

Universidad Autónoma de Baja California

FACULTAD DE ENOLOGÍA Y GASTRONOMÍA



Facultad de
Enología y
Gastronomía

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE PROTOCOLOS DE TERMOTERAPIA
CON AGUA CALIENTE EN LA FISIOLOGÍA DEL MATERIAL
PROPAGATIVO DE VID (*Vitis vinifera* L.) CV. MISIÓN DE BAJA
CALIFORNIA (MÉXICO)**

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO

DE LA ESPECIALIDAD DE VITICULTURA Y ENOLOGÍA

POR

PAULINA VEGA LEÓN

DIRECTORA DE TRABAJO TERMINAL

DRA. CRISTINA DOMÍNGUEZ CASTRO

3 DE ABRIL DE 2025, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO



"2025, año del Turismo Sostenible como impulsor del Bienestar Social y Progreso"

Facultad de Enología y Gastronomía



VOTOS APROBATORIOS DEL TRABAJO DESARROLLADO EMITIDO POR EL COMITÉ DE TRABAJO TERMINAL Y FIRMADA POR SUS MIEMBROS.

"Evaluación del efecto de protocolos de termoterapia con agua caliente en la fisiología del material propagativo de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Misión de Baja California (México)" TRABAJO TERMINAL

Para cubrir los requisitos necesarios para obtener el título de la

ESPECIALIDAD EN VITICULTURA Y ENOLOGÍA

Presentada

PAULINA VEGA LEÓN

No. 374875

A quien el Comité de Trabajo Terminal autoriza el trabajo terminal, después de haber efectuado una revisión minuciosa del mismo y de acuerdo con el Art. 19 del R.G.E.P.E.P. las y los señores profesores emiten los siguientes votos aprobatorios mediante rúbrica:

Dra. Cristina Domínguez Castro
DIRECTORA

Dr. Guillermo Raúl Castillo Sánchez
SINODAL

Dr. José Irving Monjarás Barrera
SINODAL

Ensenada, Baja California, 14 de marzo de 2025
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"

C.c.p.- Archivo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE ENOLOGÍA
Y GASTRONOMÍA

Resumen

La propagación asexual por estacas de *Vitis vinifera* ha adquirido una gran relevancia debido a su bajo costo y la disminución del tiempo de espera en el crecimiento de la planta. No obstante, también es un considerable foco de diseminación de plagas y enfermedades. El termotratamiento con agua caliente (TAC) se presenta como una técnica desarrollada para la desinfección del material propagativo, demostrando su eficacia contra hongos, insectos, fitoplasmas, bacterias y nemátodos. A pesar de sus beneficios, hay estudios que han sugerido que existe un efecto negativo del termotratamiento sobre el desarrollo fisiológico de la vid. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de protocolos de TAC sobre la fisiología de plantas del cultivar de vid (*Vitis vinifera* L.) Misión, recolectadas en Baja California y termotrataadas a 50, 53 y 55 °C durante 30 y 45 minutos, para su posterior enraizado y plantación. Los resultados revelaron que el rango de 50 a 53 °C tuvo efectos positivos al favorecer un mejor desarrollo en las etapas de calogénesis y rizogénesis en comparación con el grupo control. Sin embargo, el tratamiento de los sarmientos a 55 °C resultó en una tasa de supervivencia de plántulas de menos del 10%, en cualquiera de los tiempos de exposición ensayados, en contraste con el 100% observado en el grupo control. En la etapa de desarrollo vegetativo, no se observaron diferencias significativas en la elongación del pámpano entre los TAC a 50 y 53 °C, respecto al grupo control. La temperatura juega un papel decisivo en el desarrollo fisiológico de las plántulas en comparación con el factor tiempo, el cual no mostró un impacto estadísticamente significativo.

Palabras clave: Termoterapia con Agua Caliente, *Vitis vinifera*, propagación asexual.

Abstract

Asexual propagation by cuttings of *Vitis vinifera* has gained great relevance due to its low cost and the reduction of waiting time in plant growth. However, it is also a significant source of pest and disease spread. Hot Water Treatment (HWT) emerges as a technique developed for the disinfection of propagative material, demonstrating its effectiveness against fungi, insects, phytoplasmas, bacteria, and nematodes. Despite its benefits, there are documented studies that suggest that HWT have a negative impact on the physiological development of the grapevine. The aim of this study was to evaluate the effect of HWT protocols on the physiology of Mission grapevine (*Vitis vinifera* L.) plants collected in Baja California and treated at 50, 53, and 55 °C for 30 and 45 minutes, followed by callogenesis, rhizogenesis, and planting. The results revealed that the range of 50 to 53 °C had positive effects, promoting better development in the callogenesis and rhizogenesis stages compared to the control group. However, a temperature of 55 °C resulted in a survival rate of 10%, contrasting with the 100% observed in the control group. In the final stage, no significant differences were observed in shoot elongation between the HWT at 50 and 53 °C compared to the control group. Temperature plays a decisive role in the physiological development of seedlings compared to the time factor, which did not show a statistically significant impact.

Key words: Hot Water Treatment, *Vitis vinifera*, asexual propagation.

Agradecimientos

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres y hermanos por apoyarme siempre en mis proyectos, sin ellos este nuevo logro académico no hubiera sido posible. También a mis amigos que mostraron su apoyo incondicional a la distancia, fue pilar para el éxito de este nuevo capítulo en mi vida profesional. Finalmente agradezco a la Universidad Autónoma de Baja California y profesores por su dirección en el desarrollo de esta investigación.

Índice

Resumen	5
Abstract	6
Introducción	7
• La vid en México	7
• Importancia histórica de la varietal Misión	9
• Termoterapia con agua caliente	10
Justificación	13
Objetivos	14
Materiales y métodos	14
• Recolección, selección y TAC de material propagativo	14
• Evaluación fisiológica del material termotratado	16
• Análisis estadístico	18
Resultados	18
Discusión	26
Conclusiones	31
Referencias	32

Introducción

- **La vid en México**

La vid (*Vitis vinifera* L.) a nivel mundial, es el cultivo frutícola con la mayor explotación agrícola e importancia económica (Bouquet et al., 2007). El fruto de esta planta trepadora y leñosa, puede ser utilizada como producto fresco, destinarse a su pasificación, o bien, ser utilizado para la producción de jugos o bebidas alcohólicas, por ejemplo, destilados y el vino (Alston & Sambucci, 2019).

Las condiciones de clima cálido sin exceso de humedad y una latitud media favorecen el crecimiento de la vid. Regiones con estos parámetros se encuentran localizados en el continente americano (California en Estados Unidos y Mendoza en Argentina, mayoritariamente), europeo (Sur de Francia, norte de España e Italia), africano (Stellenbosch) y Oceanía (Australia). Sin embargo, alrededor del mundo se han desarrollado diversas técnicas vitivinícolas que permiten tener plantaciones de vid en diferentes países, adaptándose a las condiciones climáticas de la región (Khan et al., 2020).

México también es productor de uva de mesa y para vinificación con alrededor de 36 000 hectáreas con plantación de viñedos productores de uva de mesa, uva pasa y uva para producción de bebidas alcohólicas (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023). Estas zonas productoras se distribuyen en todo el país, principalmente en los estados de Sonora (61.42 %), Zacatecas (18.72 %), Baja California (11.97 %), Jalisco (3.3 %) y Aguascalientes (2.6 %) (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2024). Sin embargo, de estos estados la producción de uva para vinificación la lideran los estados de Zacatecas y Baja California, que aportan el 71 % de uva para vinificación (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2022), siendo Baja California el mayor productor del vino mexicano con un 85 % de la producción (The Food Tech, 2024). Dentro de este estado, Ensenada concentra el 70 % de la superficie dedicada al cultivo de la vid, es decir, alrededor de 3 800 hectáreas en el 2019 (Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural Baja California, 2020)

Existen diversas regiones vitivinícolas en el estado de Baja California, desde el norte cerca de la frontera con Tijuana, continuando hacia el sur por la costa oeste. Las principales regiones ubicadas en el municipio de Ensenada son Valle de Guadalupe, Santo Tomás, San Vicente, Ojos Negros y Piedras Gordas; mientras que en el municipio de Tecate se encuentran Valle de Tanamá y Valle de las Palmas (Secretaría de Agricultura Baja California y Desarrollo Rural, 2023).

- **Importancia histórica de la varietal Misión**

El cultivo de la vid en México inició junto con la evangelización en la época de la conquista española (Siglo XVI), ya que se requería vino para las ceremonias religiosas (Covarrubias & Thach, 2015). Debido a esta intervención de España, los primeros varietales establecidos fueron españoles, entre la cuales se ha reportado la varietal Listán Prieto, originaria específicamente de Castilla (Aliquo et al., 2017; Milla-Tapia et al., 2007). El nombre de Listán Prieto es como se denomina en España; sin embargo, en Argentina es conocida como Criolla Chica; y en México como Misión (Lacoste et al., 2019; Fig. 1). Esta variedad tiene no sólo una importancia histórica, al mismo tiempo, presenta grandes ventajas sobre otras varietales, debido a su amplia tolerancia a climas cálidos y sequía. Estas características permitieron una buena adaptación en el territorio mexicano y asimismo, el comienzo de la industria vinícola.

