232–1240. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-02-14-0053-R>.
- LaFond HF, Vollenberg DS, Schoelz JE and Finke DL. 2022. Identification of potential grapevine red blotch virus vector in Missouri vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture* 73: 247–255. <https://doi.org/10.5344/ajev.2022.21056>.
- Moreno-Ortiz R. 2025. La industria del vino tinto en México. El impacto económico de la Ruta del Vino Tinto en el Valle de Guadalupe. *Revista UGC* 3: 139–146. <https://universidadugc.edu.mx/ojs/index.php/rugc/article/view/82>.
- Lodhi MA, Ye GN, Weeden Nfa and Reisch BI. 1994. A simple and efficient method for DNA extraction from grapevine cultivars and *Vitis* species. *Plant Molecular Biology Reporter* 12: 6–13. <https://doi.org/10.1007/BF02668658>.
- Palacios GAK. 2019. Identificación de geminivirus aislados de vid en Baja California. Tesis de Licenciatura en Ciencias Agrogenómicas. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://132.248.9.195/ptd2019/noviembre/0798400/Index.html>.
- Preto CR, Bahder BW, Bick EN, Sudarshana MR and Zalom FG. 2019. Seasonal dynamics of *Spissistilus festinus* (Hemiptera: Membracidae) in a Californian vineyard. *Journal of Economic Entomology* 112: 1138–1144. <https://doi.org/10.1093/jee/toz022>.
- Ratnasingham S and Hebert PDN. 2007. BOLD: the barcode of life data system (<http://www.barcodinglife.org>). *Molecular Ecology Notes* 7: 355–364. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01678.x>.
- Ricketts KD, Gómez MI, Fuchs MF, Martinson TE, Smith RJ, *et al.* 2017. Mitigating the economic impact of grapevine red blotch: optimizing disease management strategies in U.S. vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture* 68: 127–135. <https://doi.org/10.5344/ajev.2016.16009>.
- Rumbaugh AC, Sudarshana MR and Oberholster A. 2021. Grapevine red blotch disease etiology and its impact on grapevine physiology and berry and wine composition. *Horticulturae* 7: 552. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7120552>.
- Sanchez-Navarro JA, Aparicio F, Herranz MC, Minafra A, Myrta A and Pallas V. 2005. Simultaneous detection and identification of eight stone fruit viruses by one-step RT-PCR. *European Journal of Plant Pathology* 111: 77–84. <https://doi.org/10.1007/s10658-004-1422-y>.
- SADER. 2022. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Comunicado núm 505: Inicia este lunes en México el 43 Congreso Mundial de la Viña y del Vino, el evento más importante del mundo en su ramo. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/inicia-este-lunes-en-mexico-el-43-congreso-mundial-de-la-vina-y-del-vino-el-evento-mas-importante-del-mundo-en-su-ramo>. Consulted August, 2023.
- Schneider D, Ford-Villalón C, Acosta-Ramos K, Carrillo-Tripp J, Monjarás-Barrera JI, *et al.* 2025. First record of *Tortistilus wickhami* (Van Duzee, 1908) (Hemiptera: Membracidae) in vineyards of Valle de Guadalupe, Baja California, Mexico. *Psyche: A Journal of Entomology* 2025: 8375004. <https://doi.org/10.1155/psyc/8375004>.
- Sudarshana MR, Perry KL and Fuchs MF. 2015. Grapevine red blotch-associated virus, an emerging threat to the grapevine industry. *Phytopathology* 105: 1026–1032. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-12-14-0369-FI>.
- Wilson H, Hogg BN, Blaisdell GK, Andersen JC, Yazdani AS, *et al.* 2022. Survey of vineyard insects and plants to identify potential insect vectors and noncrop reservoirs of grapevine red blotch virus. *PhytoFrontiers* 2: 66–73. <https://doi.org/10.1094/PHYTOFR-04-21-0028-R>.
- Zalom FG, Daane K, Kurtural K, Smith MR and Walton V. 2019. Biology and role of treehoppers in grapevine red blotch disease. Interim progress report for CDFA agreement No.18-0398-000-SA, University of California. <https://static.cdfa.ca.gov/PiercesDisease/reports%2F2019%2FZalom->. Consulted August, 2023.
- Zalom FG, Sudarshana MR, Daane K, Kurtural K, Smith MR and Walton V. 2018. Biology and role of treehoppers in grapevine red blotch disease. Interim progress report for CDFA agreement No.18-0398-000-SA, University of California. https://static.cdfa.ca.gov/PiercesDisease/reports%2f2019%2fZalom%20-%202021_2018%20renewal%20rpt.pdf. Consulted August, 2023.