A lo largo del tiempo esta variedad fue desplazada por otras más comerciales y solo hay pocos viñedos en Baja California que aún cultivan Misión, lo cual la ha puesto en peligro de extinción. Sin embargo, en los últimos años, Ensenada y áreas contiguas han enfrentado grandes sequías y han comenzado a ver la varietal Misión como una posible alternativa, ya que además de su baja necesidad hídrica, también se considera que tiene ligera tolerancia al hongo Oídio (*Uncinula necator*) y a la falsa araña roja de la vid (*Brevipalpus chilensis*) (Díaz & Morales, 2015). También los rendimientos del jugo obtenido son aceptables; sin embargo, los mostos tienen una baja acidez y pH elevados. Estas características permiten obtener vinos alcohólicos que pueden destinarse a producción de vinos de postre (Cabello et al., 2009).

Figura 1. Características morfológicas de hoja adulta (a), baya (b) y racimos (c) de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Listán Prieto. Imagen modificada de Cabello et al., 2009.



Además de los beneficios ya mencionados, investigaciones en Chile han documentado que el varietal Misión ha adquirido un nuevo valor al ser utilizado para la producción de vinos espumosos de calidad (Gutiérrez-Gamboa, 2020). Asimismo, la implementación de mejores técnicas de vinificación; así como tecnología, pueden dar como resultado vinos de mayor calidad (Carrasco-Begheli, 2014).

- **Termoterapia con agua caliente**

La vid (*Vitis vinifera*) es una especie que puede propagarse a través de estrategias de reproducción sexual y asexual. La primera estrategia consiste en la fecundación y polinización de los órganos sexuales de la planta, derivando en la

recombinación del material genético y fomentando la diversidad de los individuos (Forneck et al., 2009). Por su parte, en la reproducción asexual, los especímenes propagados son idénticos a la planta madre, lo cual permite seleccionar y multiplicar plantas con características ventajosas a nivel agronómico y/o enológico.

En la vid, el material propagativo tradicionalmente empleado para la reproducción asexual es el sarmiento, es decir, el cual al estar en estado de dormancia dificulta la identificación de enfermedades y plagas (Waite et al., 2014). Para su uso, éste debe seleccionarse detenidamente en función del grosor, número de yemas y estado sanitario. El material se somete a condiciones favorables de temperatura y humedad que permiten su enclavado y enraizado. Finalmente, la viabilidad de la plántula dependerá de la limpieza y calidad del material de propagación, almacenamiento del mismo, así como los procesos dentro del vivero para evitar la contaminación de los sarmientos con enfermedades de la vid o generación de heridas durante su manipulación (Morton & Waite, 2007).

Este tipo de estrategia de propagación presenta varias ventajas a nivel productivo, entre las que destaca su bajo costo y que implica la reducción del tiempo de establecimiento de las plantaciones, además de que no requiere personal cualificado. Sin embargo, plantea otras problemáticas, como la reproducción y dispersión de material vegetal enfermo. La estrategia más efectiva para prevenir complicaciones en el viñedo consiste en plantar vides que estén libres de patógenos (Monis, 2010). El tener plantas enfermas se traduce en una mayor inversión en el uso de agroquímicos y fertilizantes que permitan tener un buen desarrollo; sin embargo, el uso excesivo de estos productos tiene un efecto negativo en el suelo, degradando la tierra al promover la desertificación y reducción de la diversidad biológica. En este sentido, la óptima alternativa para obtener plantas de vid con la máxima calidad fitosanitaria en la actualidad implica la combinación de diversas estrategias de control, tales como la aplicación de fungicidas y la termoterapia mediante agua caliente (TAC). Este enfoque se complementa con el uso de material vegetal de partida, como las plantas madre, que esté libre de estos patógenos (Agustí-Brisach et al., 2014).

La TAC es una técnica de desinfección de tejido vegetativo para propagación, donde por medio de exposición a condiciones térmicas se busca la eliminación de patógenos. En *Vitis vinifera*, el material propagativo se sumerge en agua a una temperatura que oscila entre los 50 y 53 °C, durante un periodo determinado (Lade et al., 2022). Mediante este tratamiento es posible lograr la eliminación de bacterias, como *Agrobacterium vitis* (Soltekin & Ophel et al., 1990; Burr et al., 1996; Soltekin & Altindişli, 2017). También ha demostrado ser eficiente en la disminución de hongos relacionados a las enfermedades de la madera (Edwards et al., 2004; Fourier & Halleen, 2005; Eskalen et al., 2007; Halleen et al., 2007, Gramaje et al., 2009).

Incluso se ha reportado tener efecto en los fitoplasmas causantes de la Flavescencia dorada, enfermedad de Pierce (Caudwell et al., 1997) y necrosis bacteriana de la vid (Psallidas & Argyropoulou, 1994).

Debido a los resultados demostrados contra patógenos exógenos tanto en sarmientos como en barbados, se han desarrollado metodologías para usar esta técnica para eliminación de nemátodos, ácaros e insectos en el material propagativo de la vid (Nicholas et al., 1992). En el grupo de los insectos se encuentran la filoxera y el piojo harinoso de la vid (*Planococcus ficus*). Este último puede generar malformaciones y disminuir la calidad de la baya (Catania et al., 2007), así como actuar como vector del virus que provoca el enrollamiento de las hojas (Duarte, 2020). Este insecto, detectado en México en el 2014, ha reportado pérdidas económicas entre el 30 y 100%, colocándose así como una de las mayores amenazas en el cultivo de la vid (CESVBC, 2020).

La TAC ha sido ampliamente empleado en viveros productores de vid como un método de desinfección práctico, eficaz y económico para disminuir la carga fitopatológica del material vegetal (Goussard, 1977; Burr et al., 1989). Se ha demostrado que sarmientos con baja calidad sanitaria presentan más dificultades para establecerse en campo y menor rendimiento en cuanto a producción (Jordan, 1997). Sin embargo, diversas investigaciones han revelado que exponer los sarmientos o barbados a estas condiciones de temperatura puede repercutir en el desarrollo fisiológico de las futuras plantas (Lade et al., 2022). Aunado a ello, no hay suficientes

estudios que aborden el efecto de termoterapia en la fenología de la vid (Soltekin & Altindişli, 2017) a nivel mundial, ni tampoco investigaciones de referencia en México. Por ello, es recomendable realizar investigaciones donde se evalúen los rangos de temperatura y tiempo de exposición ideales para la eliminación de los patógenos, sin perjudicar el desarrollo fisiológico de la vid (Gramaje et al., 2008; Bertsch et al., 2013).

Justificación

Actualmente en Baja California, no hay viveros vitícolas públicos ni privados, por lo tanto, no hay abastecimiento de plantas de vid libres de plagas y enfermedades. Estos patógenos, tales como hongos, bacterias, virus y fitoplasmas, no sólo disminuyen la calidad de la uva y del vino, sino que también puede provocar un acortamiento de la esperanza de vida de las plantas, y por consecuencia, una pérdida económica, al disminuir la rentabilidad del cultivo (Morton & Waite, 2007).

Numerosos organismos patógenos que causan enfermedades en las vides poseen la capacidad de propagarse y resultan difíciles de gestionar una vez que se establecen en el viñedo. A pesar de la eficacia de protocolos de TAC en el control de patógenos en sarmientos y barbados de vid, se recomienda la evaluación de los rangos de temperatura y tiempos de exposición enfocado a los cultivares bajo estudio y a las condiciones ambientales de las zonas vitivinícolas en los que éstos se desarrollan (Gramaje & Armengol, 2009) .

Asimismo, este proyecto pionero en la región, sienta las bases para futuras investigaciones sobre la sanidad vegetal con la aplicación de TAC. Los resultados obtenidos de este trabajo dan pauta a nuevas investigaciones del efecto de protocolos de termoterapia con agua caliente, en cuanto al estado fitosanitario y fenología de las plántulas obtenidas. Lo cual no sólo es beneficioso en líneas de investigación sino que además, tiene un impacto directo a los viticultores y enólogos que deseen propagar la variedad Misión para incluir sus características en la elaboración de vino.

Objetivos

Por todo lo anterior, en el presente proyecto de investigación el principal enfoque fue evaluar el efecto de los protocolos de termoterapia con agua caliente sobre la fisiología de las plantas de vid cultivar (*Vitis vinifera* L.) Misión, recolectados en la región vitivinícola de Baja California.

Para lograr el objetivo principal, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Estudiar los parámetros fisiológicos de porcentaje de encallado, enraizado y brotación de yemas en los sarmientos termotratados.
- Evaluar los diámetros de callo formados por cada sarmiento, así como la longitud de las raíces desarrolladas y pámpanos brotados.
- Determinar el porcentaje de supervivencia de plántulas obtenidas para cada tratamiento.

Materiales y métodos

● Recolección, selección y TAC de material propagativo

La prospección del material propagativo para el presente estudio se realizó en un viñedo ecológico dentro del municipio de Tecate, Baja California (Figura 2a), durante la etapa fenológica de reposo. En esta localización, se recolectaron sarmientos de vid (*Vitis vinifera*) cv. Misión completamente agostados y con yemas latentes visibles (Figura 2b). Este material fue trasladado al laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Enología y Gastronomía de la Universidad Autónoma de Baja California y resguardado en refrigeración a 4 °C en bolsas de plástico negras con perlita, con el objetivo de mantener su viabilidad hasta su tratamiento.

Figura 2. Recolección en campo (a) y selección de material propagativo de vid (*Vitis vinifera* L.) Misión (b) empleado para el presente trabajo. Fuente: Autoría propia.



Tras la recolección, se seleccionaron sarmientos con un grosor mínimo de 8 mm, una longitud de aproximadamente 45 cm y que presentaran entre 6 y 7 yemas latentes (Figura 2b).

Para evaluar el efecto de la temperatura y el tiempo sobre el material propagativo, se diseñó un sistema de TAC basado en el uso de cuatro recipientes de 20 L de poliestireno expandido con agua purificada y termocirculadores de inmersión de temperatura controlada (PolyScience MX-CA11B, EUA; Figura 3.). En el primer recipiente se retiró el exceso de perlita procedente de su almacenaje y otros residuos presentes de manera superficial en el material propagativo con agua purificada a temperatura ambiente (20 °C). Posteriormente, se sumergieron los sarmientos en el segundo contenedor durante diez minutos a una temperatura de 25 °C, con el objetivo de favorecer su aclimatación, evitando el choque producido por temperaturas superiores de la termoterapia, así como permitir su hidratación. A continuación, en el tercer recipiente, se aplicaron los tratamientos de termoterapia, ensayándose el efecto de la exposición de las estacas a temperaturas de 50, 53 y 55 °C durante 30 y 45

minutos, además de un tratamiento control. Finalmente, en el cuarto recipiente, los sarmientos se enfriaron a temperatura ambiente (18 °C) durante 15 minutos.

Figura 3. Montaje de sistema para ejecución de protocolo de Termoterapia con Agua Caliente (TAC). Fuente: Autoría propia.

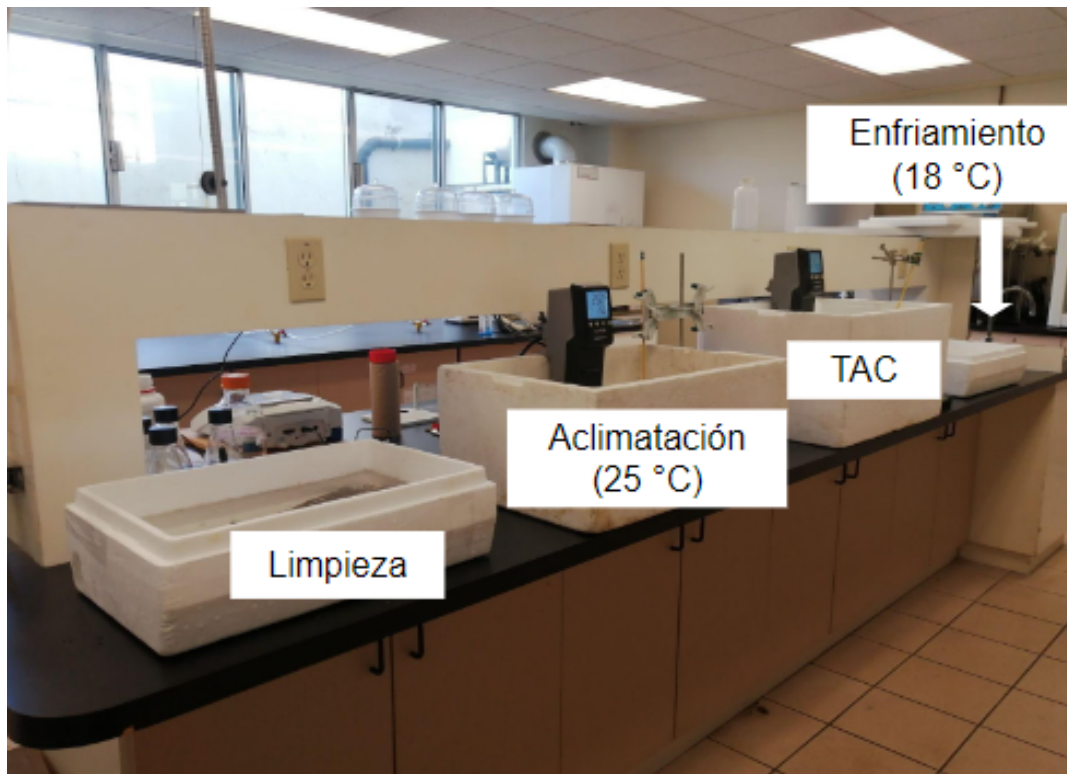


Tabla 1. Tratamientos de TAC. Fuente: Autoría propia.

- **Evaluación fisiológica del material termotratado**

Los sarmientos sometidos a los protocolos de TAC se encallaron durante 60 días en recipientes de poliestireno expandido con perlita, manteniendo un alto grado de humedad (< 90%) y condiciones de completa oscuridad (Figura 4). Se evaluó el porcentaje de sarmientos que desarrollaron callo y el diámetro del mismo formado en la base, así como el porcentaje de enraizado y la longitud de las raíces desarrolladas.

Figura 4. Encallado de material propagativo de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Misión. Fuente: Autoría propia.



Tras el encallado, las estacas que presentaron desarrollo de callo y/o raíz, fueron plantadas de manera individual en macetas de polietileno de 7 L, con un sustrato de una mezcla de composta comercial con perlita (1:1), dejando expuestas 3 yemas. Los sarmientos plantados se trasladaron a las instalaciones del viñedo experimental de la Facultad de Enología y Gastronomía, donde se mantuvieron bajo condiciones de malla sombra y riego controlado semanalmente durante 90 días. A lo largo de este período, se estudió el desarrollo de las plántulas, registrando los porcentajes de brotación y el crecimiento en longitud de los pámpanos. Finalmente, se registraron los porcentajes de supervivencia de las plántulas, considerando únicamente aquellos individuos que presentaron tanto desarrollo del sistema radicular como de la parte aérea.

- **Análisis estadístico**

Las estacas recolectadas para este proyecto se dividieron en subgrupos de diez individuos para cada uno de los tratamientos y el experimento se repitió por duplicado. Los datos de porcentaje de encallado, enraizamiento y brotación de yemas se

calcularon, indicando su promedio y coeficiente de variación entre muestras; y para estudiar el diámetro de callo, la longitud de raíces y el desarrollo de pámpanos se empleó un análisis de varianza (ANOVA) en conjunto con una prueba discriminativa Tukey ($\alpha = 0.05$). Todos los análisis fueron realizados con el Software estadístico JMP versión 17.2.0 para Microsoft Windows 11 Pro (JMP Inc., EUA) .

Resultados

Los resultados obtenidos en relación a los porcentajes de encallado indicaron que los sarmientos termotratados a 50 °C, tanto el tratamiento de 30 (90 %, Tabla 1) como 45 minutos (75 %), presentaron valores más elevados que los observados en los tratamientos de 53, 55 °C y el grupo control (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje promedio (\bar{X}) y desviación estándar (σ) de callogénesis, enraizado y brotación en sarmientos termotratados de vid (*Vitis vinifera* L.) cv Misión a 50, 53 y 55 °C durante 30 y 45 minutos.

Tiempo (min.)	Temperatura (°C)	% Encallado		% Enraizado		% Brotación	
		\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
30	50	90.00	0.00	95.00	7.07	100.00	0.00
	53	60.00	14.14	70.00	28.28	85.00	7.07
	55	35.00	7.07	25.00	7.07	10.00	0.00
45	50	75.00	7.07	95.00	7.07	90.00	14.14
	53	70.00	0.00	80.00	0.00	70.00	14.14
	55	0.00	0.00	15.00	7.07	10.00	0.00
Control		60.00	14.14	65.00	21.21	95.00	7.07

El análisis de este parámetro reveló una relación inversamente proporcional entre la temperatura y la formación de callo, apreciándose un descenso en los porcentajes de callogénesis conforme aumentaba la temperatura. Así, los valores de callogénesis en sarmientos termotratados a 53 y 55 °C durante 30 minutos se redujeron un 22 y un 44 %, respectivamente, con respecto al tratamiento de 50 °C con el mismo tiempo de exposición (Tabla 1). Esta tendencia de reducción en el nivel de encallado se observó de forma más marcada cuando se aplicó una exposición de 45 minutos, detectándose incluso una ausencia del mismo en el tratamiento de 55 °C (Tabla 2).

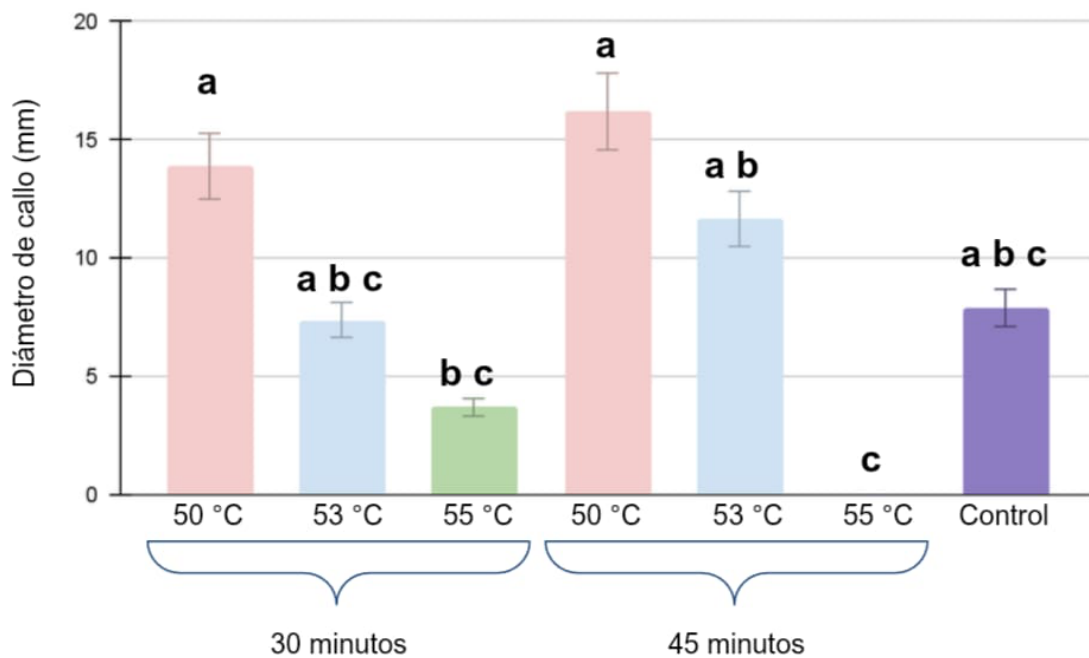
Al igual que en el porcentaje de encallado, los sarmientos termotratados a 50 °C presentaron los valores de diámetro de callo más elevados, registrándose una media de 16 mm para el tiempo de exposición de 45 minutos, seguido por el de 30 minutos, con 14 mm de diámetro de callo (Gráfica 1).

El material propagativo termotratado a 50 °C desarrolló callo de tamaño considerable en la base del sarmiento con coloración cobriza (Figura 5a), mientras que el tratamiento a 53 °C presentó un callo de menor tamaño, el cual solo se formó en la circunferencia de la base del sarmiento; sin embargo, presenta una coloración blanquecina, similar al grupo control (Figura 5b). Así mismo, destaca la ausencia de callogénesis en los sarmientos termotratados a 55 °C (Figura 5c).

En la etapa de enraizado, se evaluó el porcentaje de sarmientos que presentaron desarrollo de raíces sanas (Tabla 1). Entre los tratamientos, el material propagativo termotratado a 50 °C tuvo la mayor tasa de enraizamiento, con un valor del 95 % para ambos tiempos de exposición. Aunque en el resto de tratamientos y en el control se observó una disminución en la intensidad de la rizogénesis, el tratamiento de TAC a 53 °C durante 45 minutos presentó en promedio un valor de 80 %. Tanto en los sarmientos termotratados a 53 °C durante 45 minutos como en los utilizados como control, el porcentaje de rizogénesis fue muy similar, con valores cercanos al 60 % (Tabla 1). Por último, en los sarmientos termotratados a 55 °C, la respuesta de rizogénesis se vio ampliamente afectada, con reducciones del 74 %, en los ensayos

de 30 minutos, y 84 % en el material propagativo termotratado durante 45 minutos con respecto a los valores detectados en el TAC de 50 °C.

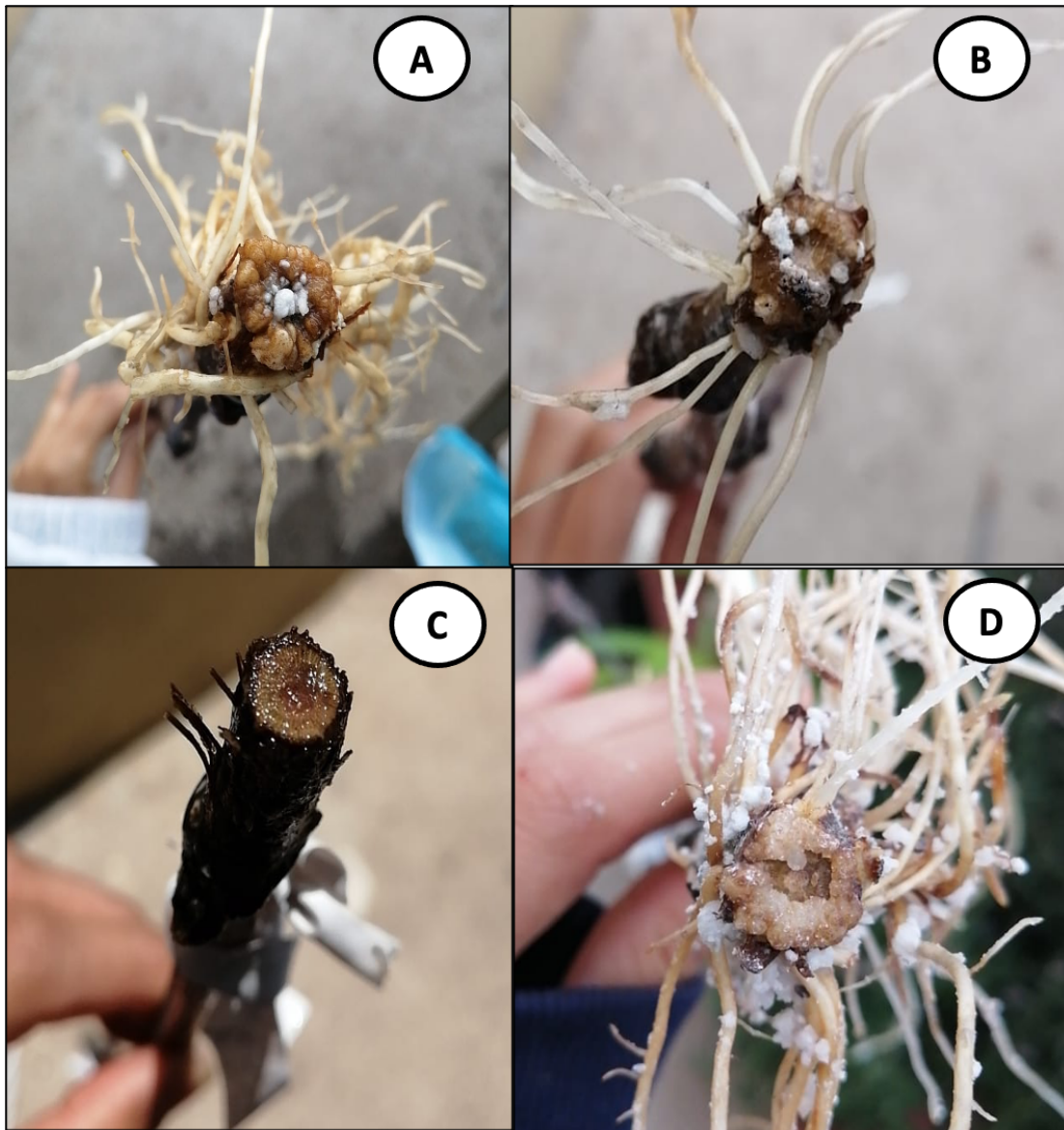
Gráfica 1. Diámetro de callo (mm; media ± error estándar) en sarmientos termotratados de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Misión a 50, 53 y 55 °C y durante 30 y 45 min. Letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada tratamiento (Tukey, $p = 0.05$).



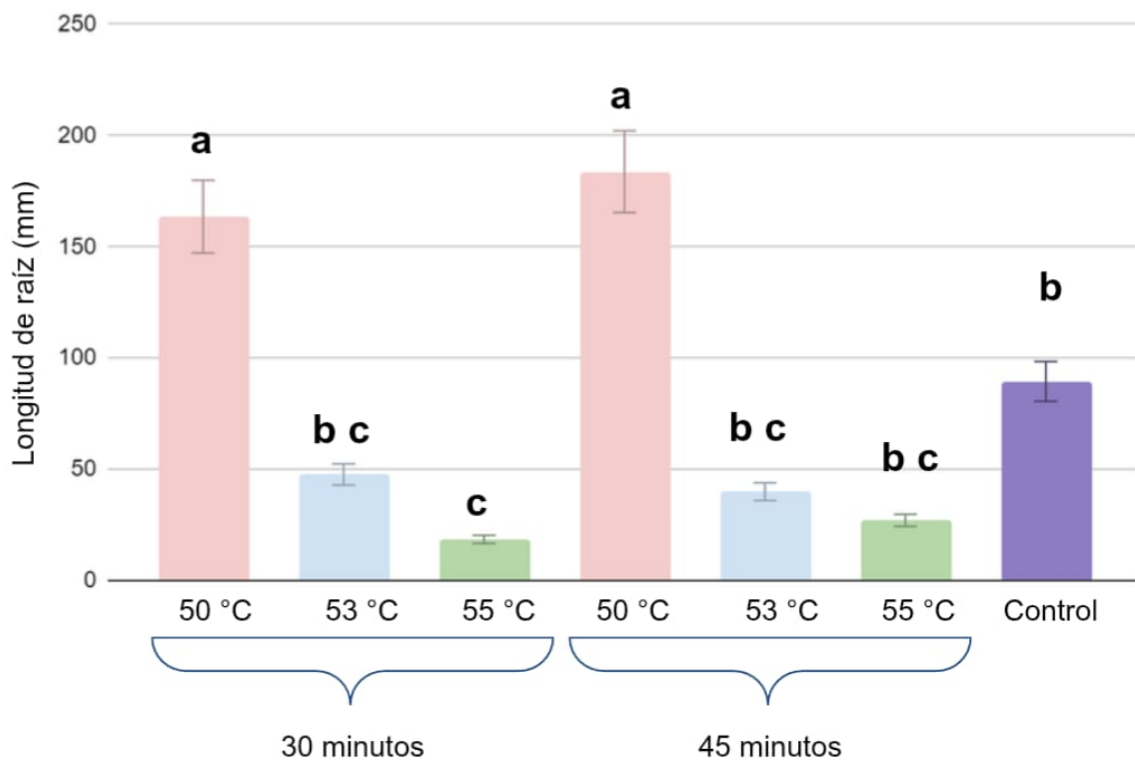
Además de analizar el porcentaje de enraizamiento, se llevaron a cabo mediciones de la longitud de las raíces de cada sarmiento. Se observó que el tratamiento que mostró mayores valores fue el de 50 °C, tanto para 30 (163 mm) como 45 minutos (184 mm), mostrando diferencias significativas con respecto a los demás protocolos de TAC, tal y como se representa en la Gráfica 2. Por otro lado, el grupo control mostró una longitud promedio de 90 mm, siendo 50 % superior a los sarmientos termotratados a 53 °C (44 mm, Gráfica 2). El enraizamiento del TAC a 55 °C con una exposición de 30 minutos dio como resultado raíces con una longitud media de 18 mm, que es 90% inferior al TAC a 50 ° durante 45 minutos. La raíz desarrollada en el

TAC a 55 °C durante 45 minutos, alcanzó una longitud media de 54.15 mm, la cual es superior en comparación con el TAC de la misma temperatura, pero con un menor tiempo de exposición.

Figura 5. Caracterización morfológica de callo y raíces en sarmientos de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Misión sometidos a protocolos de TAC de 50 (A), 53 (B), 55 °C (C) y en sarmientos control (D).



Gráfica 2. Longitud de raíces (mm; media \pm error estándar) en sarmientos termotratados de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Misión a 50, 53 y 55 °C y durante 30 y 45 min. Letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada tratamiento (ANOVA contrastado con test de Tukey, $p= 0.05$).



En concordancia con los resultados obtenidos en relación a la rizogénesis y longitud de raíces, se observaron diferencias significativas en la morfología de los sarmientos termotratados con los diferentes protocolos. En este sentido, en la Figura 6 se muestra que la densidad radicular en el sarmiento termotratado a 50 °C es mayor en comparación a los otros grupos, incluyendo el control. También se observa que la distribución de la raíz es a lo largo del sarmiento, con coloración cobriza. En el TAC a 53 °C, la raíz se observa con menor longitud y densidad. En su mayoría, se encuentra en la base del sarmiento con coloración blanquecina. El grupo control presenta desarrollo radicular en la base del sarmiento al igual que el TAC a 53 °C, sin embargo la densidad es mayor al igual que la longitud. La coloración cobriza del grupo control

es semejante a la raíz obtenida en el sarmiento termotratado a 50 °C. El TAC a 55 °C fue el único tratamiento en el que los sarmientos no presentaron desarrollo de raíz, ni en la base ni a lo largo de su estructura.

Figura 6. Caracterización morfológica de raíces desarrolladas en sarmientos de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Misión sometidos a protocolos de TAC de 50 (A), 53 (B), 55 °C (C) y en sarmientos control (D).

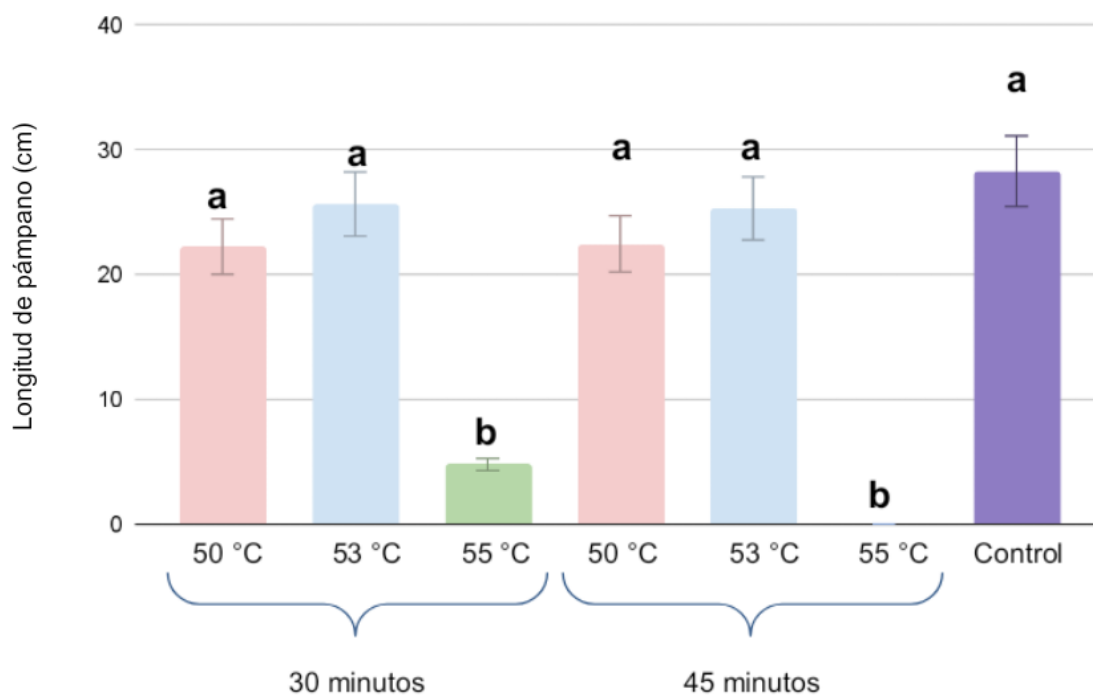


En relación a la brotación de yemas latentes en los sarmientos termotratados, se observó una relación inversamente proporcional entre el aumento de temperatura y la disminución de la cantidad de yemas brotadas (Tabla 1). Así, de todos los tratamientos ensayados, la termoterapia con 50 °C durante 30 minutos arrojó la máxima tasa de brotación (100 %) , superando incluso al grupo control, que presentó 95 %, mientras que una exposición de 45 minutos a la misma temperatura, tuvo una brotación del 90 %. Los TAC a 53 °C tuvieron un comportamiento similar, respecto al aumento del tiempo de exposición, siendo que a los 30 minutos hubo un 85 % de brotación, mientras que a los 45 minutos hubo un decremento del 15 % respecto al primer intervalo. Para el tratamiento a los 55 °C, no se observó una diferencia

significativa entre el aumento del tiempo, ya que tanto a los 30 como a los 45 minutos, solo se obtuvo el 10 % de brotación.

Por último, se realizaron mediciones de los pámpanos desarrollados en las yemas brotadas. En los tratamientos a 55 °C, el crecimiento de pámpanos fue muy reducido para el periodo de exposición de 30 min (4 mm, Gráfica 3) e incluso nulo en el caso del protocolo de 45 min, siendo ambos valores significativamente diferentes con respecto al resto de los protocolos de TAC y el grupo control.

Gráfica 3. Longitud de pámpanos (mm; media \pm error estándar) en sarmientos termotratados de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Misión a 50, 53 y 55 °C y durante 30 y 45 min. Letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada tratamiento (contrastado con test de Tukey, $p = 0.05$).

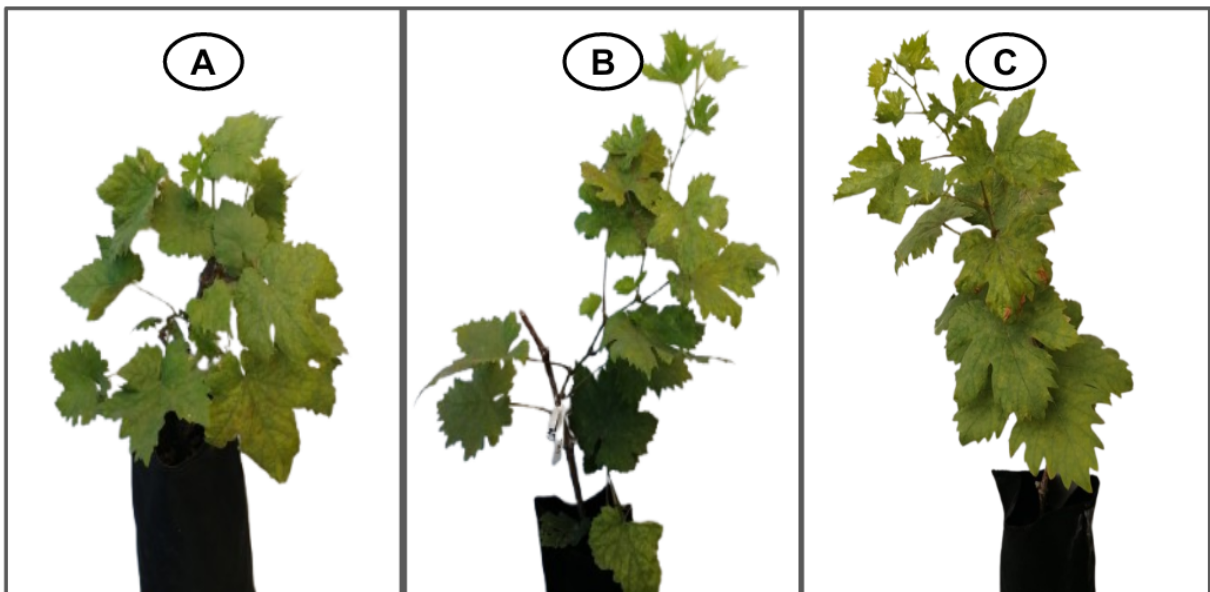


En el resto de los tratamientos, los pámpanos del grupo control fueron los que alcanzaron mayor desarrollo, con una longitud media de 28 cm (Gráfica 3); seguido

por los sarmientos termotratados a 53 °C, los cuales mostraron para ambos tiempos de exposición una disminución del 11 %. Para esta temperatura, tanto el tratamiento a 30 minutos como el de 45 minutos registraron una longitud media de 25 cm. Los resultados más bajos en relación al crecimiento de pámpanos fueron los obtenidos en el material propagativo termotratado a 50 °C, con longitudes de 22.25 cm para los sarmientos expuestos a esta temperatura durante 30 min (Gráfica 3); y 22.47 cm para aquellos que se sometieron a esta misma condición a lo largo de 45 minutos.

Cabe mencionar que además del efecto sobre el crecimiento de los pámpanos, la aplicación de los protocolos de TAC de 55 °C provocó el progresivo decaimiento de las plántulas obtenidas hasta que se observó su muerte (Figura 7).

Figura 7. Plántulas obtenidas a partir de sarmientos de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Misión sometidos a protocolos de TAC de 50 (A), 53 (B) y a partir de sarmientos control (C).



Por el contrario, las plántulas obtenidas en los tratamientos de 50 y 53 °C (Figura 7a y 7b), independientemente de su tiempo de exposición, no presentaron malformaciones visibles, deficiencias u otras patologías durante el periodo de crecimiento. En estos grupos, las tasas de supervivencia de las plántulas fue muy

cercana al 100%, al igual que en las plántulas obtenidas de los sarmientos del tratamiento control (Datos no mostrados, Figura 7c).

Discusión

La implementación de diferentes protocolos de TAC para la propagación vegetativa del varietal Misión permite conocer el impacto de diferentes temperaturas y tiempos de exposición sobre el desarrollo fisiológico de la planta, desde etapas tempranas como la formación de callo, raíz, cantidad de yemas brotadas y posteriormente, en el desarrollo de pámpanos. Aunque esta técnica es utilizada para la desinfección del material propagativo, es posible evaluar el desarrollo de las plántulas posterior a este tratamiento.

De acuerdo a los análisis estadísticos, es presumible que el aumento de temperaturas y diferentes tiempos de exposición tiene un efecto notable sobre las primeras etapas de callogénesis y rizogénesis. La literatura indica que el TAC ha sido un factor causante del fracaso del establecimiento de viñas jóvenes, al someter el sarmiento a altas temperaturas y debilitar el mismo material propagativo, por ejemplo, retraso en el desarrollo o muerte de las yemas. (Lade et al., 2022). Sin embargo, hay más factores que pueden tener un efecto significativo en el éxito de esta metodología, como heridas provocadas en el sarmiento durante la poda, estado fitosanitario del material recolectado, condiciones de almacenamiento y los procesos dentro del vivero (Morton, & Waite, 2007).

En las etapas de callogénesis y rizogénesis, el protocolo de TAC a 50 °C demostró tener resultados óptimos, al presentar un callo de mayor diámetro y una densidad radicular superior al TAC a 53 °C. Sin embargo, al realizar una evaluación visual de la morfología de los componentes desarrollados, la coloración cobriza tanto del callo como de la raíz, sugieren que los sarmientos termotratados a 50 °C, sufrieron un estrés oxidativo durante su almacenamiento para el desarrollo de callo y raíz. El estrés oxidativo puede generar una disminución en la absorción de agua y nutrientes, que podría comprometer la futura vascularización de los tejidos, lo cual puede dar como involucrar una disminución en el crecimiento y rendimiento (Bhattarai et al., 2008;

Maestre & Martínez, 2010). Esta coloración sugiere que además de que es posible un debilitamiento en el desarrollo de la raíz, también predispone a la planta al ataque de plagas y enfermedades. En este sentido, bajo las prácticas recomendadas en viveros vitícolas para la aceptación de material propagativo de la vid, las plántulas obtenidas bajo el TAC a 50 °C podrían no cumplir con los estándares de calidad, por lo que deberían ser sometidas a controles sanitarios y fisiológicos posteriores con el fin de determinar su aptitud comercial (Waite et al., 2014). Consecuentemente, este fenómeno de oxidación y cambio de coloración se observó de manera menos intensa en el grupo control, tanto en callo como raíz.

El callo y raíz que se formaron en los sarmientos termotratarados a 53 °C fueron inferiores tanto en diámetro del callo como en la longitud de la raíz. Sin embargo, al realizar la observación en la morfología de ambas etapas de desarrollo, se aprecia una estructura más compacta del callo así como una coloración blanquecina en raíz, lo cual sugiere una mejoría en el estado fitosanitario de la plántula, en comparación con el resto de tratamiento y el grupo control. De acuerdo a un estudio realizado por Gramaje y colaboradores se demuestra que un protocolo TAC a una temperatura de 53 °C puede disminuir drásticamente la enfermedad de Petri en el material propagativo de la vid, aunque debido a la exposición a esta temperatura se ha observado que hay una ligera afectación en el crecimiento de los brotes (Gramaje et al., 2009). Estos resultados, junto con el impacto de los protocolos en el desarrollo de la plántula desde etapas tempranas a la brotación, coinciden con los obtenidos en este estudio. El retraso de la brotación puede deberse a que hay cultivares más susceptibles que otros cuando se exponen a altas temperaturas (Morton & Waite, 2007). Este mismo comportamiento se observó en un protocolo TAC a 53 °C durante 45 minutos, donde el cultivar Italia y Kober 5BB, presentaron una disminución en su vigorosidad del 37.3 y 46.7 % respectivamente (Akgül, 2016). Estos estudios concuerdan con los resultados del presente estudio, ya que se comprueba que el incremento progresivo de la temperatura podría tener un efecto negativo sobre la fisiología del material propagativo.

Realizando una comparación entre los TAC a 50 y 53 °C, el efecto de la temperatura es importante en las etapas de callogénesis y rizogénesis. Aunque las plántulas a los 53 °C tuvieron un desarrollo inferior en las primeras etapas, lo cual indica una afectación de los tejidos por la alta temperatura, el tiempo de recuperación se iguala con los sarmientos tratados a 50 °C y grupo control, cuando se llega a la brotación y formación de los pámpanos. Cabe mencionar que al tener un mejor aspecto la formación de estas dos estructuras, el protocolo a 53 °C es conveniente para aumentar la viabilidad de las plántulas, ya que se ha documentado que el TAC es una técnica que reduce la carga de fitopatógenos relacionados a las enfermedades de la vid, tales como bacterias (Soltekin & Ophel et al., 1990; Burr et al., 1996; Soltekin & Altindişli, 2017), hongos relacionados a las enfermedades de la madera (Edwards et al., 2004; Fourier & Halleen, 2005; Eskalen et al., 2007; Halleen et al., 2007, Gramaje et al., 2009), nemátodos y fitoplasmas (Caudwell et al., 1997). Se ha reportado que el TAC a 53 °C ha demostrado efectividad en la reducción de carga bacteriana, hongos relacionados a las enfermedades de la madera, nemátodos y fitoplasmas (Edwards et al., 2004; Fourier & Halleen, 2005; Eskalen et al., 2007 Halleen et al., 2007, Gramaje et al., 2009).

Se ha reportado que los cultivos que han sido termotratados a temperaturas y tiempos de exposición óptimos, tienen una disminución significativa de enfermedades y un aumento en la calidad del producto, en comparación con los cultivos no termotratados (Fallik, 2004). Esto apoya los resultados obtenidos en el termotratamiento a 53 °C, donde a pesar de la afectación en el desarrollo de callo y raíz, las plántulas presentaron una viabilidad mayor, al no presentar estrés oxidativo visible, en relación con los otros tratamientos y grupo control. En el estudio realizado por la Lade y colaboradores (2022), la implementación del TAC a 53 °C con un tiempo de exposición de 30 minutos, reportó que el material termotratado presentó una disminución de la biomasa en comparación con el grupo control; sin embargo, también se comprobó que la carga de hongos causantes de enfermedades de la madera en la vid disminuyó. Este tipo de investigación apoya los resultados obtenidos, al obtener plántulas con un estado fisiológico más favorable y que pudieran ser menos susceptibles al ataque de plagas y enfermedades.

Los sarmientos termotratados a temperaturas de 55 °C mostraron una disminución o total ausencia de formación de callo y/o raíz. Debido a que los sarmientos no presentaron raíz, la nutrición hídrica y mineral se vio totalmente anulada, lo cual derivó en la muerte de la planta. Aunado a lo anterior, los tejidos internos de la yemas se vieron gravemente afectadas por la temperatura, ya que no se apreció desarrollo de brotes en ninguno de los tiempos de exposición ensayados. De esta manera, el termotratamiento a 55 °C para el cultivar Misión no presentó resultados favorables en ninguna etapa del proceso, independientemente del tiempo de exposición a 30 o 45 minutos, por lo cual se considera una metodología de TAC que provoca el deterioro del material propagativo de forma irreversible. Consecuentemente, a una temperatura superior a los 54 °C, se puede asegurar la erradicación de plagas y patógenos sin embargo, la viabilidad del material propagativo se ve comprometida (Lade et al., 2022). En este sentido, se ha observado que el uso de temperaturas por encima de los 53 °C en protocolos de TAC disminuye el porcentaje de brotación en sarmiento de forma considerable (Gramaje et al., 2008).

Además de analizar el efecto de diferentes temperaturas sobre el desarrollo fisiológico en el material propagativo de la vid, también se evaluó el tiempo de exposición a estos parámetros. Al realizar el análisis de datos obtenidos a través de las mediciones en las distintas etapas de crecimiento, los resultados demostraron que el factor tiempo no fue estadísticamente significativo, en comparación al efecto que provocó la temperatura. Sin embargo, una exposición de 45 minutos a altas temperaturas llegó a ser más letal en las etapas de encallado y enraizado. Este comportamiento fue uniforme en todas las etapas a excepción del termotratamiento a 53 °C a 45 minutos, donde se tuvo un mayor porcentaje de enraizamiento en comparación con el tiempo de exposición a 45 minutos. Un estudio realizado con un TAC a 52 °C durante 45 minutos, indicó que se obtuvo una mejora del 20 % después de la plantación, en comparación con el grupo control que no fue sometido a termotratamiento (Lerin et al., 2017). En el presente trabajo, el termotratamiento a 53 °C es una temperatura favorable y aunque la variable del tiempo no fue estadísticamente significativa, un tiempo de exposición a 45 minutos podría favorecer el desarrollo de la plántula.

A pesar de la evidencias obtenidas en este trabajo y su concordancia con respecto a la literatura, se debe tomar en cuenta que los cultivares de vid pueden exhibir diferente respuesta fisiológica a los protocolos de TAC dependiendo de su variedad, tolerancia al estrés y las condiciones climáticas de la región en la que se cultivan. En el estudio realizado por Lerin y colaboradores (2017), se evaluó el efecto de termoterapia en la fisiología de las variedades Bordô, Cabernet Sauvignon, Moscato Embrapa, Paulsen 1103, SO4 e IAC 572 y la predicción de los resultados mediante un modelo matemático, el cual sugiere que el aumento de la temperatura está directamente relacionado con el retraso en la fenología de las plántulas, o incluso su deterioro. Además de las diferencias entre variedades, también es importante considerar las condiciones climatológicas que las rodean así, en las variedades cultivadas en regiones de clima frío se reporta que protocolos de TAC de 48 °C durante 30 minutos es una metodología aceptable para la eliminación de ciertos patógenos (Graham, 2007). En Francia, un termotratamiento a 50 °C durante 45 minutos es suficiente para eliminar fitoplasmas (Caudwell et al., 1997); mientras que para variedades que son cultivadas en regiones de clima cálido, estos parámetros no tendrán el mismo efecto (Gramaje et al., 2009).

Por todo lo anterior, la investigación realizada respalda la literatura, ya que los resultados de los TAC a 50 °C, podrían sugerir un estado fisiológico más deficiente que las plántulas termotratados a 53 °C, especialmente durante las etapas de callogénesis y rizogénesis. Sin embargo, esta afectación, no se vio reflejada de forma visible durante el desarrollo vegetativo de las plántulas, por lo que se requiere realizar un seguimiento de la fisiología en temporadas posteriores, así como una evaluación sanitaria de este material para determinar el efecto a largo plazo de la aplicación de TAC. La literatura indica que un monitoreo visual es importante para la determinación del estado fitosanitario de las plantas debido a que hay enfermedades que no presentan síntomas hasta que la plántula desarrolle follaje donde los síntomas son más notorios (Fiore, 2015).

Conclusiones

La termoterapia es un tratamiento eficaz que permite la desinfección del material propagativo de la vid, al reducir la presencia de bacterias, insectos, fitoplasmas, hongos y nemátodos. En este proyecto se evaluó el efecto de esta técnica sobre el desarrollo fisiológico de las plantas del cultivar vid (*Vitis vinifera*) y se concluyó que el TAC a 55 °C ejerce un impacto adverso en el desarrollo fisiológico de la planta al reducir la tasa de supervivencia. Sin embargo, protocolos a 53 °C a pesar de provocar un ligero deterioro en el desarrollo de la plántula en callogénesis y rizogénesis, podrían promover el desarrollo de plántulas con un estado fisiológico más adecuado, en comparación con las obtenidas a 50 °C. En último término, el material propagativo sometido a los protocolos de 53 °C podría ser menos susceptible a plagas y enfermedades y, por tanto, cumplir en mayor grado con los estándares de calidad establecidos por los viveros comerciales.

Por otra parte, se determinó que el factor tiempo de aplicación del TAC no tiene una influencia estadísticamente significativa, y que la recuperación de las plántulas se iguala en las etapas de brotación y desarrollo de pámpanos. Por todo lo anterior, se considera crucial continuar realizando un seguimiento del desarrollo fisiológico de las plántulas obtenidas, evaluando sus efectos en la fenología durante al menos dos ciclos. Además, se sugiere profundizar en la investigación de los límites de temperatura y tiempo de exposición en el termotratamiento que el cultivar Misión puede tolerar sin comprometer su viabilidad. De igual manera, un análisis fitopatológico es sugerido para evaluar la eficacia de la eliminación de las enfermedades de la vid de los TAC propuestos.

Referencias

- Agustí-Brisach C., & Armengol J. (2014). Detección de hongos de la madera en viveros de vid y estrategias para su control. *Phytoma España*, 26-28.
- Aliquó, G., Torres, R., Lacombe, T., Boursiquot, J.M., Laucou, V., Gualpa, J., Fanzone, M., Sari, S., Pérez Peña, J., & Prieto, J.A. (2017). Identity and

parentage of some South American grapevine cultivars present in Argentina. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 23(3), 452-460.

- Alston, J. M., & Sambucci, O. (2019). Grapes in the world economy. *The grape genome*, 1-24.
- Akgül, D. S., Savaş, Y., Savaş, N. G., & Yağcı, A. (2016). Effects of hot water treatments on growth of Botryosphaeriaceae fungi and bud vitality of grape scion and rootstocks in controlled conditions. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2016, Vol. 53, No. 1, 99-107 ref. 27
- Bahena, L. (2024). 16 estados de México están produciendo vinos de alta calidad. The Food Tech. Disponible en: <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/16-estados-de-mexico-estan-produciendo-vino-de-alta-calidad/>
- Bhattarai, S. P., Midmore, D. J., & Pendergast, L. (2008). Yield, water-use efficiencies and root distribution of soybean, chickpea and pumpkin under different subsurface drip irrigation depths and oxygenation treatments in vertisols. *Irrigation science*, 26, 439-450.
- Bertsch, C., Ramírez-Suero, M., Magnin-Robert, M., Larignon, P., Chong, J., Abou-Mansour, E., Spagnolo, A, Clement, C., & Fontaine, F. (2013). Grapevine trunk diseases: Complex and still poorly understood. *Plant Pathology*, 62(2), 243-265.
- Bouquet, A., Torregrosa, L., Iocco, P., & Thomas, M. R. (2007). Grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Agrobacterium Protocols*, 2, 273-285.
- Burguete, E. (2023, 10 abril). *Los piojos harinosos, la excepción a la regla* - Portal de El Colegio de la Frontera Sur. Portal de El Colegio de la Frontera Sur. Disponible en: <https://www.ecosur.mx/los-piojos-harinosos-la-excepcion-a-la-regla/>
- Burr, T.J., Ophel, K., Katz, B.H., & Kerr, A. (1989). Effect of hot water treatment on systemic *Agrobacterium tumefaciens* Biovar 3 in dormant grape cuttings. *Plant Disease*, 73, 242–245.
- Cabello, F. S., Ortiz-Marcide, J. M., Muñoz-Organero, G., Rodríguez-Torres, I., Benito-Barba, A., Rubio de Miguel, C., García-Muñoz, S., & Sáiz-Sáiz, R.

(2009). Variedades autóctonas de mayor importancia en distintas regiones vitivinícolas. Madrid: Grupo editorial agrícola española, S.A.

- Carrasco-Beghelli, C.E. (2014). Estudio de la uva variedad País y su potencial enológico y vitícola. Memoria de Título. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Pregrado.
- Catania, C., Avagnina, S., Casassa, F., Sari, S., Becerra, V., & Miano, J.L. (2007). Influencia del ataque de la “cochinilla harinosa de la vid “ (*Planococcus ficus* Sign.) sobre las características enológicas y organolépticas de vinos cv. Malbec y Chardonnay. Resúmenes XI Congreso Latinoamericano de Viticultura y enología. Mendoza. Pp. 121-123.
- Caudwell A., Larrue J., Boudon-Padieu E., & Mclean G.D. (1997). Flavescence dorée elimination from dormantwood of grapevines by hot-water treatment. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 3, 21–25.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Baja California, CESVBC. (2018). Programa de trabajo de la campaña contra piojo harinoso de la vid a operar con recursos del programa de sanidad e inocuidad agroalimentaria 2018, componente sanidad federalizado, subcomponente de sanidad vegetal, en el estado de Baja California. Disponible en: <https://www.cesvbc.org/>
- Covarrubias, J., & Thach, L. (2015). Wines of Baja Mexico: A qualitative study examining viticulture, enology, and marketing practices. *Wine Economics and Policy*, 4(2), 110-115.
- Díaz, G., & Morales, C. (2015). Existencia y diversificación de la cepa País en Chile. Ficha Técnica INIA Raihuén, No. 3. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.14001/66792>.
- Duarte, J.L. (2020). Identificación de secuencias genómicas virales en el piojo harinoso de la vid (*Planococcus ficus* Signoret, 1875) presente en viñedos de Ensenada, Baja California. Tesis de Maestría en Ciencias, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México.

- Edwards, J., Pascoe, I.G., Salib, S., & Laukart, N. (2004) Hot treatment of grapevine cuttings reduces incidence of *Phaeomoniella chlamydospora* in young vines. *Phytopathologia Mediterranea*, 43, 158–159.
- Eskalen A., Rooney-Latham, S., & Gubler, W.D. (2007b). Identifying effective management strategies for esca and Petri disease. *Phytopathologia Mediterranea*, 46, 125–126.
- Fallik, E. (2004). Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). *Postharvest biology and technology*, 32(2), 125-134.
- Fiore, N. (2015). Enfermedades de la vid causadas por virus, viroides y fitoplasmas: diagnóstico, epidemiología y control. In *Congreso Latino-Americano de Viticultura e Enología, Bento Gonçalves, RS. Resumos, Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho* (pp. 118-130).
- Forneck, A., Benjak, A., & Rühl, E. (2009). Grapevine (*Vitis* ssp.): Example of clonal reproduction in agricultural important plants. En: Schön, I., Martens, K., Dijk, P. (eds). *Lost Sex*. Springer, Dordrecht.
- Fourie, P.H., & Halleen, F. (2005) Integrated strategies for pro-active management of grapevine trunk diseases in nurseries. *Phytopathologia Mediterranea*, 44, 111.
- Goussard, P.G. (1977). Effect of hot-water treatments on vine cuttings and one-year-old grafts. *Vitis*, 16, 272–278.
- Gramaje, D. (2016). Uso de la termoterapia con agua caliente para el control de enfermedades fúngicas de la madera. *Vida rural*, 410, 48-57.
- Gramaje, D., Armengol, J., Salazar, D., López-Cortés, I., & García-Jiménez, J. (2009) Effect of hot-water treatments above 50°C on grapevine viability and survival of Petri disease pathogens. *Crop Protection*, 28, 280–285.
- Gramaje, D., García-Jiménez, J., & Armengol, J. (2008). Sensitivity of Petri disease pathogens to hot-water treatments in vitro. *Annals of Applied Biology*, 153(1), 95-103.
- Gutiérrez-Gamboa, G., Liu, S. Y., & Pszczółkowski, P. (2020). Resurgence of minority and autochthonous grapevine varieties in South America: A review of

their oenological potential. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(2), 465-482.

- Halleen, F., Fourie, P.H., & Crous, P.W. (2007). Control of black foot disease in grapevine nurseries. *Plant Pathology*, 56(4), 637-645.
- Jordan D. (1997). Quality of vineyard planting material: second only to influence of site. *The Australian Grapegrower and Winemaker*, 402, 20–21.
- Khan, N., Fahad, S., Naushad, M., & Faisal, S. (2020). Grape production critical review in the world. University of Agriculture, Peshawar. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3595842>
- Lacoste, P. A., Yuri, J. A., Aranda, M., Quinteros, K., & Solar, M. (2010). Variedades de uva en Chile y Argentina (1550-1850): Genealogía del torrontés. *Mundo Agrario: Revista de estudios rurales*, 10(20).
- Lade, S. B., Štraus, D., Buñol, A., & Oliva, J. (2022). Hot water treatment causes lasting alteration to the grapevine (*Vitis vinifera* L.) mycobiome and reduces pathogenic species causing grapevine trunk diseases. *Journal of Fungi*, 8(5), 485.
- Lerin, S., Grohs, D. S., Almança, M. A. K., Botton, M., Mello-Farias, P., & Fachinello, J. C. (2017). Prediction model for phenology of grapevine cultivars with hot water treatment. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52, 887-895.
- Maestre-Valero, J. F., & Martínez-Alvarez, V. (2010). Effects of drip irrigation systems on the recovery of dissolved oxygen from hypoxic water. *Agricultural water management*, 97(11), 1806-1812.
- Milla-Tapia, A.M., Cabezas, J.A., Cabello, F., Lacombe, T., Martínez-Zapater, J.M., Hinrichsen, P., & Cervera, M.T. (2007). Determining the Spanish origin of representative ancient Malbec accessions from Argentina. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58(3), 406-409.
- Morton, L., & Waite, H. (2007). Hot water treatment, trunk diseases and other critical factors in the production of high-quality grapevine planting material. *Phytopathologia mediterranea*, APRIL, 2007, 1000-1013.
- Monis, J. (2010). Plantación de material de base controlado en viñedos. El uso de vides libre de patógenos como método para evitar problemas en el viñedo.

División de Servicios de la Salud de las Plantas de los Laboratorios STA Inc., en Gilroy, California

- Nicholas P.R., Chapman, A.P., & Cirami, R.M. (1992). Grapevine propagation. En: Coombe G., & Dry, P.R. (eds). *Viticulture*, Vol. 2, Practices. B. Winetitles, Adelaide, Australia, pp. 1–22.
- Ophel, K., Nicholas, P.R., Magarey, P.A., & Bass, A.W. (1990). Hot water treatment of dormant grape cuttings reduces crown gall incidence in a field nursery. *American Journal of Enology and Viticulture*, 41(4), 325-329.
- Psallidas, P.G., & Argyropoulou, A. (1994). Effect of hot water treatment on *Xylophilus ampelinus* in dormant grape cuttings 1. *Colloques-INRA*, 993-993.
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). Contribuye sector vitivinícola al crecimiento productivo y económico en el sector primario del país: Agricultura. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/contribuye-sector-vitivinicola-al-crecimiento-productivo-y-economico-en-el-sector-primario-del-pais-agricultura#:~:text=En%202022%2C%20la%20producci%C3%B3n%20de,468%20millones%20de%20d%C3%B3lares%20apunt%C3%B3>
- Secretaria de Agricultura Baja California y Desarrollo Rural (2020). Alcanzan cultivos perennes una superficie de 11,500 hectáreas en la zona de Baja California. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura%7Cbajacalifornia/articulos/alcanzan-cultivos-perennes-una-superficie-de-11-500-hectareas-en-la-zona-costa-de-baja-california>
- Secretaria de Agricultura Baja California y Desarrollo Rural (2023). Sembradas 4,365 hectáreas con Vid en la Zona Costa de Baja California: AGRICULTURA. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/bajacalifornia/articulos/sembradas-4-365-hectareas-con-vid-en-la-zona-costa-de-baja-california-agricultura>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). Avance de siembras y cosechas. Disponible en https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/ (Último acceso 04/10/2024).

- Soltekin, O., & Altindişli, A. (2017). Effects of hot water treatments on dormant grapevine propagation materials used for grafted vine production. *BIO Web of Conferences*, 9, 01003.
- Waite, H., Whitelaw-Weckert, M., & Torley, P. (2014). Grapevine propagation: principles and methods for the production of high-quality grapevine planting material. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 43(2), 144–161.